



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DE PROYECTOS DE GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA



“PARQUE EÓLICO ISTMEÑO”

OAXACA

ABRIL DE 2009



ELABORADO POR:
INGESA, S.A. DE C.V.

Índice

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	4
I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	4
1. Clave del proyecto (para ser llenado por la Secretaría)	4
2. Nombre del proyecto	4
3. Datos del sector y tipo de proyecto	4
3.1 Sector	4
3.2 Subsector	4
3.3 Tipo de proyecto	4
4. Estudio de riesgo y su modalidad	4
5. Ubicación del proyecto	4
5.1. Calle y número	8
5.2. Código postal	8
Polígono 1	8
Polígono 2	8
5.3. Entidad federativa	8
5.4. Municipio(s) o delegación(es)	8
Polígono 1	8
Polígono 2	8
5.5. Localidad(es)	9
5.6. Coordenadas geográficas y/o UTM del proyecto	9
6. Dimensiones del proyecto	12
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE	14
1. Nombre o razón social	14
I.3 DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	15
1. Nombre o razón social	15
2. RFC	15
3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio	15
4. RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio	15
5. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio	15
6. Cédula profesional de los responsables técnicos de la elaboración del estudio	15
7. Dirección de los responsables del estudio	15
7.1 Datos de los participantes en el estudio	16

Índice de Tablas

Tabla I.1.1: Localidades del polígono uno	9
Tabla I.1.2: Localidades del polígono uno	9
Tabla I.1.3 : Coordenadas geográficas que delimitan el polígono uno (Santa María del Mar y San Mateo del Mar).....	10
Tabla I.1.4 : Coordenadas geográficas que delimitan el polígono uno (El Espinal)	10
Tabla I.1. 5 : Coordenadas geográficas que delimitan el área de influencia de proyecto.	12
Tabla I.1.6 : Superficie total de la infraestructura y de cada una de las obras que la componen el polígono uno.	12
Tabla I. 1. 7 : Superficie total de la infraestructura y de cada una de las obras que la componen el polígono dos.	13

Índice de Figuras

Figura I. 1.1: Mapa de Macro localización del poligonal del proyecto. Fuente; Enciclopedia de los municipios	5
Figura I. 1. 2: Mapa de localización de los dos polígonos que componen el proyecto dentro de la región del Istmo de Tehuantepec. Fuente, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) Carta Topográfica Salina Cruz E-15-10, D15-1 Escala 1:250 000	7
Figura I. 1. 3 : Área de influencia del proyecto, Fuente GoogleEarth 2008	11

COPIA PÚBLICA

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1. Datos generales del proyecto

1. Clave del proyecto (para ser llenado por la Secretaría)

2. Nombre del proyecto

"PARQUE EÓLICO ISTMEÑO"

3. Datos del sector y tipo de proyecto

3.1 Sector

Sector Eléctrico

3.2 Subsector

Energía Eólica

3.3 Tipo de proyecto

Proyecto para la construcción, montaje, puesta en marcha y operación de un parque eoloeléctrico.

4. Estudio de riesgo y su modalidad

El presente proyecto no requiere estudio de riesgo al no encontrarse dentro de las actividades altamente riesgosas que marca la SEMARNAT.

5. Ubicación del proyecto

La ubicación del proyecto consistirá en 2 locaciones principales dentro de una región del Estado de Oaxaca y especialmente dentro del Istmo de Tehuantepec. A su vez dentro de la republica mexicana el estado de Oaxaca se ubica en el sur como lo muestra la siguiente (Figura I.1.1)

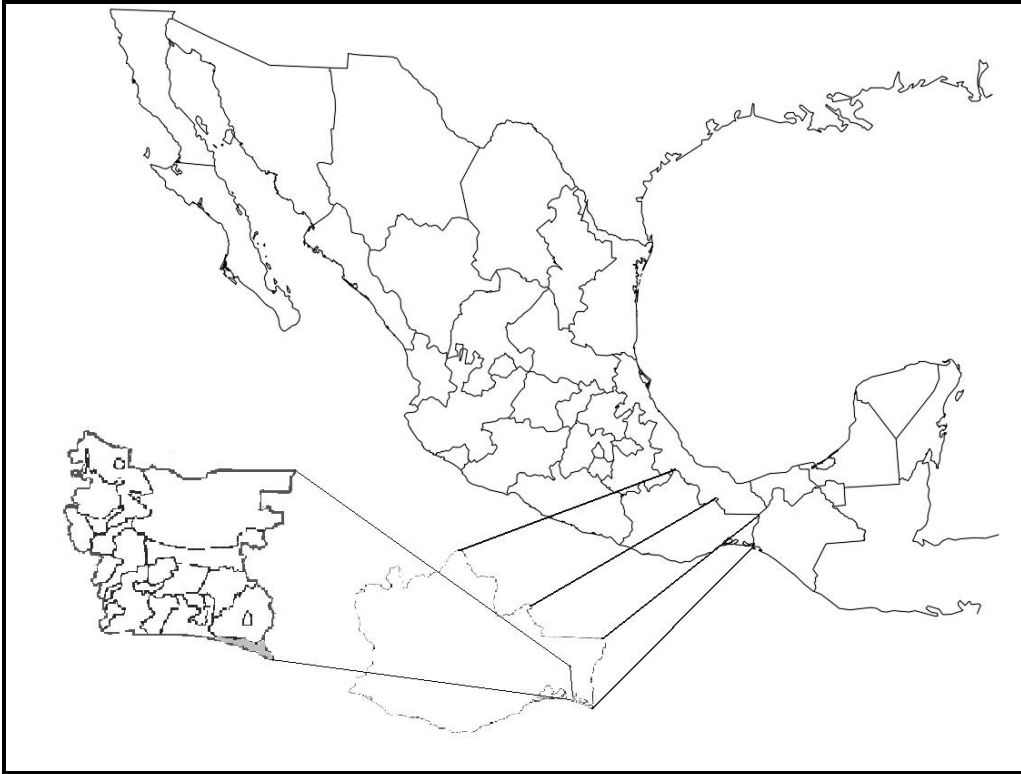


Figura I. 1.1: Mapa de Macro localización del poligonal del proyecto. Fuente; Enciclopedia de los municipios

El proyecto se ubicará dentro de dos municipios y una agencia municipal, tales municipios son San Mateo del Mar, El Espinal y la agencia municipal de Santa María del Mar. Para fines prácticos se describirá la ubicación de cada uno de los dos polígonos.

Polígono 1

Santa María del Mar-San Mateo del Mar

El polígono uno encuentra dentro de la agencia municipal de Santa María del Mar que pertenece al municipio de Juchitán de Zaragoza y dentro del Municipio de San Mateo del Mar que se localizan en la región del Istmo de Tehuantepec al sureste del Estado, en las coordenadas 94° 59' longitud oeste, 16° 12' latitud norte, a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Juchitán de Zaragoza y San Pedro Huilotepec, al sur con el Océano Pacífico, al oriente con Salina Cruz y San Pedro Huilotepec, y al poniente con la Laguna Inferior. Su distancia a la capital del Estado es de 294 kms (Figura I.1.2).

Polígono 2

El Espinal

El polígono dos que ubica en El Espinal que se encuentra ubicado en la región del Istmo de Tehuantepec, a los 16° 29' 26" de latitud norte, y 95° 02' 40" de longitud oeste, a una altura media de 20 metros sobre el nivel del mar. Los límites colindantes al norte con Asunción Ixtaltepec, al oeste con Comitancillo y al este con Juchitán de Zaragoza y al sur con San Pedro Comitancillo y Juchitán.

COPIA PÚBLICA

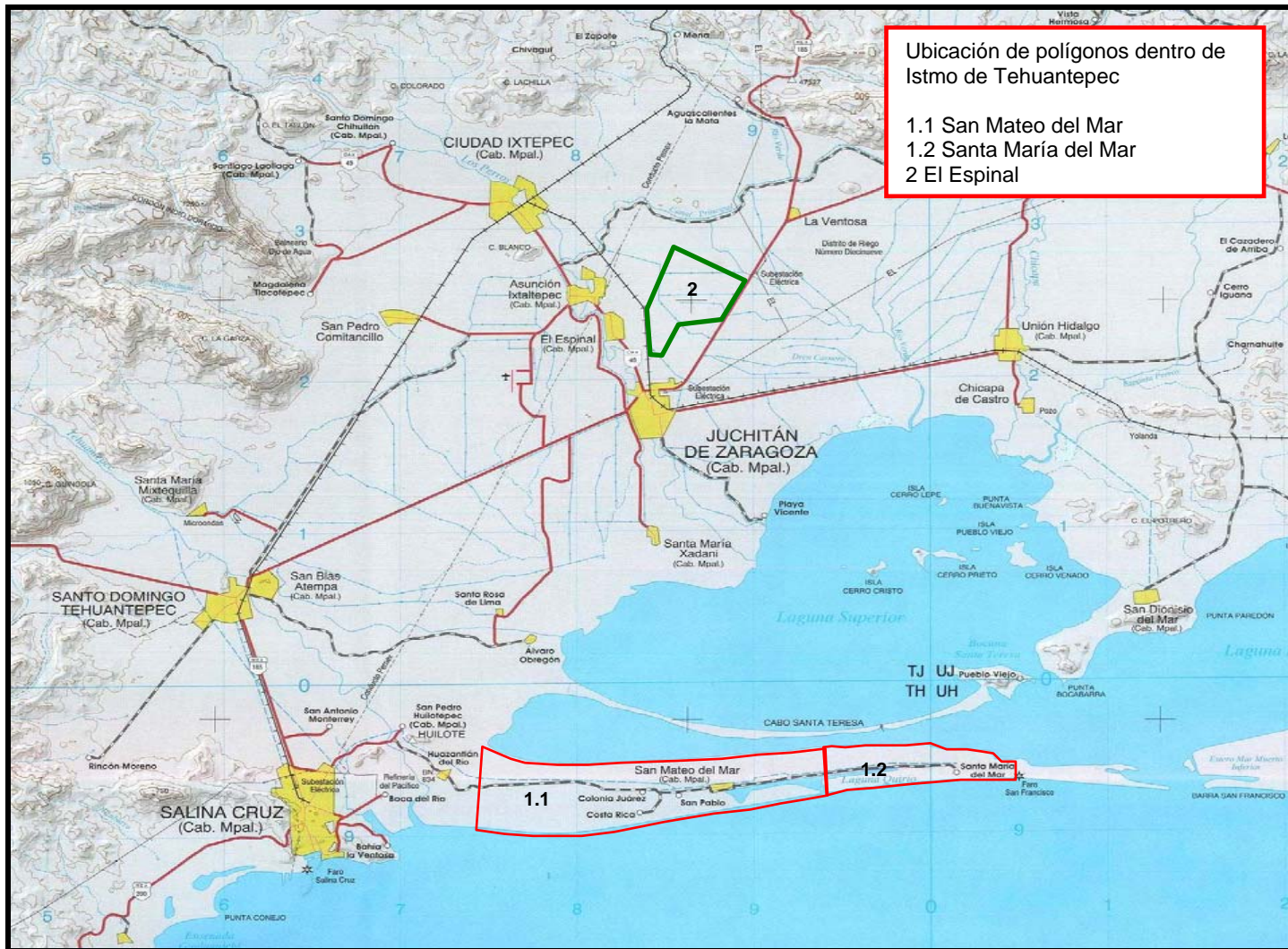


Figura I. 1. 2: Mapa de localización de los dos polígonos que componen el proyecto dentro de la región del Istmo de Tehuantepec. Fuente, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) Carta Topográfica Salina Cruz E-15-10, D15-1 Escala 1:250 000

5.1. Calle y número

El proyecto no contempla la instalación de aerogeneradores dentro de calles. Los aerogeneradores pasaran por terrenos alejados de la traza urbana y en el mayor de los casos sólo se acercarán a una cuantos metros de casas que se encuentren en los predios.

5.2. Código postal

Polígono 1

Santa María del Mar-San Mateo del Mar

Santa María del Mar es una agencia Municipal de Juchitán por lo que el código postal es el de Juchitán; **70000**

San Mateo del Mar tiene el siguiente código postal; **70780**

Polígono 2

El Espinal

El Espinal tiene el siguiente código postal; **70117**

5.3. Entidad federativa

Oaxaca

5.4. Municipio(s) o delegación(es)

Polígono 1

Los municipios que corresponde al polígono uno son;

- San Mateo del Mar
- Santa María del Mar (Agencia Municipal de Juchitán)

Polígono 2

Los municipios que corresponde al polígono uno son;

- El Espinal

5.5. Localidad(es)

Polígono 1

Las localidades que se encuentran dentro de este polígono son las siguientes (Tabla I.1.1);

Localidad	Municipio
Santa María del Mar	Juchitán de Zaragoza
San Mateo del Mar	San Mateo del Mar

Tabla I.1.1: Localidades del polígono uno

Polígono 2

Las localidades que se encuentran dentro de este polígono son las siguientes (Tabla I.1.2);

Localidad	Municipio
El Espinal	El Espinal

Tabla I.1.2: Localidades del polígono uno

5.6. Coordenadas geográficas y/o UTM del proyecto.

Las coordenadas geográficas del todo el proyecto se presenta divididas en 3 partes, dos corresponden a los polígonos de los parques eólicos y uno más del polígono que delimita la región donde se encuentran los 3 proyectos.

Polígono 1

Las coordenadas geográficas que delimitan el área del polígono son las que se muestran a continuación (Tabla I.1.3).

Limite	N	O	Limite	N	O
1	16°13.838'N	95°5.870'O	20	16°13.341'N	94°48.597'O
2	16°13.533'N	95°4.648'O	21	16°13.344'N	94°48.1611'O
3	16°13.465'N	95°3.360'O	22	16°12.904'N	94°48.089'O
4	16°13.530'N	95°1.957'O	23	16°12.924'N	94°48.565'O
5	16°13.609'N	93°0.253'O	24	16°12.944'N	94°49.122'O
6	16°13.775'N	94°38.430'O	25	16°12.998'N	94°49.637'O
7	16°13.933'N	94°56.714'O	26	16°12.990'N	94°50.431'O
8	16°14.091'N	94°55.075'O	27	16°12.940'N	94°51.314'O
9	16°14.116'N	94°53.540'O	28	16°12.892'N	94°52.365'O
10	16°14.134'N	94°52.369'O	29	16°12.781'N	94°53.472'O
11	16°14.006'N	94°51.388'O	30	16°12.599'N	94°54.979'O
12	16°13.906'N	94°50.471'O	31	16°12.342'N	94°56.435'O
13	16°13.650'N	94°50.305'O	32	16°12.028'N	94°58.422'O
14	16°13.389'N	94°50.191'O	33	16°11.716'N	95°0.162'O
15	16°13.189'N	94°50.088'O	34	16°11.423'N	95°1.830'O

Limite	N	O	Limite	N	O
16	16°13.047'N	94°94.852'O	35	16°11.233'N	95°3.344'O
17	16°13.029'N	94°49.524'O	36	16°11.154'N	95°4.706'O
18	16°13.169'N	94°49.323'O	37	16°11.300'N	95°6.069'O
19	16°13.394'N	94°49.128'O	38	16°12.514'N	95°6.000'O

Tabla I.1.3 : Coordenadas geográficas que delimitan el polígono uno (Santa María del Mar y San Mateo del Mar)

Polígono 2

Las coordenadas geográficas que delimitan el área del polígono son las que se muestran a continuación (Tabla I.4).

COORDENADAS UTM					
No.	X	Y	No.	X	Y
1	285275	1829152	26	286077	1823275
2	285838	1828921	27	286080	1823075
3	285945	1828870	28	285884	1823041
4	286528	1828689	29	285869	1822971
5	286655	1828681	30	285739	1822849
6	286804	1828657	31	285688	1822875
7	286940	1828650	32	285613	1822574
8	287013	1828638	33	285481	1822562
9	287149	1828631	34	285441	1822898
10	287517	1828564	35	285312	1822882
11	287682	1828548	36	285249	1821999
12	287780	1828511	37	285172	1821912
13	287957	1828261	38	285217	1822792
14	288083	1828079	39	284821	1822806
15	288166	1827970	40	284812	1822922
16	288461	1827812	41	283964	1822918
17	288594	1827496	42	283810	1824877
18	288671	1827495	43	283587	1825208
19	289501	1827157	44	284147	1825334
20	289859	1826952	45	284247	1825677
21	289174	1825677	46	284603	1826889
22	287625	1822831	47	284654	1826887
23	286973	1823148	48	284667	1827706
24	286310	1823151	49	284853	1827707
25	286193	1823282	50	285275	1829152

Tabla I.1.4 : Coordenadas geográficas que delimitan el polígono uno (El Espinal)

Área de influencia del proyecto

El área de influencia del proyecto se tomo partiendo de la posible interacción que pueden tener el proyecto con respecto a los medios bióticos y abióticos de la región y la división política de los municipios se muestra en la Figura I.1.3 y las coordenadas en la Tabla I.1.5.

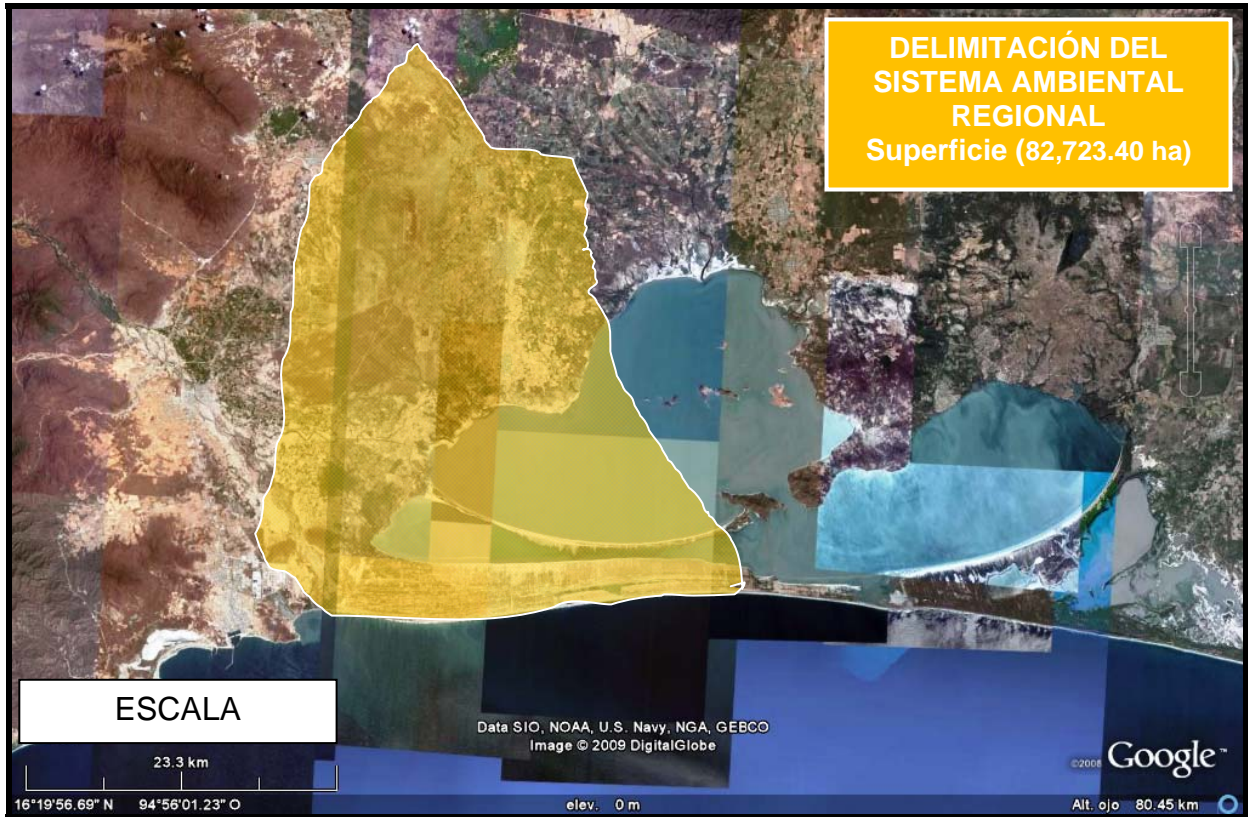


Figura I. 1. 3 : Área de influencia del proyecto, Fuente GoogleEarth 2008

Límite	N	O
1	16° 29.825'	94° 46.799'
2	16° 30.183'	95° 5.809'
3	16° 9.881'	95° 8.348'
4	16° 9.203'	94° 48.142'

Tabla I.1. 5 : Coordenadas geográficas que delimitan el área de influencia de proyecto.

6. Dimensiones del proyecto

Con el objetivo de generar un mejor desglose de las superficies que se tendrán las dos partes dentro del proyecto se presentan a manera de polígonos la descripción de áreas.

Proyectos dispersos en una zona o región

La superficie total de las obras de las que se compondrá el proyecto se presenta en la siguiente tabla (Tabla I.1.6 y Tabla I.1.7).

POLIGONO UNO					
No	SUPERFICIE	SUPERFICIE	PORCENTAJE DEL ÁREA REGIONAL DEL PROYECTO	PORCENTAJE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	PORCENTAJE DEL ÁREA DE OBRAS DEL PROYECTO
		Héctareas			
2	Superficie de construcción				
3	Área firme de aerogeneradores	3.384	0.004090741	0.029451056	0.000116878
4	Área total de maniobras de aerogeneradores	28.2	0.034089508	0.245425469	0.000973986
6	Superficie de Subestación	2	0.002417696	0.017406062	0.057142857
7	Superficies requeridas para caminos de acceso	23.79	0.028758489	0.207045103	0.679714286
8	Superficies a desmontar (vegetación forestal)	15.349	0.018554605	0.13358282	0.438542857
9	Superficie que ocuparán las obras y servicios de apoyo	0	0	0	0
11	Almacén de combustibles	0.002	2.4177E-06	1.74061E-05	5.71429E-05
12	Almacén de Residuos No Peligrosos	0.002	2.4177E-06	1.74061E-05	5.71429E-05
13	Almacén de Residuos Peligrosos	0.002	2.4177E-06	1.74061E-05	5.71429E-05
14	Bodegas	0	0	0	0
16	Talleres	0	0	0	0
17	Campamentos	0	0	0	0
18	Dormitorios	0	0	0	0
19	Superficie correspondiente a áreas libres o verdes		99.91208171	99.36703727	97.92202857
20	TOTAL DE PORCENTAJE	57.38	0.069363687	0.499379909	0.738119436

Tabla I.1.6 : Superficie total de la infraestructura y de cada una de las obras que la componen el polígono uno.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional sector eléctrico
 Proyecto: "PARQUE EÓLICO ISTMEÑO"

POLIGONO DOS					
No	SUPERFICIE	SUPERFICIE	PORCENTAJE DEL ÁREA REGIONAL DEL PROYECTO	PORCENTAJE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	PORCENTAJE DEL ÁREA DE OBRAS DEL PROYECTO
		Héctareas			
2	Superficie de construcción				
3	Área firme de aerogeneradores	0.79	0.00095499	0.006875394	0.062352013
4	Área total de maniobras de aerogeneradores	6.6	0.007978395	0.057440003	0.520915549
6	Superficie de Subestación	2	0.002417696	0.017406062	0.157853197
7	Superficies requeridas para caminos de acceso	11.19	0.013527007	0.097386915	0.883188635
8	Superficies a desmontar (vegetación forestal)	3.89	0.004702418	0.03385479	0.307024467
9	Superficie que ocuparán las obras y servicios de apoyo		0	0	0
11	Almacén de combustibles	0.002	2.4177E-06	1.74061E-05	0.000157853
12	Almacén de Residuos No Peligrosos	0.002	2.4177E-06	1.74061E-05	0.000157853
13	Almacén de Residuos Peligrosos	0.002	2.4177E-06	1.74061E-05	0.000157853
14	Bodegas	0	0	0	0
15	Talleres	0	0	0	0
17	Campamentos	0	0	0	0
18	Dormitorios	0	0	0	0
19	Superficie correspondiente a áreas libres o verdes		99.97041224	99.99964322	99.98318742
20	TOTAL	20.586	0.02958776	0.21301538	1.93180742

Tabla I. 1. 7 : Superficie total de la infraestructura y de cada una de las obras que la componen el polígono dos.

I.2. Datos generales del promoverte

1. Nombre o razón social

Energía Alternativa Istmeña S. DE R.L.C.V

COPIA PÚBLICA

I.3 Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental

1. Nombre o razón social

INGESA, S.A. DE C.V.

2. RFC

Protección datos
LFTAIPG

3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

4. RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio

Protección datos personales
LFTAIPG

5. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio

Protección datos personales LFTAIPG

6. Cédula profesional de los responsables técnicos de la elaboración del estudio

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

7. Dirección de los responsables del estudio

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

7.1 Datos de los participantes en el estudio

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG



Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG



Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

Área de participación:

- Cap I. Datos generales del proyecto, del promovente, y del responsable del estudio de impacto ambiental.
- Cap II. Descripción del proyecto
- Cap III. Vinculación con ordenamientos legales
- Cap IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto. Inventario Ambiental.
- Cap V. Identificación, Descripción y evaluación de los impactos ambientales.
- Cap VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales.
- Cap VII. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas.
- Cap VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

Biol. Mauricio Rafael Mantilla Blandón

COPIA

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Frac. VI, LFTAIPG

Tec. Juan Antonio Méndez Bermúdez

Protección datos personales LFTAIPG

Índice

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO	27
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	27
II.1.1 Naturaleza del proyecto.....	27
II.1.2. Justificación y objetivos	29
1.1.2.1 Disponibilidad del recurso.....	36
II.1.3. Inversión requerida.....	38
Polígono 1	38
Polígono 2	39
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO	40
II.2.1. Descripción de las obras y actividades.....	40
II.2.1.1 Descripción de la central Eoloeléctricas	40
Polígono 1 (Santa María del Mar y San Mateo del Mar)	40
Subestación Virgen del Carmen	43
II.2.1.1 Descripción de la central Eoloeléctricas	47
Polígono 2 (El Espinal)	47
II.2.1.2 Subestación Virgen de Guadalupe	52
II.2.2. Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas	55
Polígono 1 Santa María del Mar y San Mateo del Mar	55
Construcción de caminos de acceso	55
Almacenes, bodegas y talleres.....	57
Almacén de combustibles	57
Almacén de Residuos Sólidos	60
Almacén de Residuos Peligrosos.....	60
Bodegas.....	63
Talleres	63
Campamentos, dormitorios, comedores.....	63
Instalaciones sanitarias	64
Bancos de material.....	64
Planta de tratamiento de aguas residuales.....	64
Sitios para la disposición de residuos.....	64
Oficinas.....	64
Polígono 2 El Espinal.....	65
Construcción de caminos de acceso	65
Almacenes, bodegas y talleres.....	68
Almacén de combustibles	68
Almacén de Residuos Sólidos	70
Almacén de Residuos Peligrosos.....	71
Bodegas.....	73
Talleres	73
Campamentos, dormitorios, comedores.....	74
Instalaciones sanitarias	74
Bancos de material.....	74
Planta de tratamiento de aguas residuales.....	74
Oficinas.....	75
II.2.3. Ubicación del proyecto	75
II.2.3.1 Superficie total requerida.....	76
Área Regional del Proyecto o Sistema Ambiental Regional	76
Áreas de Influencia del Proyecto o Sistema Ambiental Local	77
Área de Obras del Proyecto.....	78
II.2.3.2. Vías de acceso al área donde se desarrollarán las obras o actividades	84
II.2.3.3. Descripción de servicios requeridos	85
Polígono 1.....	85
Polígono 2.....	86
II.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES	88
II.3.1 Programa general de trabajo	88
Polígono 1	88
Polígono 2	88
II.3.2 Selección del sitio o trayectoria	88

Criterios de selección.....	88
Polígono 1.....	88
Técnicos.....	88
Ecológicos.....	88
Económicos.....	89
Sociales.....	89
Políticos.....	90
Infraestructura y estímulos.....	90
Polígono 2.....	90
Técnicos.....	90
Ecológicos.....	91
Económicos.....	91
Sociales.....	91
Políticos.....	92
Infraestructura y estímulos.....	92
II.3.2.1. Estudios de campo.....	92
Polígono 1.....	92
Hidrológicos.....	92
Topográficos.....	93
Fauna.....	93
Flora.....	93
Potencial Eólico.....	93
Polígono 2.....	93
Hidrológicos.....	93
Topográficos.....	94
Fauna.....	94
Flora.....	94
Potencial Eólico.....	94
II.3.2.2. Sitios o trayectorias alternativas.....	94
II.3.2.3. Situación legal del o los sitios del proyecto y tipo de propiedad.....	95
Polígono 1.....	95
Polígono 2.....	95
II.3.2.4. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias.....	96
Polígono 1.....	97
Polígono 2.....	97
II.3.2.5. Urbanización del área.....	98
Polígono 1.....	98
Polígono 2.....	99
II.3.2.6. Área natural protegida.....	100
II.3.2.7. Otras áreas de atención prioritaria.....	100
Polígono 1.....	100
Polígono 2.....	101
II.3.3. Preparación del sitio y construcción.....	102
II.3.3.1. Preparación del sitio.....	102
Polígono 1.....	102
Polígono 2.....	105
II.3.3.2. Construcción.....	108
Polígono 1.....	108
Polígono 2.....	113
II.3.4. Operación y mantenimiento.....	113
Polígono 1.....	113
Operación.....	113
Mantenimiento.....	115
Polígono 2.....	116
Operación.....	116
II.3.4.1. Programa de operación.....	119
Polígono 1.....	119
a) Cronograma general de las actividades (tipo Gantt) que se realizarán en esta etapa.....	119
b) Descripción general de los procesos principales.....	119
c) Descripción detallada de las tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos y gaseosos.....	119
Polígono 2.....	120

a) Cronograma general de las actividades (tipo Gantt) que se realizarán en esta etapa.....	120
b) Descripción general de los procesos principales.	120
c). Descripción detallada de las tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos y gaseosos.....	120
II.3.4.2. Programa de mantenimiento predictivo y preventivo	121
Polígono 1.....	121
a) Detalle de las actividades de mantenimiento y como su periodicidad	121
Servicio A	121
Servicio B	122
Servicio C.....	122
Servicio Adicional X.....	122
b) Calendarización desglosada de los equipos y obras que requieren mantenimiento.....	123
c) Tipo de reparaciones a sistemas, equipos (incluir aquellos que durante el mantenimiento generen residuos líquidos y sólidos peligrosos y no peligrosos) y obras	123
Polígono 2.....	123
a) Detalle de las actividades de mantenimiento y como su periodicidad	123
Servicio A	124
Servicio B	124
Servicio C.....	124
Servicio Adicional X.....	125
Sustitución de Piezas	125
Prueba de Seguridad	125
b) Calendarización desglosada de los equipos y obras que requieren mantenimiento.....	125
c) Tipo de reparaciones a sistemas, equipos (incluir aquellos que durante el mantenimiento generen residuos líquidos y sólidos peligrosos y no peligrosos) y obras	126
II.3.5. Abandono del sitio	126
Estimación de la vida útil del proyecto	126
Cronograma de abandono y desmantelamiento de las instalaciones	126
II.4. REQUERIMIENTO DE PERSONAL E INSUMOS	129
II.4.1. Personal	129
Polígono 1	129
Polígono 2	130
II.4.2. Insumos.....	131
II.4.2.1. Agua	132
II.4.2.2. Materiales y sustancias	134
II.4.2.3. Energía y combustibles	136
II.4.2.4. Maquinaria y equipo	137
II.5. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	139
Residuos sólidos no peligrosos	139
II.5.2. Manejo de residuos peligrosos y no peligrosos	140
Generación de Residuos	140
Residuos Peligrosos	140
Residuos No Peligrosos.....	141
II.5.3. Disposición final de residuos peligrosos y no peligrosos.....	142
II.5.3.1. Sitios de tiro.....	142
Ubicación del sitio de tiro	142
Residuos Peligrosos	142
Residuos No Peligrosos.....	143
II.5.3.2. Confinamientos de residuos peligrosos	143
II.5.3.3. Tiraderos municipales.....	144
II.5.3.4. Rellenos sanitarios	144
II.6. GENERACIÓN, MANEJO Y DESCARGA DE RESIDUOS LÍQUIDOS, LODOS Y AGUAS RESIDUALES.....	144
II.6.1. Generación	144
II.6.1.1. Residuos líquidos	144
II.6.1.2. Agua residual.....	145
II.6.2. Manejo.....	145
II.6.3. Disposición final (incluye aguas de origen pluvial)	145
II.6.3.1. Características.....	146
II.6.3.2. Cuerpos de agua	146
II.6.3.3. Suelo y subsuelo	146
II.6.3.4. Drenajes	146
II.7. GENERACIÓN, MANEJO Y CONTROL DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA	146

II.8. CONTAMINACIÓN POR RUIDO, VIBRACIONES, RADIATIVIDAD, TÉRMICA O LUMINOSA	148
Contaminación por Ruido	149
Intensidad en decibeles y duración del ruido en cada una de las actividades del proyecto	149
Preparación	149
Construcción	149
Operación	149
Fuentes emisoras de ruido de fondo en cada una de las etapas del proyecto	153
Dispositivos de control de ruido	154
II.9. MEDIDAS DE SEGURIDAD	154
II.9.1 Señalización y medidas preventivas.....	154
II.10. IDENTIFICACIÓN DE LAS POSIBLES AFECTACIONES AL AMBIENTE QUE SON CARACTERÍSTICAS DEL O LOS TIPOS DE PROYECTO	155

COPIA PÚBLICA

Índice de Figuras

Figura II. 2 : Central piloto La Venta I de 1.5 MW con 12 años de servicio. Fuente CFE, 2002.....	32
Figura II. 3 : Central eólica La Venta II, en la fase de pruebas de operación el 14 de noviembre de 2006. Fuente: INGESA 2007.....	33
Figura II. 4 : Extracto de la carta "Áreas eoloenergéticas, uso potencial", de la lámina "Energía: Producción, Consumo y Recursos Potenciales", (UNAM, 1991).....	37
Figura II. 5 : Vista panorámica del aerogenerador FUHLÄNDER FL 2250-80.....	50
Figura II. 6 : Delimitación de Sistema Ambiental Regional.....	76
Figura II. 7 : Delimitación de Sistema Ambiental Local.....	77
Figura II. 8 : Delimitación del Área del Proyecto.....	79
Figura II. 9 : Uso de suelo y vegetación del área de estudio (Inventario Nacional Forestal, 2000).	96
Figura II. 10 : Regiones Marinas Prioritarias, mapa digital CONABIO, última actualización 2002.....	101
Figura II. 11 : Producción en horas de las 85 turbinas correspondientes al polígono uno.....	114
Figura II. 12 : Producción en Gwh/año de 85 aerogeneradores del Polígono uno.....	114
Figura II. 13 : Producción en horas de las 56 turbinas correspondientes a el polígono uno.....	115
Figura II. 14 : Producción en Gwh/año de los 85 aerogeneradores del polígono uno.....	115
Figura II. 15 : Producción en horas de las 33 turbinas correspondientes a El Espinal.....	118
Figura II. 16 : Producción en Gwh/año de los 33 aerogeneradores de El Espinal.....	118
Figura II. 17 : Propagación del Ruido con la distancia.....	150
Figura II. 18 : Niveles de ruido generados por el aerogenerador modelados a una distancia de 700m.....	151
Figura II. 19 : Niveles de ruido esperados por dos aerogeneradores continuos.....	152

Índice de Tablas

Tabla II. 1 : Inversión requerida para el polígono de Santa María del Mar y San Mateo del Mar.....	39
Tabla II. 2 : Inversión requerida para el polígono de El Espinal.....	39
Tabla II. 3 : Características Generales de aerogenerador del polígono uno.....	41
Tabla II. 4 : Características del Rotor.....	42
Tabla II. 5 : Características de Multiplicador.....	42
Tabla II. 6 : Características de Pala.....	42
Tabla II. 7 : Características de Generador.....	42
Tabla II. 8 : Características del Sistema de orientación.....	42
Tabla II. 9 : Características del sistema de frenado.....	42
Tabla II. 10 : Características del sistema de control.....	42
Tabla II. 11 : Características del sistema de control.....	43
Tabla II. 12 : Características del Rotor.....	48
Tabla II. 13 : Características del Rotor.....	49
Tabla II. 14 : Características del Rotor.....	49
Tabla II. 15 : Características del Sistema de orientación, sistema de frenado y sistema de control.....	49
Tabla II. 16 : Características de la torre.....	50
Tabla II. 17 : Características de la torre.....	50
Tabla II. 18 : Coordenadas de el almacén de combustibles.....	58
Tabla II. 19 : Coordenadas del almacén de residuos no peligrosos.....	60
Tabla II. 20 : Coordenadas del almacén de residuos peligrosos.....	63
Tabla II. 21 : Coordenadas de el almacén de combustibles.....	68
Tabla II. 22 : Coordenadas de el almacén de residuos no peligrosos.....	70
Tabla II. 23 : Coordenadas del almacén de residuos peligrosos.....	73
Tabla II. 24 : Superficies totales de las tres áreas del proyecto.....	80
Tabla II. 25 : Superficie total requerida del polígono 1.....	81
Tabla II. 26 : Superficie total requerida del polígono 2.....	82
Tabla II. 27 : Condensado del Área de los dos polígonos del proyecto.....	83
Tabla II. 28 : Cobertura de los servicios municipales. Fuente: Enciclopedia de los municipios Oaxaca.....	86
Tabla II. 29 : Cobertura de los servicios municipales. Fuente: Enciclopedia de los municipios Oaxaca.....	87
Tabla II. 30 : Cobertura de los servicios municipales. Fuente: Enciclopedia de los municipios Oaxaca.....	99
Tabla II. 31 : Cobertura de los servicios municipales. Fuente: Enciclopedia de los municipios Oaxaca.....	100
Tabla II. 32 : Producción por aerogenerador dentro de polígono dos.....	117
Tabla II. 33 : Calendario de Mantenimiento.....	123
Tabla II. 34 : Calendario de Mantenimiento.....	126
Tabla II. 35 : Cronograma de desmantelamiento.....	128

Tabla II. 36: Personal requerido para la construcción del polígono uno.....	129
Tabla II. 37 : Personal requerido para la construcción del polígono dos.....	130
Tabla II. 38 : Insumos necesarios dentro de las actividades del polígono uno	131
Tabla II. 39 : Insumos necesarios dentro de las actividades del polígono dos	131
Tabla II. 40 : Consumo de agua potable durante las actividades del proyecto dentro del polígono uno.....	132
Tabla II. 41 : Consumo de agua potable durante las actividades del proyecto dentro del polígono dos.....	133
Tabla II. 42 : Materiales e sustancias a utilizar en el polígono uno.....	134
Tabla II. 43 : Sustancias a utilizar en el polígono uno.....	134
Tabla II. 44 : Materiales e sustancias a utilizar en el polígono dos.....	135
Tabla II. 45 : Sustancias a utilizar en el polígono dos	135
Tabla II. 46 : Maquinaria y equipo a utilizar dentro del polígono uno	138
Tabla II. 47 : Maquinaria y equipo a utilizar dentro del polígono dos	138
Tabla II. 48 : Generación de residuos	139
Tabla II. 49 : Volumen estimado de disposición de residuos	143
Tabla II. 50 : Volumen estimado de disposición de residuos	143
Tabla II. 51 : Aguas residuales por la construcción del proyecto.....	145
Tabla II. 52 : Factores de emisión de contaminantes para fuentes móviles.....	147
Tabla II. 53 : Niveles de ruido	150
Tabla II. 54 : Comportamiento de ruido de un aerogenerador a través de la distancia.....	152
Tabla II. 55 : Comportamiento de ruido de dos aerogeneradores.....	153

COPIA PÚBLICA

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

II.1. Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto Parque Eólico Istmeño se está desarrollando bajo la modalidad de autoabastecimiento y comprende dos obras principales, las cuales son la construcción, puesta en marcha y operación para la misma sociedad de un parque eólico en dos áreas diferentes para la generación de energía eólica y una subestación para cada uno de los polígonos que componen el Parque Eólico Istmeño. Debido a las necesidades de los socios autoconsumidores, se tendrá que no sólo considerar el área de Santa María y San Mateo, sino también del Espinal, para poder complementar las necesidades eléctricas.

Cada uno de los polígonos contará con condiciones distintas de construcción y generación. Para el polígono que se ubicara dentro de la agencia municipal de Santa María del Mar y el municipio de San Mateo del Mar se contará con un potencial de 320.07 MW. Por su parte el polígono que se ubicará en el municipio de El Espinal contará con un total de 74.91 MW instalados. El proyecto será llevado a cabo por la empresa Energía Alterna Istmeña S. DE R.L.C.V.

Los aerogeneradores que se ubicarán en el polígono de Santa María del Mar y San Mateo del Mar son marca Fuhrländer y corresponden al modelo Fuhrländer FL 2250 con una altura de 80 metros de torre y tres palas que al girar abarcan una circunferencia de 80 metros de diámetro. Estarán alineados y separados entre sí en aproximadamente 230 metros, de tal manera que formarán un parque eólico localizado en la región del Istmo sobre un brazo de tierra formado por la laguna Inferior y el Golfo de Tehuantepec en el Municipio de San Mateo del Mar y la agencia municipal de Santa María del Mar, Estado de Oaxaca.

Los aerogeneradores a instalar en el polígono de El Espinal serán marca Fuhrländer y corresponden al modelo FL 2270-80 con una altura de buje de 80 metros y tres palas que al girar abarcan una circunferencia de 80 metros de diámetro. Estarán alineados y separados entre sí 230 m, de tal manera que formarán un parque eólico en 4 líneas

localizado en la región del Istmo sobre el municipio de El Espinal ubicado al lado superior izquierdo del municipio de Juchitán de Zaragoza, Estado de Oaxaca.

Los proyectos asociados al Parque Eólico que se ubicará en el municipio de San Mateo del Mar y Santa María del Mar son la continuación y ensanchamiento del camino existente. El acceso al parque se realizará a través de la población de San Pedro Huilotepec a partir de este punto se sigue la carretera hacia el sureste que lleva al poblado de Huazantlan del Río. Se sigue la carretera que corre hacia el este que lleva a la colonia Juárez, posteriormente a la laguna Quirio, el poblado de San Mateo del Mar que entra en los límites del parque y finalmente se llega a la agencia municipal de Santa María del Mar. Una obra asociada al proyecto que también se incluirá dentro del proyecto es construcción de una Subestación Eléctrica.

Para la construcción del polígono que se ubicará en San Mateo del Mar y Santa María del Mar se ensancharán los caminos que se tiene actualmente contruidos y que se encuentran dentro del recorrido que trazaran la maquinaria de construcción. También se crearán nuevos caminos con la finalidad de preparar, construir y operar los aerogeneradores. Para ver los caminos de los que estar compuesto el proyecto se puede observar el Anexo II.1 y II.2.

Dentro del polígono en el municipio de El Espinal se habilitarán los caminos que comunican a los diferentes ejidos. A diferencia del polígono que se encuentran es Santa María del Mar-San Mateo del Mar la accesibilidad y estado de los caminos es excelente. El acceso al poblado del El Espinal donde se colocará el polígono de aerogeneradores tiene una entrada principal que es la carretera estatal número 49 que llega al municipio por el lado sur. Es importante mencionar que dada la ubicación del municipio existen varios caminos de terracería que llegan a los diferentes predios. Como obra asociada al proyecto también será la construcción de una subestación eléctrica dentro del área del polígono.

La totalidad del proyecto se llevará por etapas y en tiempos distintos en su mayoría. La infraestructura necesaria para llevar a cabo las labores de preparación, construcción y operación se obtendrá de los municipios aledaños en cada una de las etapas. La cantidad

de personal que demandará la construcción de proyecto así como de infraestructura necesaria se encuentra prácticamente cubierta con lo que se tiene en la región.

II.1.2. Justificación y objetivos

La evolución en la generación de energía eléctrica en el país se hace notar cuando al crecer la demanda nacional se busca además de modernizar e incrementar la infraestructura existente, diversificar las opciones de generación al adoptar e instalar centrales con nuevas tecnologías, así como las modalidades de inversión y operación para la generación de electricidad.

En México se ha caminado un gran trecho en este sector desde que comenzó la generación de electricidad en el país en el año de 1898, con la creación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) el 14 de agosto de 1937, y con la nacionalización de la industria eléctrica el 27 de septiembre de 1960, reservando el desarrollo del sector eléctrico para el gobierno federal, hasta llegar al proceso de apertura que se ha desarrollado a partir del sexenio de 1988 hasta la fecha.

En los últimos 20 años, el desarrollo del sector eléctrico mexicano ha enfrentado cambios estructurales muy notorios que han desembocado en una participación cada vez mayor de la inversión privada nacional y extranjera bajo diferentes esquemas y en la modificación del papel que desempeñan las empresas eléctricas estatales, la CFE y Luz y Fuerza del Centro (LFC) en el desarrollo de dicho sector. (Sánchez et al., 2004)

La década de los noventa constituyó un parteaguas para la industria eléctrica a nivel mundial. En primer lugar, el desarrollo de la tecnología permitió incorporar el proceso de ciclo combinado, que emplea gas natural como combustible y que, además de constituir un proceso más limpio, ambientalmente hablando, en comparación con el uso de combustóleo o del carbón, va asociado a una alta eficiencia en la generación de energía eléctrica, como resultado de la tendencia mundial a usar tecnologías más limpias y más eficientes. (SENER, 2002a).

A los cambios tecnológicos anteriores se sumaron las transformaciones económicas y políticas mundiales asociadas al proceso de globalización, que propiciaron un movimiento

surgido desde los países desarrollados a través de sus consorcios transnacionales y los organismos financieros internacionales.

De acuerdo con la Comisión Reguladora de Energía (CRE), desde los comienzos de sus operaciones hasta septiembre de 2003, se habían otorgado 234 permisos que permanecen vigentes, para desarrollar proyectos de inversión en las cinco modalidades de participación de la inversión privada en el sector eléctrico, de ellos casi las tres cuartas partes corresponden a proyectos de autoabastecimiento con el 69,2% del total de permisos emitidos (CRE, 2003).

Del total de los permisos emitidos, 87 de ellos corresponden a permisos de la modalidad de autoabastecimiento emitidos antes de 1992, destacando por su importancia los que corresponden a la empresa pública Petróleos Mexicanos (PEMEX), y a las empresas del ramo azucarero; a Altos Hornos de México, Ispat Mexicana e Hylsa, en el ramo siderúrgico; así como a algunas empresas cementeras, químicas, mineras y del ramo manufacturero, cuya gran capacidad productiva y la naturaleza de sus procesos industriales las obligan a asegurarse un abastecimiento de energía eléctrica continuo y sin problemas de suspensión de servicio, por lo que optaron por el esquema de autoabastecimiento para asegurar sus necesidades de consumo eléctrico y solicitaron autorizaciones para operar en estas condiciones desde hace más de diez años (CRE, 2003).

Se puede apreciar dentro de la Información que otorga la CRE la distribución nacional de capacidad autorizada a permisionarios privados y públicos de electricidad según modalidad y entidad federativa hasta septiembre de 2003. Se incluyen las centrales en construcción e inactivas, sin considerar a los Productores Independientes de Energía.

Hasta el año 2003 se autorizó en el estado de Oaxaca de entre 1 200 a 1 900 MW exclusivamente para la modalidad de autoabastecimiento. De los cuales aproximadamente el 75% de los Mw autorizados se encuentran en construcción.

En 1973, la crisis petrolera internacional ocasionó el renacimiento del desarrollo de aerogeneradores y para 1980 comenzó su aplicación comercial de manera incipiente.

Para finales del año 2000, en el mundo ya había cerca de 16 500 MW eoloeléctricos (conectados a los sistemas eléctricos convencionales) que generaron cerca de 36 TWh durante el año 2000 (REWP, 2000).

Los países líderes en capacidad eoloeléctrica instalada son: Alemania, Estados Unidos, España, Dinamarca, India, Países Bajos, Reino Unido, China, Italia y Suecia. La Unión Europea se propone contar con 40 000 MW eoloeléctricos para el año 2010, mientras que en Estados Unidos se habla de 10 000 MW eoloeléctricos para el mismo año y de 80 000 para el año 2020 (Borja, 2000).

En el ámbito internacional, el motivo principal para aplicar la tecnología eoloeléctrica en escala significativa ha sido mitigar la emisión de gases de efecto invernadero, en respuesta a la preocupación mundial por el Cambio Climático Global. En este contexto los esfuerzos por reducir la emisión de gases de efecto invernadero en los países industrializados (a niveles inferiores a los de 1990, de acuerdo con el Protocolo de Kyoto), serán neutralizados de manera significativa en la medida en que los países en transición incrementen su capacidad de generación de electricidad con base en la quema de combustibles fósiles (Borja, 2000).

Desde el año 2000 se retomó el tema surgido en 1994 cuando, la empresa danesa VESTAS junto con la CFE, instalaron siete aerogeneradores con capacidad individual de 225 kW como parte de una prueba piloto para medir la fuerza del viento, mediante el proyecto conocido como La Venta I (Figura II.2).



Figura II. 1 : **Central piloto La Venta I de 1.5 MW con 12 años de servicio. Fuente CFE, 2002**

En octubre del año 2000, el Gobierno del Estado de Oaxaca, con el apoyo del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), organizó un "Coloquio Internacional sobre Oportunidades para el Desarrollo Eoloeléctrico de La Ventosa, Oaxaca", el cual después de hacer contacto con empresas internacionales y nacionales se concretaron proyectos para la región, que fueron inscritos bajo el modelo de Proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio dentro del marco del Protocolo de Kyoto (Borja, 2000).

México se encuentra en una etapa de transición y posee una cantidad importante de recurso eoloenergético (por lo menos suficiente para instalar entre 3 000 y 5 000 MW de capacidad eoloeléctrica, según estimaciones realizadas en el seno de la CFE y del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE). (Hiriart, 2000, Borja, 1999). Otras fuentes citan un potencial eléctrico para el sur del Istmo de Tehuantepec entre los 2 000 y 3 000 MW (Acosta, 2006).

Se tienen proyectados la instalación de 2 500 MW al 2014 en el sur del Istmo de Tehuantepec, mediante centrales de generación eoloeléctricas tanto por la CFE mediante licitaciones públicas internacionales con capacidades de 589 MW, como por empresas privadas bajo el esquema de autoabastecimiento (Acosta, 2006).

De acuerdo con la Asociación Mexicana de Desarrolladores de Energía Eólica (AMDEE) en el horizonte comprendido entre los años 2007 al 2014 se planea instalar un total de 2 500 MW en proyectos dentro del corredor eólico del Istmo. Esto representa una inversión directa en la región de \$4 650 000 000 USD, una derrama económica asociada de 200 millones de pesos anuales a partir de la entrada en operación comercial de las centrales, creando alrededor de 5 000 empleos temporales y 500 empleos directos. Dentro de este desarrollo se desplazaría la importación de alrededor de 100 000 millones de pies cúbicos de gas natural anuales lo que representa un ahorro de aproximadamente \$700 000 000 USD. Lo cual representaría el comienzo de la diversidad del portafolio de energías renovables en el país. (AMDEE, 2006).

Al año 2006, entró en operaciones la central eólica La Venta II (Figura II.3) de la CFE con capacidad instalada de 83.3 MW y 98 aerogeneradores erigidos, esta central cuenta con su punto de interconexión a la red en la subestación Juchitán II. Este proyecto sentó las bases para los proyectos a gran escala de energías renovables utilizando el potencial eólico del estado de Oaxaca.



Figura II. 2 : **Central eólica La Venta II, en la fase de pruebas de operación el 14 de noviembre de 2006. Fuente: INGESA 2007.**

El proyecto del Parque Eólico Istmeño corresponde a dos centrales de generación eoelectrónica para autoabastecimiento con capacidad de 320.07 MW (Santa María del Mar – San Mateo del Mar) y 74.91 MW (El Espinal).

Este proyecto cuenta con obras asociadas al proyecto, tal es el caso de la línea de transmisión eléctrica, estas obras de infraestructura son esenciales para el funcionamiento de los polígonos de generación eléctrica ya que satisfacen una necesidad operativa fundamental que es el desfogue de la electricidad generada mediante la interconexión con la red de transmisión y distribución de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Para su interconexión con la red de CFE, los polígonos de Santa María del Mar-San Mateo del Mar y El Espinal contemplan la construcción de una subestación para de allí enlazar con la subestación transformadora de "La Ventosa".

La integración de la potencia generada en el polígono (Santa María del Mar y San Mateo del Mar) a la red de 230 kV se realizará a través de la subestación La Ventosa, a esta subestación se llegará a través de una línea de 230 kV desde la SET Virgen del Carmen con una relación de transformación 30/230kV mediante un trafo de 200 MVA.

Para la integración de la potencia generada en el polígono (El Espinal) está previsto montar una subestación 34/230 kV SET Virgen de Guadalupe a la que se conectarán mediante líneas subterráneas todos los aerogeneradores.

El desarrollo del Parque Eólico Istmeño cuenta con características técnicas que se basan en la más avanzada tecnología. Las principales atribuciones de este proyecto son la generación de energía eléctrica con una fuente renovable y un nivel de impacto mínimo.

Este tipo de generación de energía eléctrica trae consigo un sin fin de beneficios económicos, sociales y ambientales al lugar donde se instale el proyecto y al desarrollo del país.

El grado de sustentabilidad que se pretende obtener de este proyecto cuando este funcionando al 100 % de su capacidad es muy alto, esto debido a que la fuente de abastecimiento del colector eólico es totalmente renovable y limpia. Este tipo de proyecto no solamente incluye un alto grado de eficiencia técnica, también brindan la posibilidad de potenciar el desarrollo económico y social de la región donde se instalará. Es importante destacar que una vez desarrollados la mayoría de los proyectos eólicos en el

Istmo de Tehuantepec el crecimiento de la zona traerá consigo un beneficio económico para los pobladores de esta zona a manera de infraestructura, generación de empleo y turismo entre otras.

Otro factor importante es la solides con la que se proyectan las inversiones del sector eléctrico. Según el estudio de POISE (Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico-CFE), las posibles ventas y consumo de energía tendrá un crecimiento sostenido del 5,7 % anual, por tanto, es de suma importancia el desarrollo del Parque Eólico Istmeño para apoyar a la generación de energía del sector eléctrico, abatir costos de producción y consumo y minimizar el impacto por la generación de energía a base de hidrocarburos. Aunado a esto el aprovechamiento de fuentes renovables, como industria ecológicamente limpia, ayudaría al cumplimiento de las políticas y objetivos del Plan Nacional de Desarrollo y la responsabilidad de México para cumplir con el Protocolo de Kyoto.

COPIA PÚBLICA

1.1.2.1 Disponibilidad del recurso

Criterios

A partir de los resultados publicados en el documento "Wind Energy Resource Atlas of Oaxaca" [Atlas de los recursos eólicos del estado de Oaxaca] (Elliot et al., 2004), que fue publicado en agosto de 2003 por el Laboratorio Nacional de Energías Renovables de los Estados Unidos, el cual le otorga a los terrenos del polígono Santa María del Mar-San Mateo del Mar de categoría de 7, mientras que para el polígono de El Espinal la categoría es 6 y que en la proximidad a este polígono se encuentran en funcionamiento centrales eoloelectricas como La Venta I y La Venta II, se determinó la selección del sitio conforme a los siguientes criterios:

La disponibilidad y comportamiento de los vientos en la zona

En este criterio se comenzó con la investigación de gabinete logrando grandes avances en cuanto a la discusión de la mejor ubicación para los polígonos de los aerogeneradores, una vez terminadas las labores de gabinete se prosiguió a concretar un estudio específico de la zona, siendo toda esta zona factible para la instalación de los aerogeneradores.

La cuantificación del potencial del estado de Oaxaca se llevó a cabo con el patrocinio de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y el mapeo lo realizó el Laboratorio Nacional de Energía Renovable (National Renewable Energy Laboratory) perteneciente al Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE por sus siglas en inglés).

El resultado de estos esfuerzos es el documento "Wind Energy Resource Atlas of Oaxaca" [Atlas de los recursos eólicos del estado de Oaxaca] (Elliot et al., 2004), que fue publicado en agosto del 2003 y esta a disposición del público en general en el sitio de Internet de la Comisión Nacional para el Ahorro de energía (CONAE www.conae.gob.mx).

Dicho documento presenta los mapas de distribución eólica para todo el estado con una certeza de unos 2,58 km² basados en lecturas satelitales (con una precisión de 50 metros), y que fueron validados por la Comisión Nacional del Agua, mediante datos aportados por 300 estaciones anemométricas, climatológicas e hidrológicas.

Iniciando con los trabajos de gabinete para el proyecto, de acuerdo con el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, en su publicación del Atlas de México en el año 1991, dentro de la sección de economía, en la lámina titulada "Energía: Producción, Consumo y Recursos Potenciales" en el mapa denominado "Áreas eoloenergéticas, uso potencial"¹, no se tenía identificado como un lugar con posibilidades eoloenergéticas a la zona del Istmo de Tehuantepec, sin embargo si se consideró como una zona tentativa para la instalación de centrales de generación a gran escala, como se muestra en el extracto que se presenta a continuación (Figura II.4).

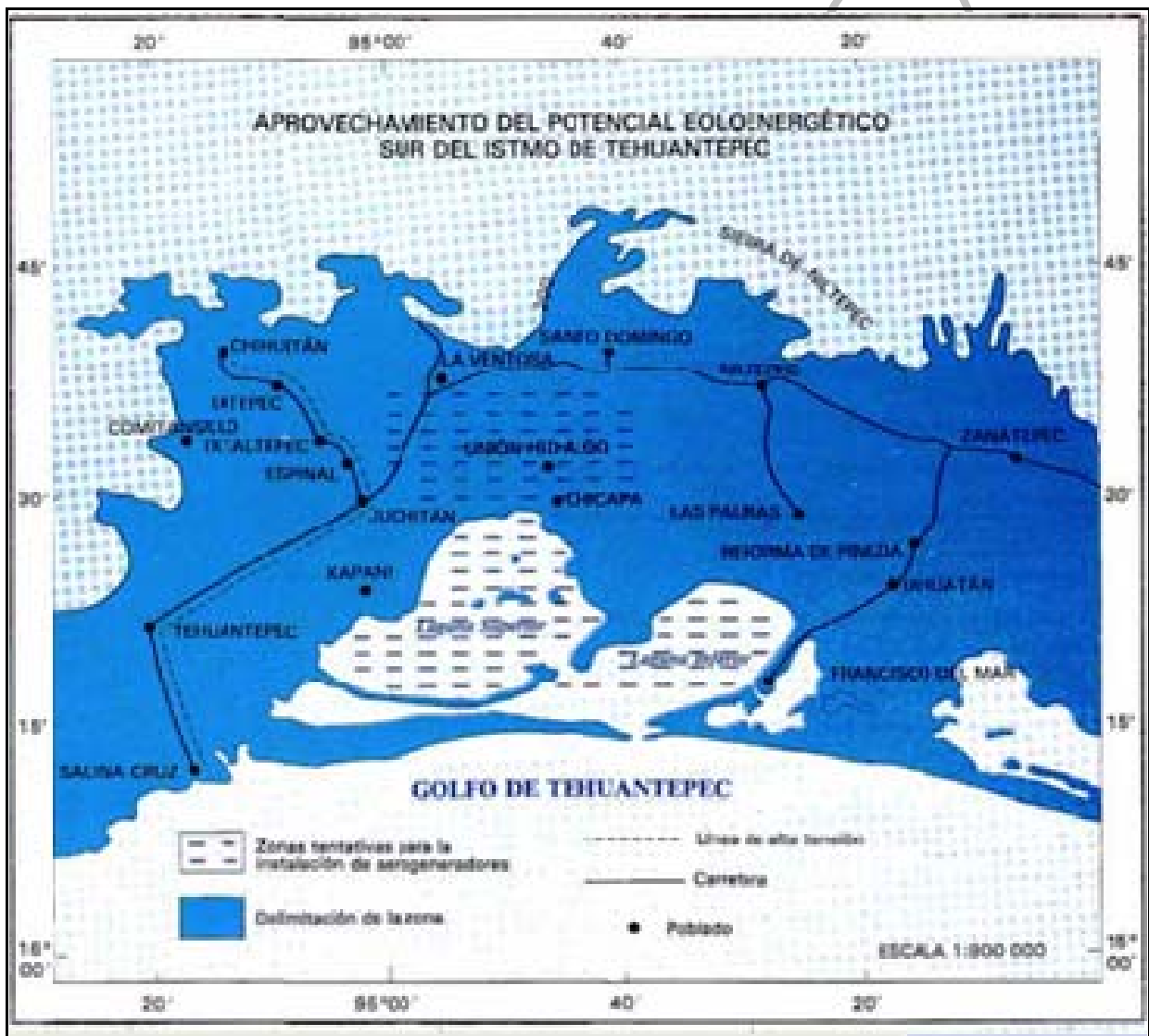


Figura II. 3 : Extracto de la carta "Áreas eoloenergéticas, uso potencial", de la lámina "Energía: Producción, Consumo y Recursos Potenciales", (UNAM, 1991)

¹ Periodo de medición comprendido entre 1970 – 1979, con anemómetros a 10 metros de altura.

Los aerogeneradores del polígono uno estarán alineados a lo largo de aproximadamente 30 kilómetros distribuidos a los vientos dominantes en la zona en dos líneas y su orientación es este-oeste. Condición favorable para la instalación y operación del parque, por lo que se le agregó otro elemento más para la determinación de la localización del polígono uno (Santa María del Mar y San Mateo del Mar). La agencia municipal de Santa María del Mar y el municipio de San Mateo del Mar, presenta las características idóneas para la generación eoloeléctrica, al tener la máxima velocidad del viento en la zona (Velocidades medias anuales superiores a los 10 m/s)

Los aerogeneradores que se ubicarán en el predio de El Espinal estarán alineados a lo largo de aproximadamente 15 kilómetros distribuidos a los vientos dominantes en la zona en cuatro líneas y su orientación es este-oeste. Estas condiciones son favorables para la instalación de la localización del polígono dos. El municipio de El Espinal presenta las características idóneas para la generación eoloeléctrica.

Posterior a la información de gabinete, se instalaron en la zona torres anemométricas, mismas que mediante mediciones que ya datan de varios años, han permitido corroborar la presencia del importante recurso eólico existente en el área. Por lo anterior, desde la planeación del proyecto, la empresa evaluó la posibilidad de adquirir el derecho de paso a través de los predios de los ejidatarios y pequeños propietarios del área. Por tal razón, a la fecha la empresa ha celebrado contratos de arrendamiento con el ejido del Espinal y de usufructo con el ejido de Santa María, mientras que se encuentra en pláticas con el ejido de San Mateo del Mar, los cuales, ya han tenido un efecto económico positivo para los pobladores de la región, y permitirán el desarrollo del proyecto durante varios años.

II.1.3. Inversión requerida

La inversión requerida para llevar a cabo todo el proyecto será invertida en diferentes tiempos. Cada uno de las dos etapas que componen al proyecto tiene inversión distinta.

Polígono 1

Para el este polígono Santa María del Mar y San Mateo del Mar se tendrá la siguiente inversión.²

² Paridad obtenida de: <http://www.banamex.com/esp/finanzas/divisas/divisas.html> el día 2 de agosto de 2008

Inversión requerida				
Fase	Capacidad a instalar (MW)	Costo millones (pesos)	Costo millones (dlr)	Costo millones (€)
Única	320.07	\$8,947.53	\$643.71	\$481.01

Tabla II. 1 : Inversión requerida para el polígono de Santa María del Mar y San Mateo del Mar

Costos de operación

Los gastos de mantenimiento son generalmente muy bajos cuando las turbinas son completamente nuevas, pero que aumentan algo conforme la turbina va envejeciendo. Para las máquinas más nuevas los rangos estimados son del 1.5 al 2 por ciento al año de la inversión inicial del aerogenerador.

Costos para la aplicación de las medidas de prevención y mitigación

Los costos que se derivan de la aplicación de las medidas de mitigación para esta etapa del proyecto ya están considerados e incluidos en las partidas presupuestadas para la obra civil e infraestructuras durante el periodo de construcción y en el presupuesto para operación y mantenimiento durante el periodo de operación del parque eoloelectrico.

Polígono 2

Para este polígono de El Espinal se tendrá la siguiente inversión.³

Inversión requerida				
Fase	Capacidad a instalar (MW)	Costo millones (pesos)	Costo millones (dlr)	Costo millones (€)
Parque El Espinal	74.19	\$2,069.90	\$148.91	\$111.29
SET Virgen de Guadalupe	NA	\$73,994,917.16	\$7,604,821.91	\$4,843,360.03
Monto de la inversión total	NA	\$73.99	\$7.60	\$4.84

Tabla II. 2 : Inversión requerida para el polígono de El Espinal.

³ Paridad obtenida de; <http://www.banamex.com/esp/finanzas/divisas/divisas.html> el día 15 de Marzo de 2009

II.2. Características particulares del proyecto

II.2.1. Descripción de las obras y actividades

La construcción de cada uno de los polígonos que conforman el Parque Eólico Istmeño se compone de tres etapas, preparación, construcción y operación. Dentro de estas actividades están incluidas obras asociadas como talleres de mantenimiento, construcción de caminos, habilitación de caminos y almacenes.

La descripción de las características básicas de los dos polígonos se presenta a continuación de acuerdo a la guía de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para la presentación de Manifestaciones de Impacto Ambiental en la Modalidad Regional, Sector Eléctrico.

II.2.1.1 Descripción de la central Eoloeléctricas

Polígono 1 (Santa María del Mar y San Mateo del Mar)

El parque se compone de un total de 141 máquinas. El proyecto se ha planteado con aerogeneradores marca Fuhrländer, concretamente el modelo Fuhrländer FL 2250-80, con 2 270 kW de potencia instalada neta, una altura al buje de 80 m y un diámetro de rotor de 80 m.

Casi a la mitad del parque está previsto montar una subestación 34/230 kV a la que se conectarán mediante líneas subterráneas todos los aerogeneradores.

Cada aerogenerador está controlado por un ordenador y a través de la red de control del parque se lleva la información a un centro de mando desde el que se maneja y controla la totalidad del parque.

Los aerogeneradores seleccionados para la operación del polígono uno son del modelo Fuhrländer FL 2250-80 con capacidad de generación de 2 270 kW por torre, cuyas principales características son las siguientes:

Altura torre: 80 m

Diámetro rotor: 80 m

Nº de palas: 3

Velocidad del rotor: 10.9 – 19,1 m/s

Velocidad del viento conexión: 4,0 m/s

Potencia nominal neto: 2 270 kW

Velocidad de parada: 25 m/s

El rotor tiene un diámetro de 80 m. con una potencia real de 2 270 kW de acuerdo a las condiciones climatológicas de la región. La turbina emplea los conceptos de control Pitch y de velocidad variable. Con estas características la generación de potencia se mantendrá hasta velocidades de viento de 25 m/s así también respecto a la temperatura y densidad del aire, que permite operar con una velocidad de rotor variable (RPM).

A bajas velocidades de viento, hasta de 4 m/s, la operación a velocidad variable maximiza la potencia de salida mediante la optimización de la velocidad y el ángulo de paso, el cual también permite minimizar el ruido de la turbina.

En las siguientes se muestran las características generales de las turbinas eólicas que serán instaladas dentro del polígono uno (Tabla II.3 a II.11)

Características Generales	
Número de aerogeneradores	141
Potencia nominal del aerogenerador	2,270 Kw
Potencia instalada	320,07 MW
Altura de la torre	80 m
Diámetro del rotor	80 m

Tabla II. 3 : **Características Generales de aerogenerador del polígono uno**

Rotor	
Número de palas	3
Diámetro	80 m
Orientación	Barlovento
Área barrida	5,026 m ²
Rango velocidad giro	10,9 – 19,1 rpm
Velocidad viento conexión	4,0 m/s
Velocidad viento desconexión	25 m/s
Ángulo de tilt	5°

Tabla II. 4 : **Características del Rotor**

Multiplicador	
Relación de transmisión	1:68,1

Tabla II. 5 : **Características de Multiplicador**

Pala	
Longitud	38,8 m
Material	Fibra vidrio reforzado con epoxy y fibras de carbono
Tipo	RISØP + FFA-W3

Tabla II. 6: **Características de Pala**

Generadores	
Tipo	Asíncrono VCS
Potencia nominal neto	2,27 MW
Velocidad giro	700 – 1.300 rpm
Tensión	690 V
Frecuencia	50 Hz \pm 2%

Tabla II. 7: **Características de Generador**

Sistema de orientación	
Rodamiento	Rodamiento de bolas, unido a la torre por el aro exterior
Moto-reductores	3 moto-reductores eléctricos, con etapas reductoras sin-fin y planetario
Freno	Freno de disco 600 mm de diámetro

Tabla II. 8: **Características del Sistema de orientación**

Sistema de frenado	
Principal	Aerodinámicos en palas
Seguridad	Freno mecánico en eje rápido

Tabla II. 9: **Características del sistema de frenado**

Sistema de control	
Tipo	Microprocesador programable

Tabla II. 10: **Características del sistema de control**

Torre	
Tipo	Torre de acero tronco cónica
Altura	80 m
Tramos	3

Protección	Galvanizado pintura epoxy
Material	S355J2G3/NL

Tabla II. 11: **Características del sistema de control**

Superficie que ocuparán los aerogeneradores

La torre de cimentación de cada aerogenerador será de 240 m² y la superficie que ocuparán los aerogeneradores en este polígono será de 3.384 ha.

Características particulares del aerogenerador

Las características particulares del aerogenerador se muestran en el Anexo II.5.

La superficie que ocuparán cada uno de los aerogeneradores para su cimentación será de 240 metros cuadrados particularmente, mientras que el área total de maniobras para los 141 aerogeneradores será de 28.2 ha de área de maniobras y en total incluyendo el área de cimentación.

Subestación Virgen del Carmen

Número de transformadores

Un transformador de potencia de 260 MVA, relación 230/34 kV, de intemperie, aislado con aceite mineral, con regulación en carga en el lado de alta tensión y grupo de conexión YNd11.

Las celdas de salida de línea van dotadas de seccionador de puesta a tierra y de un transformador de intensidad por fase. También dispone de un transformador de intensidad por fase la celda de conexión al transformador de potencia.

Transformador de servicios auxiliares. La celda de servicios auxiliares alimenta un transformador trifásico de aislamiento seco de 50 kVA, relación $34\pm 2,5\% \pm 5\% \pm 7,5\% / 0,420-0,242$ kV, el cual irá instalado en la misma sala de celdas.

Transformadores de intensidad. Montados junto a los interruptores de 230 kV de las posiciones de línea-transformador, se instalarán nueve transformadores de intensidad, tres por cada posición, que alimentarán los circuitos de medida y protección.

Transformadores de tensión. En uno de los extremos del embarrado principal se instalarán tres transformadores de tensión inductivos.

COPIA PÚBLICA

Número de fases

Trifásica (3 fases)

Capacidad en megavoltios amperios (MVA)

Capacidad de 260 MVA.

Relación de transformación

Dicha subestación, que se denominará "S.E. Virgen del Carmen", conectará el parque eólico con la red de transporte de 230 KV con un transformador cuya relación de transformación será 230/34 KV.

Numero de alimentadores

La subestación será alimentada por 15 líneas alimentadoras, 9 correspondientes a los aerogeneradores ubicados en Santa María del Mar y 6 más correspondientes al municipio de San Mateo del Mar.

Superficie y características del cuarto de control

En la sala de control irá ubicada en lo correspondiente al control, protección, comunicación, servicios auxiliares en BT, etc. necesarios para el correcto funcionamiento de la Subestación.

Dicho cuarto contará con las características necesarias que lo resguardarse de las condiciones climatologías del lugar.

La superficie aproximada de la subestación es de 20 000 metros cuadrados.

Características de diseño de la barda perimetral

El cerramiento que delimitará el terreno destinado a alojar la Subestación estará formado por una malla metálica rematada en su parte superior con alambre de espino, fijado todo sobre postes metálicos de 48,3 mm de diámetro, colocados cada 2,50 m. La sujeción de los postes al suelo se realizará mediante dados de hormigón, rematándose el espacio entre dados con un bordillo prefabricado. El cerramiento así constituido tendrá una altura de 2,30 m sobre el terreno.

Se instalarán para el acceso a la Subestación dos puertas metálicas, una peatonal de una hoja y 1 m de anchura y otra para el acceso de vehículos de dos hojas y 6 m de anchura.

Sistemas de tierras

Se dotará a la instalación de una malla de tierra inferior enterrada a 0,60 m de profundidad, que permita reducir las tensiones de paso y de contacto a niveles admisibles, anulando el peligro de electrocución del personal que transite tanto por el interior como por el exterior de la instalación.

Según lo establecido en la normativa, se conectarán a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión, normalmente, pero que pueden estarlo como consecuencia de averías, accidentes, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo, se unirán a la malla de tierra:

- los chasis y bastidores de los aparatos de maniobra.
- los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- las puertas metálicas de los locales.
- las vallas y cerramientos metálicos.
- la estructura metálica (columnas, soportes, pórticos, etc.).
- los blindajes metálicos de los cables.
- las tuberías y conductos metálicos.
- las carcasas de transformadores, motores y otras máquinas.

Se conectarán directamente a tierra, sin uniones desmontables intermedias, los siguientes elementos, que se consideran puestas a tierra de servicio:

- los neutros de transformadores de potencia y medida.
- los hilos de tierra de las líneas aéreas.
- los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- las tomas de tierra de las autoválvulas para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.

Las conexiones previstas se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales de aleación de cobre, que permitan no superar la

temperatura de 200° C en las uniones y que aseguren la permanencia de la unión. Se hará uso de soldaduras aluminotérmicas Cadweld de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

Para el cálculo de la malla de tierra se tendrá en consideración la intensidad de cortocircuito monofásico en el sistema de 230 kV y la resistividad del terreno.

Todos los pararrayos de 230 kV y 34 kV irán directamente conectados a tierra.

Las características específicas de la Subestación se muestran en el Anexo II.4.

II.2.1.1 Descripción de la central Eoloeléctricas

Polígono 2 (El Espinal)

El parque se compone de un total de 33 máquinas. El proyecto se ha planteado con aerogeneradores marca Fuhrländer, concretamente el modelo Fuhrländer FL 2250-80, con 2.270 kW de potencia instalada neta, una altura al buje de 80 m y un diámetro de rotor de 80 m. Ver la Figura II.5.

Al Noreste del parque, está previsto montar una subestación 34/230 kV a la que se conectarán mediante líneas subterráneas todos los aerogeneradores.

Cada aerogenerador está controlado por un ordenador y a través de la red de control del parque se lleva la información a un centro de mando desde el que se maneja y controla la totalidad del parque.

Los aerogeneradores seleccionados para la operación del polígono uno son del modelo Fuhrländer FL 2250-80 con capacidad de generación de 2 270 kW por torre, cuyas principales características son las siguientes:

Altura torre: 80 m

Diámetro rotor: 80 m

Nº de palas: 3

Velocidad del rotor: 10.9 – 19,1 m/s

Velocidad del viento conexión: 4,0 m/s

Potencia nominal: 2 270 kW

Velocidad de parada: 25 m/s

El rotor tiene un diámetro de 80 m. con una potencia nominal neta de 2 270 kW. La turbina emplea los conceptos de control Pitch y de velocidad variable. Con estas características la generación de potencia se mantendrá hasta velocidades de viento de 25 m/s así también respecto a la temperatura y densidad del aire, que permite opere con una velocidad de rotor variable (RPM).

A bajas velocidades de viento, hasta de 4 m/s, la operación a velocidad variable maximiza la potencia de salida mediante la optimización de la velocidad y el ángulo de paso, el cual también permite minimizar el ruido de la turbina.

En las siguientes tablas se muestran las características generales de las turbinas eólicas que serán instaladas dentro de El Espinal (Tabla II.12 a 20)

Características de los aerogeneradores

El Rotor que tiene el aerogenerador FUHLÄNDER FL 2250-80 es la que se observan en la Tabla II.12

Rotor	
Concepto	Magnitud
Número de palas	3
Diámetro	80 m
Orientación	Barlovento
Área barrida	5.026 m ²
Rango velocidad giro	10,9 – 19,1 rpm
Velocidad viento conexión	4,0 m/s
Velocidad viento desconexión	25 m/s
Ángulo de tilt	5°

Tabla II. 12: **Características del Rotor**

El multiplicador con el que contará el aerogenerador tendrá una relación de transmisión de 1:68,1. Las características de la Pala o aspa se muestran en la siguiente Tabla II.13.

Pala de aerogenerador	
Concepto	Magnitud
Longitud	38,8 m
Material	Fibra vidrio reforzado con epoxy y fibras de carbono
Tipo	RISØP + FFA-W3

Tabla II. 13: **Características del Rotor**

Los generadores que contendrá la góndola del aerogenerador contarán con las características que se muestran en la siguiente Tabla II.14.

Pala de aerogenerador	
Concepto	Magnitud
Tipo	Asíncrono VCS
Potencia nominal neta	2,27 MW
Velocidad giro	700 – 1.300 rpm
Tensión	690 V
Frecuencia	50 Hz \pm 2%

Tabla II. 14: **Características del Rotor**

En la tabla que se muestra a continuación (Tabla II.15) contienen la información respecto al sistema de orientación, frenado y control.

Sistema de orientación	
Concepto	Magnitud
Rodamiento	Rodamiento de bolas, unido a la torre por el aro exterior
Moto-reductores	3 moto-reductores eléctricos, con etapas reductoras sin-fin y planetario
Freno	Freno de disco 600 mm de diámetro
Sistema de Frenado	
Concepto	Magnitud
Principal	Aerodinámicos en palas
Seguridad	Freno mecánico en eje rápido
Sistema de control	
Concepto	Magnitud
Tipo	Microprocesador programable

Tabla II. 15: **Características del Sistema de orientación, sistema de frenado y sistema de control**

La torre que sostendrá al aerogenerador es una de las partes más importantes del proyecto, el proveedor de los aerogeneradores del polígono dos cuenta con materiales de alta calidad para esto (Tabla II.16)

Torre de aerogenerador	
Concepto	Magnitud
Tipo	Torre de acero tronco cónica
Altura	80 m
Tramos	3

Protección	Galvanizado pintura epoxy
Material	S355J2G3/NL

Tabla II. 16 : **Características de la torre.**

Las características de los transformadores que se instalarán el polígono dos se muestran en la Tabla II.17.

Características de los transformadores 0,69/34 kV	
Concepto	Magnitud
Número	1
Potencia	2,7 kVA
Tensión primaria	34 kV \pm 2,5%
Tensión secundaria	690 V
Grupo de conexión	Dyn5
Frecuencia	50 Hz

Tabla II. 17: **Características de la torre.**



Figura II. 4 : **Vista panorámica del aerogenerador FUHLÄNDER FL 2250-80**

Características particulares del aerogenerador

Las características particulares del aerogenerador se muestran en el Anexo II.5.

La superficie que ocuparán cada uno de los aerogeneradores para su cimentación será de 240 metros cuadrados particularmente, mientras que el área total de maniobras para este polígono será de 0.792. Ha para la cimentación y en total de área incluyendo área de maniobras y cimentación es de 6.6 ha.

COPIA PÚBLICA

II.2.1.2 Subestación Virgen de Guadalupe

Número de transformadores

Dos transformadores de potencia de 75 MVA, relación 230/34 kV de intemperie, aislado con aceite mineral, con regulación en carga en el lado de alta tensión y grupo de conexión YNd11.

La alimentación general de S.A. de corriente alterna se realizará mediante un transformador seco de 50 kVA, relación 34/0,420-0,242 kV y grupo de conexión Dyn11.

Transformadores de intensidad. Montados junto a los interruptores de 230 kV de las posiciones de línea-transformador, se instalarán nueve transformadores de intensidad, tres por cada posición, que alimentarán los circuitos de medida y protección.

Transformadores de tensión. Para alimentar los diversos aparatos de medida y protección de circuitos de 230 kV se ha previsto la instalación de unos transformadores de tensión.

En uno de los extremos del embarrado principal se instalarán tres transformadores de tensión inductivos.

Transformador de servicios auxiliares. La celda de servicios auxiliares alimenta un transformador trifásico de aislamiento seco de 50 kVA, relación $34\pm 2,5\% \pm 5\% \pm 7,5\%$ /0,420-0,242 kV, el cual irá instalado en la misma sala de celdas.

Número de fases

Trifásica (3 fases)

Capacidad en megavoltios amperios (MVA)

Capacidad de 130 MVA

Relación de transformación

Dicha subestación, que se denominará "S.E. Virgen de Guadalupe", conectará el polígono dos con la red de transporte de 230 KV mediante un transformador cuya relación de transformación será 230/34 KV.

Numero de alimentadores

Serán 6 alimentadores los que llegarán a la subestación provenientes del armado del polígono dos.

Superficie y características del cuarto de control

En el cuarto de control irá ubicado en lo correspondiente al control, protección, comunicación, servicios auxiliares en BT, etc. necesarios para el correcto funcionamiento de la Subestación.

Dicho cuarto contará con las características necesarias que lo resguardarse de las condiciones climatologías del lugar.

La superficie aproximada de la subestación es de 20 000 metros cuadrados.

Características de diseño de la barda perimetral

El cerramiento que delimitará el terreno destinado a alojar la Subestación estará formado por una malla metálica rematada en su parte superior con alambre de espino, fijado todo sobre postes metálicos de 48,3 mm de diámetro, colocados cada 2,50 m. La sujeción de los postes al suelo se realizará mediante dados de hormigón, re-matándose el espacio entre dados con un bordillo prefabricado. El cerramiento así constituido tendrá una altura de 2,30 m sobre el terreno.

Se instalarán para el acceso a la Subestación dos puertas metálicas, una peatonal de una hoja y 1 m de anchura y otra para el acceso de vehículos de dos hojas y 6 m de anchura.

Sistemas de tierras

Se dotará a la instalación de una malla de tierra inferior enterrada a 0,60 m de profundidad, que permita reducir las tensiones de paso y de contacto a niveles admisibles, anulando el peligro de electrocución del personal que transite tanto por el interior como por el exterior de la instalación.

Según lo establecido en la normativa, se conectarán a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión, normalmente, pero que pueden estarlo como

consecuencia de averías, accidentes, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo, se unirán a la malla de tierra:

- los chasis y bastidores de los aparatos de maniobra.
- los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- las puertas metálicas de los locales.
- las vallas y cerramientos metálicos.
- la estructura metálica (columnas, soportes, pórticos, etc.).
- los blindajes metálicos de los cables.
- las tuberías y conductos metálicos.
- las carcasas de transformadores, motores y otras máquinas.

Se conectarán directamente a tierra, sin uniones desmontables intermedias, los siguientes elementos, que se consideran puestas a tierra de servicio:

- los neutros de transformadores de potencia y medida.
- los hilos de tierra de las líneas aéreas.
- los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- las tomas de tierra de las autoválvulas para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.

Las conexiones previstas se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales de aleación de cobre, que permitan no superar la temperatura de 200° C en las uniones y que aseguren la permanencia de la unión. Se hará uso de soldaduras aluminotérmicas Cadweld de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

Para el cálculo de la malla de tierra se tendrá en consideración la intensidad de cortocircuito monofásico en el sistema de 230 kV y la resistividad del terreno.

Todos los pararrayos de 230 kV y 34 kV irán directamente conectados a tierra.

Las características específicas de la Subestación se muestran en el Anexo II.5.

II.2.2. Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas

La construcción de los caminos de acceso a los dos polígonos de los que se compone el proyecto contemplará diferentes obras civiles. Lo anterior debido a que algunas partes de la zona donde se llevarán a cabo las labores de construcción ya cuentan con caminos y otras no. Con el fin de detallar la explicación de la construcción de caminos de acceso a continuación se explican las obras para cada uno de los polígonos. El mismo caso es para los almacenes, talleres, bodegas, etc.

Polígono 1 Santa María del Mar y San Mateo del Mar

Construcción de caminos de acceso

El polígono uno cuenta con una cantidad de caminos ya establecida. El municipio de San Mateo del Mar por donde se ingresa al polígono cuenta con una carretera revestida, que entronca con la carretera transísmica en el punto denominado Salina Cruz. Esta carretera se encuentra en buen estado, por lo que las labores de construcción de caminos consistirán en la habilitación de esta carretera para el paso de grúas y camiones de carga para la construcción.

Dentro de la agencia municipal de Santa María del Mar se encuentra un camino de terracería que vas desde el final de la población de San Mateo del Mar hasta el poblado de Santa María del Mar. Este camino se tendrá que adecuar según las especificaciones del proveedor para la el traslado e instalación de los aerogeneradores. Una parte del camino se tendrá que crear desde cero, tanto en el municipio de San Mateo del Mar como en el Municipio de Santa María del Mar.

En el Anexo II.7 muestran la red de caminos existentes con la ayuda de una foto satelital, mientras que el Anexo II.1 muestra el plano de proyecto dentro del área del polígono.

Todos los caminos antes mencionados deberán de contar al menos con las siguientes características;

Rehabilitación de caminos de acceso

Para la realización de las vialidades del proyecto se ha previsto utilizar los trazados de los caminos existentes. Las entradas que se utilizarán serán las correspondientes al acceso poniente en el polígono 1 y de ahí se partirá hacia los demás caminos necesarios.

Se han proyectado cuatro caminos para dar acceso a las alineaciones de los aerogeneradores distribuidos en 4 tendidos con orientación este-oeste. Estos caminos requieren una rehabilitación y construcción en cuanto a nivelación, cunetilla y anchura libre disponible. Muchos de estos caminos se trazarán siguiendo los caminos ya establecidos por las comunidades.

Todos los caminos presentarán han de tener las siguientes características:

- Anchura mínima: 5,0 m (en caminos a acondicionar, si existe una alineación recta de longitud apreciable podría reducirse, hasta superar, como mínimo, en 0,50 m. el ancho del mayor vehículo que vaya a circular por el mismo).
- Radio mínimo: 40 m (en los caminos existentes a acondicionar, se podrán admitir radios inferiores incrementando la anchura de la plataforma hasta 9 m)
- Capacidad portante del pavimento: la que resulte de la colocación de una capa de subbase de 20 cm de granulados artificiales (zahorra) y una capa de base de 15 cm de granulados artificiales (compactada al 95% de la densidad obtenida mediante el ensayo de Proctor modificado) sobre una explanación de calidad E-2.

Caminos de servicio y áreas de maniobra

Se denominan caminos de servicio a aquellos que discurren paralelos a las alineaciones de aerogeneradores, se han definido de forma que se mantenga a distancia constante de los aerogeneradores, con el objetivo de minimizar la ocupación. La imposición de este paralelismo, obliga a la adopción de pendientes de hasta un 15%, que se consideran aceptables para los vehículos que deben circular por la instalación. Se ha procurado encajar los caminos de la forma más ventajosa, para evitar al máximo la aparición de terraplenes, que son más difíciles de integrar en el paisaje.

Sus características principales son las siguientes:

- Ancho total del camino: 5,0 m
- Pendiente máxima: 10%
- Pavimento: 20 cm. de granulados artificiales (zahorra), compactada al 95% del P.M. y 15 cm. de granulados artificiales, compactada al 95% del P.M.
- Drenaje: mediante cunetas de 1 m de anchura y 0,50 m de profundidad. En los puntos bajos relativos de la plataforma, se disponen obras de paso diseñadas con tubo de hormigón de 60 cm de diámetro.
- Desmontes: inclinación 2/1, con aristas redondeadas de radio 2 m, y plantados con hidrosiembra. Estas inclinaciones se podrían variar adaptándose a la naturaleza del terreno.
- Terraplenes: inclinación 2/1, igualmente con aristas redondeadas de radio 2 m, y plantados con hidrosiembra. Estas inclinaciones se podrían variar adaptándose a la naturaleza del terreno.

Las áreas de maniobra son pequeñas explanaciones, adyacentes a los aerogeneradores, que permiten mejor acceso para realizar la excavación de la zapata y también, el estacionamiento de la grúa de montaje de la torre, que pueda realizar las maniobras sin obstaculizar el paso por el camino. Son de forma rectangular, teniendo un área de 2 000 metros cuadrados.

La explanación del camino y las áreas de maniobra, constituyen las únicas zonas del terreno que pueden ser ocupadas, debiendo permanecer el resto del territorio en su estado natural, por lo que éste no podrá ser usado, bajo ningún concepto, para circular o estacionar vehículos, o para acopio de materiales.

La longitud de caminos que se construirán y acondicionará para en el proyecto es de 34 kilómetros.

Almacenes, bodegas y talleres

Almacén de combustibles

El almacén de combustibles contendrá el combustible que utilizarán las grúas y maquinaria que no puedan trasladarse hasta la estación servicio que se encuentra en el municipio Salina Cruz a una distancia aproximada de 24 kilómetros, mientras que la

segunda estación de servicio más cercana se encuentra a 35 kilómetros en el municipio de Juchitán de Zaragoza aproximadamente.

La ubicación del almacén será a un lado de la subestación. Las coordenadas serán las que se muestran en la Tabla II.18.

Almacén de combustibles	
W	N
94° 54.312'	16° 13.389'
94° 54.293'	16° 13.390'
94° 54.292'	16° 13.375'
94° 54.311'	16° 13.376'

Tabla II. 18: **Coordenadas de el almacén de combustibles**

Las condiciones del almacén deberán cumplir con lo siguiente;

Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento

- a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación del líquido.
- d) Cuando se almacenan combustibles líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;
- f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de combustibles almacenados;
- g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad del combustible almacenado, en lugares y formas visibles;

- h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los combustibles, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y
- i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en el apartado anterior:

- a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;
- c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;
- d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y
- e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en el apartado anterior:

- a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,
- b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los combustibles, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los combustibles almacenados;
- c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse combustibles a granel, y

- d) En los casos de áreas no techadas, los combustibles deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

En caso de incompatibilidad de los combustibles se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales. Cabe señalar que la cantidad de combustibles almacenados para la maquinaria de construcción no superará los 10 tambos de 200 litros. El área de la que constará el almacén será de 20 metros cuadrados.

Almacén de Residuos Sólidos

El manejo de los residuos sólidos que se tendrán dentro de construcción de este polígono contempla la construcción de un almacén temporal. Es importante mencionar que los contratistas que se encarguen de las obras construcción del parque tendrán la obligación de manejar los residuos sólidos que generen. No obstante contará con un almacén de residuos sólidos temporal con un área de 20 metros cuadrados como medida precautoria.

La ubicación del almacén de residuos sólidos no peligrosos será a un lado de la subestación. Las coordenadas serán las que se muestran en la Tabla II.19.

Almacén de residuos no peligrosos	
W	N
94° 54.313'	16° 13.389'
94° 54.325'	16° 13.389'
94° 54.312'	16° 13.376'
94° 54.324'	16° 13.376'

Tabla II. 19: **Coordenadas del almacén de residuos no peligrosos**

Almacén de Residuos Peligrosos

La generación de residuos peligrosos comprenderá dos etapas, la de preparación y construcción del parque y la de operación del parque. La generación de residuos durante la primera etapa será principalmente por el mantenimiento preventivo y correctivo que se le de a la maquinaria con la que se este trabajando, para lo cual se buscará que la maquinaria que pueda trasladarse a un sitio autorizado de servicio lo haga. Lo anterior con la finalidad de que el servicio y los residuos generados sean responsabilidad del prestador del servicio.

Mientras que para la etapa de operación la generación de residuos será principalmente de aceites lubricantes provenientes los aerogeneradores, el cual tiene un tiempo de vida de útil de 2 años aproximadamente, por lo que una vez que este operando el parque estos residuos se tendrán que colocar en el almacén temporal para de ahí ser recogidos y depositados en un sitios autorizado. El área de la que constará el almacén será de 20 metros cuadrados.

Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

- a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;
- f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;
- h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su

incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y

- i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas anteriormente:

- a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;
- c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;
- d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y
- e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas anteriormente:

- a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,
- b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
- c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y
- d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.

La ubicación del almacén de residuos peligrosos será a un lado de la subestación. Las coordenadas serán las que se muestran en la Tabla II.20.

Almacén de residuos peligrosos	
W	N
94° 54.326'	16° 13.389'
94° 54.336'	16° 13.389'
94° 54.325'	16° 13.376'
94° 54.335'	16° 13.376'

Tabla II. 20: **Coordenadas del almacén de residuos peligrosos**

Bodegas

Esta parte del proyecto no contempla la construcción de bodegas, ya que no se almacenarán materias primas. Lo anterior debido a que todo el material necesario para la instalación del lugar será importando en partes grandes, las cuales no requiere de almacenaje en bodegas.

Talleres

El mantenimiento de la maquinaria que ayudará con la construcción del parque eólico consistirá en preventivo y correctivo. La cantidad de maquinaria que se necesitará para la construcción del parque será principalmente para la habilitación, construcción de caminos y las grúas de instalación. Por lo que respecta a la maquinaria de construcción se procurará dar el mantenimiento en un taller cercano a la obra, mientras que las grúas de montaje recibirán mantenimiento preventivo durante la instalación del parque. Dado que las grúas son grandes y difíciles de mover el taller de mantenimiento no tendrá un lugar específico, por lo que cada vez que sea necesario dar un manteniendo preventivo se acondicionará el área donde se encuentre la grúa para hacerlo.

Campamentos, dormitorios, comedores

No se tiene contemplada la instalación de campamentos, dormitorios y comedores en la zona del predio, puesto que la mano de obra será contratada de las localidades cercanas al área del proyecto. Durante las labores de preparación y construcción del parque se

instalarán botes de basura para los residuos que generen los operadores de la maquinaria y los obreros.

Instalaciones sanitarias

Las instalaciones sanitarias consistirán en letrinas portátiles, las cuales serán contratadas por un prestador de servicio el cual se encargara de ellas. La cantidad de letrinas deberá de ser en proporción de 1 por cada 15 trabajadores. La ubicación de las letrinas se irá desplazando conforme avancen las obras de construcción, por lo que no se tendrán un lugar fijo durante las labores de preparación y construcción del proyecto.

Bancos de material

El material de construcción se obtendrá de los bancos de materiales que se encuentren en la zona donde será construido el parque eólico. El municipio de San Mateo del Mar cuenta con un banco de material autorizado por el municipio y los ejidatarios, en el caso de que no se obtenga el material suficiente de aquí se buscará un banco de material nuevo que cumpla con los permisos del municipio correspondiente.

Planta de tratamiento de aguas residuales

El proyecto no contemplar la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales dado que no se requiere por el tipo de actividades a realizar.

Sitios para la disposición de residuos

Los residuos no peligrosos se dispondrán en el tiradero municipal de Juchitán de Zaragoza. Los residuos peligrosos se dispondrán en un sitio de disposición final.

Oficinas

Las oficinas de logística del proyecto están ubicadas en el municipio de Juchitán de Zaragoza en la calle de 5 de Septiembre, Esq. Av. Hidalgo 3er. Piso Col. Centro C.P. 70000.

La empresa que se encargará de las obras mencionadas será obtenida de una licitación elaborada por el promovente.

Planta desalinizadora

El promovente del proyecto está proyectando como obra asociada y en común acuerdo y por petición de la comunidad de Santa María del Mar la construcción de una planta desalinizadora con la finalidad de ayudar a incrementar la calidad de vida de los pobladores de esta área. Dicha proyección surge con el firme interés de ayudar de alguna manera más a los pobladores de Santa María del Mar.

Línea Eléctrica

Cabe destacar que la construcción de este polígono tendrá la necesidad de que se construya una Línea de Transmisión Eléctrica para enviar la energía eléctrica producida al lugar donde va a ser utilizada. Dicha Línea de Transmisión Eléctrica esta actualmente siendo estudiada por el promovente del proyecto con la finalidad de trazar una línea que permita llevar a cabo la obra con el menor daño al medio ambiente y con la factibilidad más optima.

Polígono 2 El Espinal

Construcción de caminos de acceso

La situación de los caminos existentes en el área del polígono donde serán ubicados los aerogeneradores cuenta con una red de caminos de terracería que se encuentra en excelentes condiciones. Lo anterior debido a que el polígono tiene una red de riego para campos de cultivo y una serie de drenes de agua que permiten que el camino se mantenga en buenas condiciones a lo largo de todo el año.

Las adecuaciones que se tengan que realizar en los caminos que tiene este polígono consistirán principalmente en la rehabilitación y adaptación de los caminos existentes. Por lo que el proyecto no contempla la construcción de nuevos caminos dentro del polígono, solo las modificaciones necesarias a los existentes para poder construir el parque.

En el Anexo II.6 muestran la red de caminos existentes con la ayuda de una foto satelital, mientras que el Anexo II.2 muestra el plano de proyecto dentro del área del polígono.

La longitud de caminos que se utilizaran en el proyecto es de 17.13 kilómetros.

Todos los caminos que sena habilitados deberán de contarán al menos con las siguientes características;

Rehabilitación de caminos de acceso

Para la realización de las vialidades del proyecto se ha previsto utilizar los trazados de los caminos existentes. Las entradas que se utilizarán serán las correspondientes al acceso poniente en el polígono 1 y de ahí se partirá hacia los demás polígonos.

Se han proyectado cuatro caminos para dar acceso a las alineaciones de los aerogeneradores distribuidos en cuatro tendidos con orientación este-oeste. Estos caminos requieren una rehabilitación en cuanto a nivelación, cunetilla y anchura libre disponible.

Todos los caminos presentarán han de tener las siguientes características:

- Anchura mínima: 5,0 m (en caminos a acondicionar, si existe una alineación recta de longitud apreciable podría reducirse, hasta superar, como mínimo, en 0,50 m. el ancho del mayor vehículo que vaya a circular por el mismo).
- Radio mínimo: 40 m (en los caminos existentes a acondicionar, se podrán admitir radios inferiores incrementando la anchura de la plataforma hasta 9 m)
- Capacidad portante del pavimento: la que resulte de la colocación de una capa de subbase de 20 cm de granulados artificiales y una capa de base de 15 cm de granulados artificiales (compactada al 95% de la densidad obtenida mediante el ensayo de Proctor modificado) sobre una explanación de calidad E-2.

Caminos de servicio y áreas de maniobra

Se denominan caminos de servicio a aquellos que discurren paralelos a las alineaciones de aerogeneradores, se han definido de forma que se mantenga a distancia constante de los aerogeneradores, con el objetivo de minimizar la ocupación. La imposición de este paralelismo, obliga a la adopción de pendientes de hasta un 15%, que se consideran aceptables para los vehículos que deben circular por la instalación. Se ha procurado

encajar los caminos de la forma más ventajosa, para evitar al máximo la aparición de terraplenes, que son más difíciles de integrar en el paisaje.

Sus características principales son las siguientes:

- Ancho total del camino: 5,0 m
- Pendiente máxima: 10%
- Pavimento: 20 cm. de granulados artificiales, compactada al 95% del P.M. y 15 cm. de granulados artificiales, compactada al 95% del P.M.
- Drenaje: mediante cunetas de 1 m de anchura y 0,50 m de profundidad. En los puntos bajos relativos de la plataforma, se disponen obras de paso diseñadas con tubo de hormigón de 60 cm de diámetro.
- Desmontes: inclinación 2/1, con aristas redondeadas de radio 2 m, y plantados con hidrosiembra. Estas inclinaciones se podrían variar adaptándose a la naturaleza del terreno.
- Terraplenes: inclinación 2/1, igualmente con aristas redondeadas de radio 2 m, y plantados con hidrosiembra. Estas inclinaciones se podrían variar adaptándose a la naturaleza del terreno.

Las áreas de maniobra son pequeñas explanaciones, adyacentes a los aerogeneradores, que permiten mejor acceso para realizar la excavación de la zapata y también, el estacionamiento de la grúa de montaje de la torre, que pueda realizar las maniobras sin obstaculizar el paso por el camino. Son de forma rectangular, con un área de 2 000 metros cuadrados.

La explanación del camino y las áreas de maniobra, constituyen las únicas zonas del terreno que pueden ser ocupadas, debiendo permanecer el resto del territorio en su estado natural, por lo que éste no podrá ser usado, bajo ningún concepto, para circular o estacionar vehículos, o para acopio de materiales.

Almacenes, bodegas y talleres

Almacén de combustibles

El almacén de combustibles contendrá el combustible que utilizarán las grúas y maquinaria que no pueda trasladarse hasta la estación servicio que se encuentra en el municipio Juchitán de Zaragoza a una distancia aproximada de 10 kilómetros.

La ubicación del almacén de combustibles será a un lado de la subestación. Las coordenadas serán las que se muestran en la Tabla II.21.

Almacén de combustibles	
W	N
95° 1.017'O	16° 30.447'N
95° 1.000'O	16° 30.447'N
95° 1.016'O	16° 30.436'N
95° 0.999'O	16° 30.437'N

Tabla II. 21: **Coordenadas de el almacén de combustibles**

Las condiciones del almacén deberán cumplir con lo siguiente;

Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento

- a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación del líquido.
- d) Cuando se almacenan combustibles líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;

- f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de combustibles almacenados;
- g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad del combustible almacenado, en lugares y formas visibles;
- h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los combustibles, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y
- i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en el apartado anterior:

- a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;
- c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;
- d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y
- e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en el apartado anterior:

- a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,

- b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los combustibles, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los combustibles almacenados;
- c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse combustibles a granel, y
- d) En los casos de áreas no techadas, los combustibles deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

En caso de incompatibilidad de los combustibles se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales. Cabe señalar la cantidad de combustibles almacenados para la maquinaria de construcción no superara los 10 tambos de 200 litros. El área de la que constará el almacén será de 20 metros cuadrados.

Almacén de Residuos Sólidos

El manejo de los residuos sólidos que se tendrán dentro de construcción de este polígono contempla la construcción de un almacén temporal. Es importante mencionar que los contratistas que se encarguen de las obras construcción del parque tendrán la obligación de manejar los residuos sólidos que generen. No obstante contará con un almacén de residuos sólidos temporal con un área de 20 metros cuadrados como medida precautoria y como ayuda para el manejo de los residuos dentro del polígono.

La ubicación del almacén de residuos sólidos no peligrosos será a un lado de la subestación. Las coordenadas serán las que se muestran en la Tabla II.22.

Almacén de residuos no peligrosos	
W	N
95° 1.016'O	16° 30.435'N
95° 0.999'O	16° 30.436'N
95° 1.016'O	16° 30.427'N
95° 0.999'O	16° 30.427'N

Tabla II. 22: **Coordenadas de el almacén de residuos no peligrosos**

Almacén de Residuos Peligrosos

La generación de residuos peligrosos comprenderá dos etapas, la de preparación y construcción del parque y la de operación del parque. La generación de residuos durante la primera etapa será principalmente por el mantenimiento preventivo y correctivo que se le da a la maquinaria con la que se esté trabajando, para lo cual se buscará que la maquinaria que pueda trasladarse a un sitio autorizado de servicio lo haga. Lo anterior busca que el servicio y los residuos generados sean responsabilidad del prestador del servicio.

Mientras que para la etapa de operación la generación de residuos será principalmente de aceites lubricantes provenientes los aerogeneradores, el cual tiene un tiempo de vida de útil de 4 años aproximadamente, por lo que una vez que este operando el parque estos residuos se tendrán que colocar en el almacén temporal para de ahí ser recogidos y depositados en un sitio autorizado. El área de la que constará el almacén será de 20 metros cuadrados.

Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

- a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;

- f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;
- h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y
- i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas anteriormente:

- a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;
- c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;
- d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y
- e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas anteriormente:

- a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,
- b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
- c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y
- d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.

La ubicación del almacén de residuos peligrosos será a un lado de la subestación. Las coordenadas serán las que se muestran en la Tabla II.23.

Almacén de residuos peligrosos	
W	N
95° 1.016'O	16° 30.426'N
95° 0.999'O	16° 30.426'N
95° 1.016'O	16° 30.418'N
95° 0.999'O	16° 30.418'N

Tabla II. 23: **Coordenadas del almacén de residuos peligrosos**

Bodegas

Esta parte del proyecto no contempla la construcción de bodegas, ya que no se almacenarán materias primas. Lo anterior debido a que todo el material necesario para la instalación del lugar será importando en partes grandes, las cuales no requiere de almacenaje específico.

Talleres

El mantenimiento de la maquinaria que ayudará con la construcción del parque eólico consistirá en preventivo y correctivo. La cantidad de maquinaria que se necesitará para la construcción del parque será principalmente para la habilitación, construcción de caminos

y las grúas de instalación. Por lo que respecta a la maquinaria de construcción se procurará dar el mantenimiento en un taller cercano a la obra, mientras que las grúas de montaje recibirán mantenimiento preventivo durante la instalación del parque. Dado que las grúas son grandes y difíciles de mover el taller de mantenimiento no tendrá un lugar específico, por lo que cada vez que sea necesario dar un mantenimiento preventivo se acondicionará el área donde se encuentre la grúa para hacerlo.

Campamentos, dormitorios, comedores

No se tiene contemplada la instalación de campamentos, dormitorios y comedores en la zona del predio, puesto que la mano de obra será contratada de las localidades cercanas al área del proyecto. Durante las labores de preparación y construcción del parque se instalarán botes de basura para los residuos que generen los operadores de la maquinaria y los obreros.

Instalaciones sanitarias

Las instalaciones sanitarias consistirán en letrinas portátiles, las cuales serán contratadas por un prestador de servicio el cual se encargará de ellas. La cantidad de letrinas deberá de ser en proporción de 1 por cada 15 trabajadores. La ubicación de las letrinas se irá desplazando conforme avancen las obras de construcción, por lo que no se tendrán un lugar fijo durante las labores de preparación y construcción del proyecto.

Bancos de material

El material de construcción se obtendrá de los bancos de materiales que se encuentren en la zona donde será construido el parque eólico. En el recorrido de campo no se pudo apreciar un banco de material perteneciente al municipio de El Espinal, por lo que se buscará una vez autorizada la obra un banco de material autorizado por el municipio y los ejidatarios, en el caso de que no se obtenga el material suficiente de aquí se buscará un banco de material nuevo que cumpla con los permisos del municipio correspondiente.

Planta de tratamiento de aguas residuales

El proyecto no contempla la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales dado que no se requiere por el tipo de actividades a realizar.

Los residuos no peligrosos se dispondrán en el tiradero municipal de Juchitán de Zaragoza. Los residuos peligrosos se dispondrán en un sitio de disposición final.

Oficinas

Las oficinas de logística del proyecto están ubicadas en el municipio de Juchitán de Zaragoza en la calle de 5 de Septiembre, Esq. Av. Hidalgo 3er. Piso Col. Centro C.P. 70000.

La empresa que se encargará de las obras mencionadas será obtenida de una licitación elaborada por el promovente.

Línea Eléctrica

Cabe destacar que la construcción de este polígono tendrá la necesidad de que se construya una Línea de Transmisión Eléctrica para enviar la energía eléctrica producida al lugar donde va a ser utilizada al igual que el polígono uno. Dicha Línea de Transmisión Eléctrica esta actualmente siendo estudiada por el promovente del proyecto con la finalidad de trazar una línea que permita llevar a cabo la obra con el menor daño al medio ambiente y con la factibilidad más optima.

II.2.3. Ubicación del proyecto

El área que delimita el polígono de Santa María del Mar y San Mateo del mar, los municipios, ciudades, localidades, cuencas, subcuencas o micro cuencas que abarca o atraviesa el proyecto o conjunto de proyectos se muestra en el Anexo II.1 donde vienen las coordenadas de los aerogeneradores que serán instalados en el este polígono. Ver Lamina 1

En la Lamina 2 del El Espinal se muestra la ubicación del sitio, el área que delimita el polígono, los municipios, ciudades, localidades, cuencas, subcuencas o micro cuencas que abarca o atraviesa el proyecto o conjunto de proyectos. En el Anexo II.2 se muestran las coordenadas de los aerogeneradores que serán instalados en el este polígono.

II.2.3.1 Superficie total requerida

La superficie que requerirá el proyecto en cada uno de los polígonos es diferente, por lo que a continuación se presenta a manera de tabla el área de cada uno de los parques. Cabe destacar que el proyecto se divide en tres áreas con la finalidad de ubicar las dimensiones del mismo con su impacto en la región, en el área de influencia y su área de obras permanentes.

Área Regional del Proyecto o Sistema Ambiental Regional

El área regional del proyecto parte del área delimitada por el Sistema Ambiental Regional y se crea con la finalidad de poner en perspectiva la superficie que ocupará el proyecto respecto al área de influencia ambiental que tiene. Se hace una descripción y justificación de esta área más a fondo en el capítulo cuatro de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Regional. Donde el área total es de 82 723.40 ha como se muestra en la Tabla II. 26 y Tabla II.27. Ver Figura II.6 a continuación del SAR.

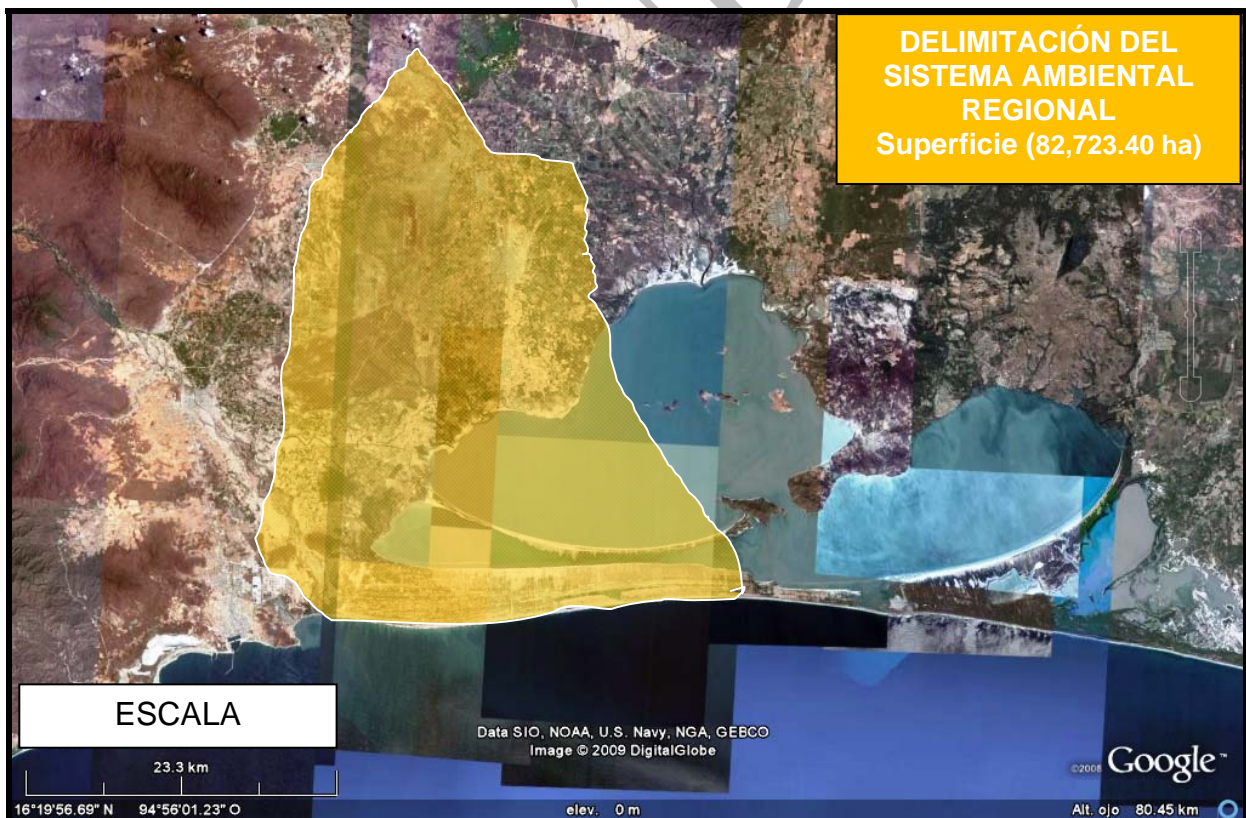


Figura II. 5 : Delimitación de Sistema Ambiental Regional

Áreas de Influencia del Proyecto o Sistema Ambiental Local

Esta área de influencia del proyecto se delimita de la superficie que políticamente tiene injerencia directa sobre cada uno de los polígonos y parte de la necesidad de ubicar dentro del área regional del proyecto un área localizada que permita detallar más el grado de ocupación que tendrá el proyecto respecto a las comunidades donde será mayor el impacto. Donde el área total es de 19,783.25 ha y sale de la suma de las áreas de influencia para el polígono uno y dos. Ver la Figura II.7 a continuación del SAL.

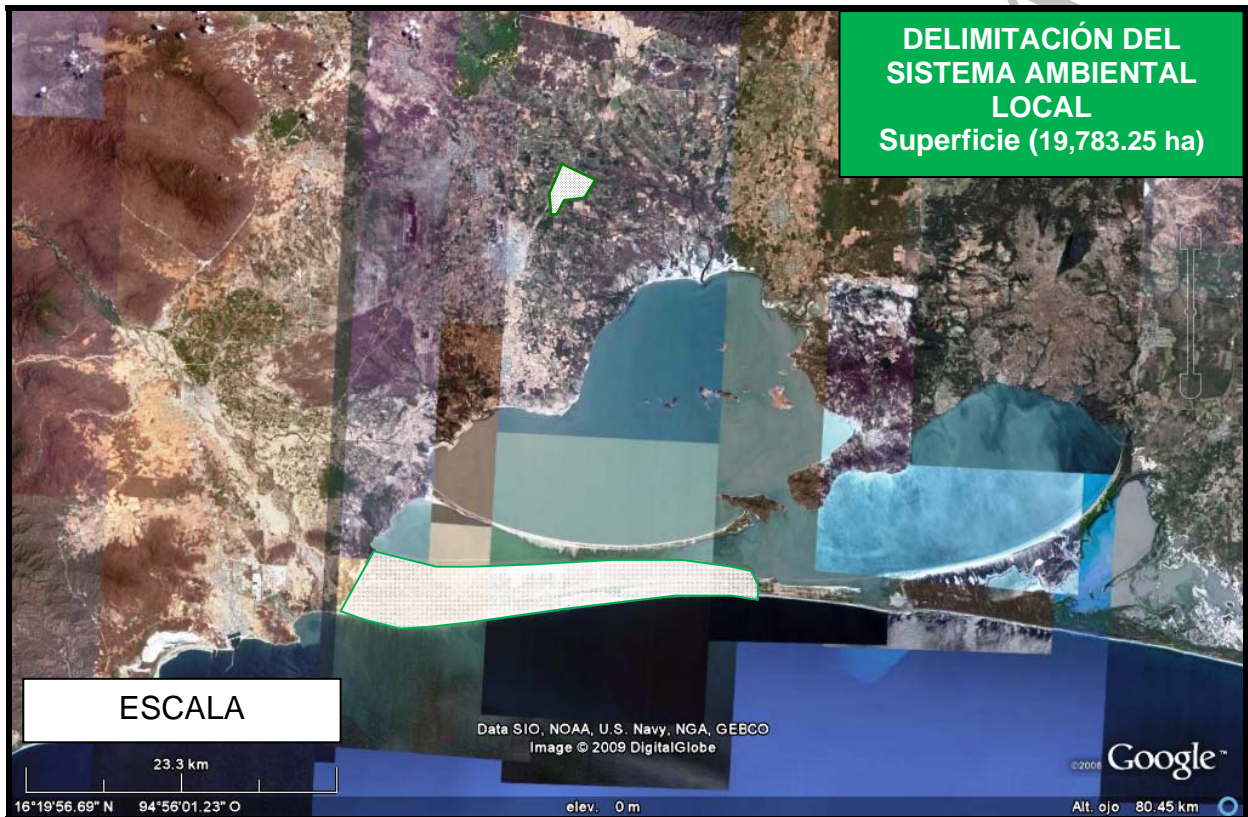


Figura II. 6 : Delimitación de Sistema Ambiental Local.

Área de Obras del Proyecto

Esta área de obras del proyecto se compone por la superficie física que tendrá las obras temporales y permanentes de cada una de las actividades que requiere el proyecto para su realización, tales como, caminos, áreas de maniobras, zapatas, subestación, etc. Esta área se compone también de las superficies que tendrán los polígonos donde se llevarán a cabo las diferentes partes del proyecto. Estos polígonos son determinados a partir del área que se renta o usufructada por parte de los gobiernos municipales o de las comunidades de Bienes Comunales donde será llevado a cabo el proyecto. Donde el área total requerida para los dos polígonos es de 4,467 ha (3500 Ha del polígono 1 y 1267 del Polígono 2) y sale de la suma de las áreas del polígono uno y dos. Estas áreas son donde se llevará a cabo el proyecto y serán afectadas de forma directa. Ver Figura II.8 a continuación del área de obras del proyecto.



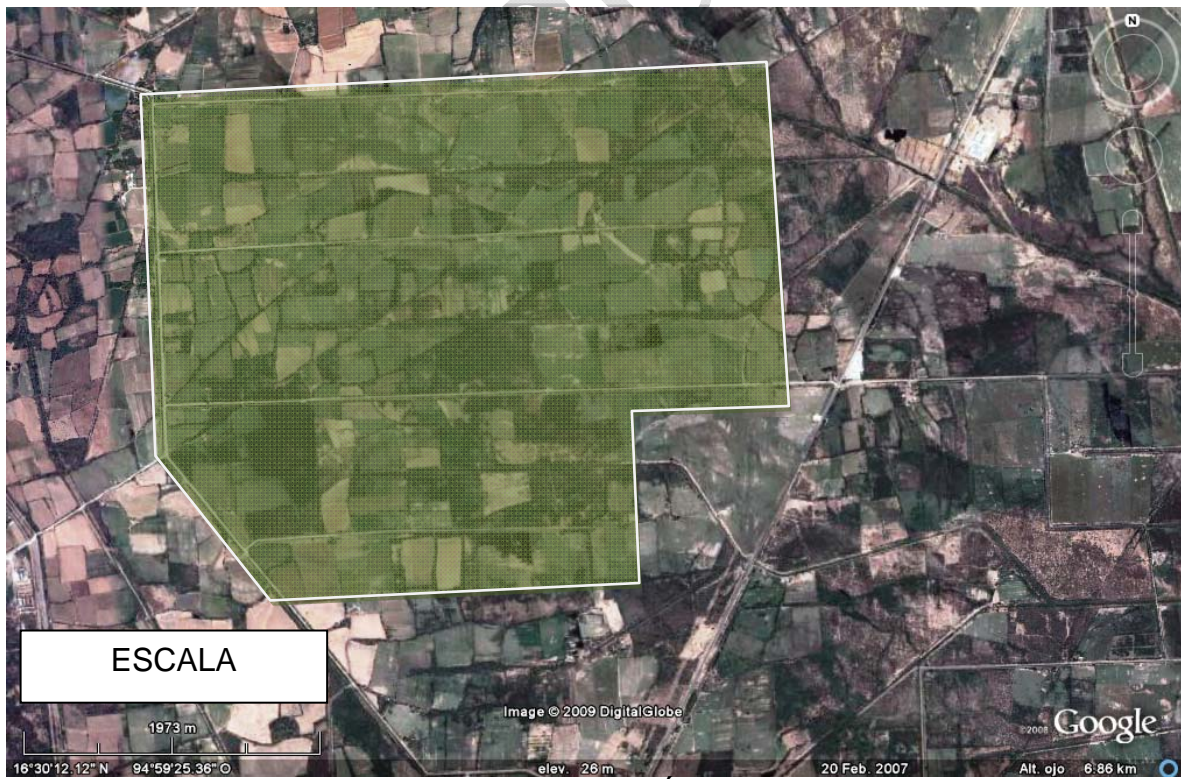


Figura II. 7 : Delimitación del Área del Proyecto.

Las superficies de las tres áreas se muestran a continuación en la siguiente Tabla II.24.

No	Áreas del Proyecto	Superficie (ha)
1	Sistema Ambiental Regional o Área Regional del Proyecto	82 723.40
2	Sistema Ambiental Local o Área de Influencia del Proyecto	19 783.25
3	Área del Proyecto	4 767

Tabla II. 24: **Superficies totales de las tres áreas del proyecto.**

Las Tablas que se muestran a continuación ponen en perspectiva las superficies que ocuparán las obras del proyecto, tales como caminos, áreas de maniobra, zapatas, subestación eléctrica entre otros respecto a las tres áreas que se menciona en los párrafos inmediatos anteriores.

La superficie total de obras requerida por el polígono uno se muestra en la Tabla II.25. La superficie total de obras requerida por el polígono uno se muestra en la Tabla II.26. El condensado de las dos Superficies se presenta en la Tabla II.27.

POLÍGONO UNO					
No	SUPERFICIE	SUPERFICIE	PORCENTAJE DEL ÁREA REGIONAL DEL PROYECTO	PORCENTAJE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	PORCENTAJE DEL ÁREA DE OBRAS DEL PROYECTO
		Héctareas			
2	Superficie de construcción				
3	Área firme de aerogeneradores	3.384	0.004090741	0.029451056	0.000116878
4	Área total de maniobras de aerogeneradores	28.2	0.034089508	0.245425469	0.000973986
6	Superficie de Subestación	2	0.002417696	0.017406062	0.057142857
7	Superficies requeridas para caminos de acceso	23.79	0.028758489	0.207045103	0.679714286
8	Superficies a desmontar (vegetación forestal)	15.349	0.018554605	0.13358282	0.438542857
9	Superficie que ocuparán las obras y servicios de apoyo				
11	Almacén de combustibles	0.002	2.4177E-06	1.74061E-05	5.71429E-05
12	Almacén de Residuos No Peligrosos	0.002	2.4177E-06	1.74061E-05	5.71429E-05
13	Almacén de Residuos Peligrosos	0.002	2.4177E-06	1.74061E-05	5.71429E-05
14	Bodegas	0	0	0	0
16	Talleres	0	0	0	0
17	Campamentos	0	0	0	0
18	Dormitorios	0	0	0	0
19	Superficie correspondiente a áreas libres o verdes		99.91208171	99.36703727	97.92202857
TOTAL DE PORCENTAJE		57.380	0.069363687	0.499379909	0.738119436

Tabla II. 25: Superficie total requerida del polígono 1.

POLÍGONO DOS					
No	SUPERFICIE	SUPERFICIE	PORCENTAJE DEL ÁREA REGIONAL DEL PROYECTO	PORCENTAJE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	PORCENTAJE DEL ÁREA DE OBRAS DEL PROYECTO
		Héctareas			
1	SUPERFICIE TOTAL		82,723.40	8293	1267
2	Superficie de construcción				
3	Área firme de aerogeneradores	0.79	0.00095499	0.006875394	0.062352013
4	Área total de maniobras de aerogeneradores	6.6	0.007978395	0.057440003	0.520915549
6	Superficie de Subestación	2	0.002417696	0.017406062	0.157853197
7	Superficies requeridas para caminos de acceso	11.19	0.013527007	0.097386915	0.883188635
8	Superficies a desmontar (vegetación forestal)	3.89	0.004702418	0.03385479	0.307024467
9	Superficie que ocuparán las obras y servicios de apoyo				
11	Almacén de combustibles	0.002	2.4177E-06	1.74061E-05	0.000157853
12	Almacén de Residuos No Peligrosos	0.002	2.4177E-06	1.74061E-05	0.000157853
13	Almacén de Residuos Peligrosos	0.002	2.4177E-06	1.74061E-05	0.000157853
14	Bodegas	0	0	0	0
15	Talleres	0	0	0	0
17	Campamentos	0	0	0	0
18	Dormitorios	0	0	0	0
19	Superficie correspondiente a áreas libres o verdes		99.97041224	99.70485952	98.06819258
TOTAL DE PORCENTAJE		20.586	0.02958776	0.21301538	1.93180742

Tabla II. 26: Superficie total requerida del polígono 2.

Condensado del Área de los dos polígonos del proyecto				
No	Superficie	Polígono 1	Polígono 2	Sumatoria
1	Área firme de aerogeneradores	3.384	0.79	4.174
2	Área total de maniobras de aerogeneradores	28.2	6.6	34.8
3	Superficie de Subestación	2	2	4
4	Superficies requeridas para caminos de acceso	23.79	11.19	34.98
5	Superficies a desmontar (vegetación forestal)	15.349	3.89	19.239
6	Superficie que ocuparán las obras y servicios de apoyo			0
7	Almacén de combustibles	0.002	0.002	0.004
8	Almacén de Residuos No Peligrosos	0.002	0.002	0.004
9	Almacén de Residuos Peligrosos	0.002	0.002	0.004
10	Bodegas	0	0	0
11	Talleres	0	0	0
12	Campamentos	0	0	0
13	Dormitorios	0	0	0
Total de Área Requerida		57.380	20.586	77.966

Tabla II. 27: Condensado del Área de los dos polígonos del proyecto

La superficie a desmontar se desglosa y analiza más detalladamente en el capítulo 5. Cabe destacar que la cantidad de hectáreas que se tienen firmadas bajo el usufructo de tierra de Santa María del Mar corresponde a una cantidad de 2 000 ha. Mientras que una cantidad similar de 1500 ha se está buscando contratar en San Mateo del Mar. El área que aparece como total del polígono es el total de hectáreas que corresponde a la franja de tierra que corresponde a San Mateo del Mar y Santa María del Mar que fue tomada para realizar el estudio.

Otro aspecto a considerar y que sirve para poner en perspectiva el área de ocupación del proyecto es el porcentaje que tendrán las obras con respecto al área regional solo se ocupará un 0.09895 %, mientras que del área de influencia del proyecto representa un 0.7123 % y para el área del proyecto será de 2.669 % lo cual permite ver que el proyecto no tendrá grandes áreas de ocupación por la construcción de sus obras en el área planteada para esta Manifestación de Impacto Ambiental.

II.2.3.2. Vías de acceso al área donde se desarrollarán las obras o actividades

Los dos polígonos que conforman el Parque Eólico Istmeño tienen vías de acceso diferentes. Los dos polígonos se encuentran dentro de la misma región del Tehuantepec a una distancia aproximada de 30 kilómetros uno del otro.

La ruta de acceso al polígono uno es partiendo de Salina Cruz por la carretera noreste hacia la población de San Pedro Huilotepec. A partir de este punto se sigue la carretera hacia el sureste que lleva al poblado de Huazantlan del Río. Se sigue la carretera que corre hacia el este que lleva a la colonia Juárez, posteriormente a la laguna Quirio, el poblado de San Mateo del Mar que entra en los límites del parque y finalmente se llega a la agencia municipal de Santa María del Mar. Ver Anexo II.8 fotográfico donde se muestran las vialidades del polígono uno.

La ruta de acceso al polígono dos es partiendo del Municipio de Juchitán de Zaragoza por la carretera federal numero 185 hacia el norte. Una vez llegando al municipio de El Espinal se encuentra una serie de calles y vialidades que comunican a todo el municipio. Dentro del poblado de El Espinal se encuentran vialidades con concreto asfáltico,

mientras que dentro del municipio y muy específicamente dentro del área donde se instalarán los aerogeneradores se encuentra caminos de terracería que cuenta con excelentes condiciones. Ver Anexo II.9 fotográfico donde se muestran las vialidades del poblado de El Espinal.

La carta dos que aparece como el Anexo II.2 se muestran las vías de acceso (terrestres, aéreas, marítimas y/o fluviales) a los dos polígonos propuestos para el desarrollo del proyecto.

II.2.3.3. Descripción de servicios requeridos

Cada uno de los polígonos que componen el Parque Eólico Istmeño cuenta con diferente infraestructura de bienes y servicios requeridos, por lo que la descripción de cada uno de ellos se describe por separado a continuación.

Polígono 1

El polígono uno está ubicado en el territorio de dos municipios, el municipio de San Mateo del Mar y la agencia municipal de Santa María del Mar que pertenece al municipio de Juchitán de Zaragoza. La agencia de Santa María del Mar cuenta con poca infraestructura dentro de su poblado, mientras que la infraestructura que presenta el municipio de San Mateo del Mar cuenta con una cantidad mayor.

La infraestructura con la que cuenta el municipio de San Mateo del Mar se compone de servicios básicos. Es importante destacar que a pesar de ser un municipio dentro del estado de Oaxaca la magnitud del mismo no es grande. Por lo que los servicios básicos siguen aun en desarrollo (Tabla II.28).

Cobertura de servicios (San Mateo del Mar)	
<i>Servicio</i>	<i>Cobertura (%)</i>
Agua Potable	90
Alumbrado Público	100
Seguridad Pública	10
Pavimentación	40

Tabla II. 28 : **Cobertura de los servicios municipales. Fuente: Enciclopedia de los municipios Oaxaca.**

La infraestructura de la agencia municipal de Santa María del Mar no se tiene estimada por separado a la del municipio que pertenece (Juchitán de Zaragoza). La infraestructura que se pudo apreciar en la visita de campo fue pobre, las calles del poblado aun se encuentran de manera rudimentaria (tipo terracería), el alumbrado público no está dentro de todo el poblado y las demás condiciones de infraestructura apenas se están desarrollando.

La infraestructura proyectada para este polígono crecerá a la par de la instalación del parque eólico. Lo anterior debido a que la instalación de un proyecto de tal magnitud arrojará una derrama económica dentro de esta área no solamente para la construcción del proyecto si no por el interés turístico que crecerá en toda la zona.

La demanda de infraestructura que será necesaria para la instalación del proyecto en sus diferentes fases será cubierta con los servicios que se cuentan en el área. Este tipo de proyectos no requiere una gran cantidad de trabajadores que demanden una gran cantidad de servicios, debido a que el aerogenerador llegará al lugar de instalación en piezas solamente para ser armado. La parte de la obra que requerirá mayor mano de obra será la obra civil, por lo que se buscará en la medida de lo posible contratar gente de las mismas comunidades del área del proyecto.

Polígono 2

El polígono dos se ubica dentro del municipio de El Espinal el cual cuenta con infraestructura en la mayoría de su territorio. El porcentaje de servicios con los que cuenta el municipio se muestran en la Tabla II.29.

Cobertura de servicios (El Espinal)	
Servicio	Cobertura (%)
Agua potable.	95
Alumbrado Público	96
Mantenimiento del Drenaje Urbano	79
Recolección de basura y limpieza de las vías públicas	80
Seguridad Pública	60
Pavimentación	95

Tabla II. 29: **Cobertura de los servicios municipales. Fuente: Enciclopedia de los municipios Oaxaca.**

La infraestructura proyectada es parecida a la del polígono uno, esto se debe que la incursión del proyecto dentro de este municipio traerá consigo un sin fin de beneficios para los pobladores de El Espinal. La demanda actual de servicios por parte del municipio se encuentra casi cubierta en su totalidad, por lo que ofrece todas las condiciones para la elaboración del proyecto.

A diferencia del polígono uno la cantidad de personal involucrado en las obras civiles será menor, debido a que la cantidad y calidad de caminos con los que cuenta el municipio se encuentra en buenas condiciones, por lo que la cantidad de trabajo para la rehabilitación de caminos será menor.

La demanda de infraestructura que será necesaria para la instalación del proyecto en sus diferentes fases será cubierta con los servicios que se cuentan en el área. Este tipo de proyectos no requiere una gran cantidad de trabajadores que demanden una gran cantidad de servicios, lo anterior se debe a que el aerogenerador llegará al lugar de instalación en piezas solamente para ser armado.

La evolución histórica de oferta y demanda económica de las dos áreas de los polígonos ha sido de manera lenta y gradual. Por lo que la incursión del proyecto brindará mejores condiciones de desarrollo y ofrecerá la incursión de un elemento turístico que traerá consigo más inversión, además de los beneficios económicos directos por el pago por usufructo y renta a los dueños de las tierras.

II.3. Descripción de las obras y actividades

El proyecto se llevará en una sola fase, buscando con esto cubrir las etapas de preparación, construcción y operación en un lapso de 30 años para los dos polígonos que componen el Parque Eólico Istmeño.

II.3.1 Programa general de trabajo

El proyecto del Parque Eólico Istmeño está contemplado para un tiempo de 30 años en sus tres etapas, preparación del sitio, construcción y operación.

Polígono 1

El diagrama de Gantt de las labores de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto se presentan en el Anexo II.10.

Polígono 2

El diagrama de Gantt de las labores de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto se presentan en el Anexo II.11.

II.3.2 Selección del sitio o trayectoria

Criterios de selección

Polígono 1

Técnicos

La ubicación de un parque eólico parte del potencial de viento que se tiene en un área determinada. Las condiciones que ofrece la geográfica son las que determinan la calidad y cantidad de viento a lo largo del año. En la zona de Istmo de Tehuantepec se encuentra una de las regiones más ricas en materia de potencial eólico de México y el mundo. Esta es una de las razones por las cuales la instalación del parque eólico en este lugar cumple con las características técnicas referentes a viento. Otro punto importante es la facilidad de construcción del parque eólico. La zona del polígono uno representa una de las áreas con mayor potencial eólica dentro del Istmo de Tehuantepec y está conformada por una topografía prácticamente plana que no representa un problema para la instalación del parque y sus obras asociadas.

Ecológicos

La zona donde se ubicará este polígono contiene características ecológicas muy importantes, dentro de las que destaca la migración de aves. La zona donde se pretende instalar el parque representa un área importante de migración de aves, por lo que las consideraciones técnicas de los aerogeneradores se han venido adaptando para tratar de evitar en la medida y mitigar los posibles daños a las aves. La superficie y condiciones que tiene el polígono uno han creado un ecosistema que se encuentra perturbado por la acción del hombre, no obstante la incursión del proyecto no representa un cambio significativo para el ecosistema por las características constructivas y de operación que tendrá el parque eólico. Se realizó el estudio anual de monitoreo de aves para cada zona que compone el polígono uno (Santa María del Mar y San Mateo del Mar) para poder incluir dentro de las medidas de mitigación las acciones correspondientes para el desarrollo del proyecto buscando disminuir al máximo la afectación a las aves.

Económicos

La inversión en fuentes alternas de energía se ha venido desarrollando en los últimos años de manera significativa. Tal es el caso que los socios auto consumidores del polígono ven en este proyecto una alternativa sustentable ambientalmente y económicamente como para realizar la inversión y lograr que el proyecto se lleve a cabo.

Sociales

Uno de los principales aspectos para realización de un proyecto es que se cuente con el apoyo y aprobación de las personas donde el proyecto se llevará a cabo. Dentro de las actividades más importantes que se han desarrollado es la comunicación y negociación con las personas que se encuentran dentro del polígono uno. Tal es el caso que las negociaciones se han dado de manera satisfactoria. Una de las razones de que las personas estén a favor de este proyecto es que la cantidad de área ocupada por el proyecto no representará una afectación de sus actividades del cultivo y ganadería. Además de contar con un ingreso por la renta de los terrenos donde se llevará a cabo el proyecto a través del pago porcentual sobre los ingresos del parque..

Políticos

La política de los gobiernos municipales respecto a esto proyectos es de aprobación, dado que la incursión de este tipo de obras ofrece una oportunidad de desarrollo a corto y largo plazo. La empresa encargada de la construcción del proyecto mantiene y ha mantenido pláticas constantes de información para llegar a un fin común de crecimiento que permita la instalación de proyecto de manera integral con las políticas del lugar.

Infraestructura y estímulos

La infraestructura que requiere el proyecto se satisface en su mayoría con la que se tiene en la región y en el área del polígono uno. Uno de los aspectos más importantes es que toda la infraestructura que demande el proyecto será cubierta en la medida de lo posible por lo que se cuente en la región, mientras que la infraestructura que se necesite generar será realizada por el promovente en la cantidad y proporción que se necesite para la instalación el parque. Dicha infraestructura consiste principalmente en caminos para la instalación y operación del proyecto.

Los estímulos que se ofrecen a este proyecto son de diferentes índoles y magnitudes. Dentro de los principales estímulos para este tipo de proyecto es la venta de bonos de carbono que se establece dentro del Protocolo de Kyoto del cual México es parte.

Polígono 2

Técnicos

La instalación de polígono dos dentro de esta área se debe a las condiciones de viento que prevalecen todo el año al igual que el polígono uno. El Istmo de Tehuantepec representa una opción excelente de instalación de colectores eólicos para la generación de energía eléctrica. La ubicación de El Espinal dentro del Istmo de Tehuantepec cumple con las características de técnicas eólicas para la construcción del parque. El otro aspecto de caminos se cumple ampliamente ya que el municipio cuenta con una red de caminos y terracerías en buenas condiciones.

Ecológicos

El terreno que comprende al municipio de El Espinal se encuentra en una zona de cultivo y ganadería con un alto grado de perturbación. Existen pequeños manchones de vegetación que representan parte del hogar de la mayoría de la fauna del área. El proyecto aprovechará al 100 % los caminos existentes con la finalidad de llevar a cabo las labores de construcción de una manera más rápida y eficiente, además de ayudar con esto a que las áreas que se encuentren sin perturbación continúen como hasta ahora se encuentran.

La migración de aves por la zona representa uno de los aspectos más importantes a cuidar dentro del proyecto.. Las condiciones técnicas de instalación y operación tomarán en cuenta la magnitud de migración para evitar impactos de acuerdo con los resultados y análisis realizados del monitoreo de aves anual que se realizó en la zona.

Económicos

Los aspectos económicos para la realización de este polígono son los mismos que aplican al polígono al tratarse del mismo proyecto y de los mismos socios autos consumidores.

Sociales

La participación social dentro del área donde se desarrollará el polígono es buena, tal es el caso que se tiene en su mayoría contratada la zona para el proyecto. La población de El Espinal se mantiene informada por parte del promovente de todos los aspectos importantes que representa el proyecto dentro de la comunidad.

Políticos

El poblado de El Espinal cuenta con diferentes organizaciones para sus labores de trabajo dentro del municipio, el promovente del proyecto ha estado realizando pláticas con los grupos y autoridades del lugar llegando a muy buenas negociaciones. El proyecto se establecerá conforme a las políticas que se establecieron entre los propietarios, autoridades y promovente.

Infraestructura y estímulos

El tipo de infraestructura con la que cuenta el municipio de El Espinal satisface las necesidades del proyecto, esto se debe que al igual que el polígono uno los aerogeneradores que se instalarán en el parque llegarán en piezas para ser armados en el lugar. El aspecto de caminos que suele ser el más difícil de crear se encuentra prácticamente resuelto al contar el municipio con una red caminos sobre los cuales se va a trabajar para rehabilitarlos y colocar los aerogeneradores.

Uno de estímulos más importante que se tiene en este polígono dos es el mismo que el del polígono uno son los bonos de carbono otorgados por el Protocolo de Kyoto del cual México forma parte.

II.3.2.1. Estudios de campo

Los estudios realizados en las zonas donde serán instalados los dos polígonos del Parque Eólico Istmeño se componen principalmente de fauna, flora y recursos eólicos. A continuación se describen los estudios realizados en cada uno de los dos polígonos.

Polígono 1

Hidrológicos

La ubicación del polígono uno dentro de una franja de tierra rodeada por su extremos norte y sur de agua representa una zona con alta actividad hídrica. Las características constructivas del proyecto no requirieron estudio hídrico de la zona debido a que la instalación de los aerogeneradores será tierra firme respetando los cauces y cuerpos de agua intermitentes que se formen en el sitio.

No obstante por encontrarse dentro del Sistema Ambiental Regional las Lagunas Superior e Inferior se realizaron estudios de las características bióticas y abióticas así como la calidad del agua de embalse con la finalidad de evidenciar el estado de los cuerpos de agua y fortalecer la información del área del estudio. Dichos estudios y análisis se encuentra plasmado en el capítulo 4 de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Topográficos

La topografía es prácticamente plana por lo que la necesidad de estudios topográficos será con la finalidad de ubicar y delimitar las obras que se van a realizar dentro del área del estudio.

Fauna

Las características particulares del sitio hacen que sea una zona de migración de aves, por lo que el promovente se dio a la tarea de realizar un estudio de monitoreo de aves con la ayuda del Instituto de Ecología de Veracruz. Este estudio se realizó con duración de un año y fue con la finalidad de poder evaluar el riesgo potencial de los aerogeneradores a las aves. El levantamiento de fauna se realizó durante los trabajos de campo en el cual se pudieron observar los individuos más significativos de la zona.

Flora

El levantamiento de la flora se realizó durante los trabajos de campo y la recopilación bibliográfica de información que se tiene dentro del lugar.

Potencial Eólico

Una de las características principales para llevar a cabo la ubicación del polígono uno en este sitio consistió en la evaluación del viento directamente en la zona, para lo cual se instalaron torres de medición de viento con la finalidad de obtener datos duros del potencial eólico específico de la zona.

Polígono 2

Hidrológicos

El polígono dos se ubica en una zona que cuenta con una red canales de riego y drenes de agua para llevar a cabo la agricultura en la zona. Esta zona de riego ofrece

características particulares hídricas al haber sido modificadas y adecuadas cuando se construyeron las obras del distrito de riego. La construcción del proyecto no afectará o modificará las condiciones actuales de sitios al utilizar los caminos existentes dejando el sistema hídrico en su forma actual.

Topográficos

La aplicación del proyecto incluyó un levantamiento topográfico de la zona con la finalidad de ubicar los sitios donde serán instalados los aerogeneradores y hacer los contratos de renta de predios.

Fauna

La empresa realizó un estudio previo de aves de la zona con la misma finalidad del polígono uno de determinar el riesgo potencial de colisión de aves con los aerogeneradores que se ubicarán en la zona. El levantamiento de la fauna local se realizó en el recorrido del lugar con la ayuda de transectos durante los trabajos de campo.

Flora

El levantamiento de la flora se realizó durante los trabajos de campo y la recopilación bibliográfica de información que se tiene dentro del lugar.

Potencial Eólico

Una de las características principales para llevar a cabo la ubicación del polígono dos en este sitio consistió en la evaluación del viento directamente en la zona, para lo cual se instalaron torres de medición de viento con la finalidad de obtener datos duros del potencial eólico específico de la zona al igual que en el polígono uno.

II.3.2.2. Sitios o trayectorias alternativas

El sitio del proyecto se determinó con la ayuda de tres factores primordiales, el potencial eólico, la disponibilidad de tierra y la posibilidad de construir en el sitio. La alternativa de sitios para la construcción proyecto depende del potencial eólico que lo determina las condiciones geográficas del lugar.

El Istmo de Tehuantepec ofrece una zona para la instalación de parques eólicos con muy buena perspectiva, esta es una de las razones por la cual se selecciono el sitio. La incursión de diferentes empresas para la construcción de parques eólicos en la zona tiene en su mayoría las tierras del Istmo de Tehuantepec contratadas, bajo usufructo o bien por arrendamiento. Los polígonos con los que contará el Parque Eólico Istmeño se ubican dentro de la tierra que se logro contratar para la creación del parque. Es importante mencionar que se sigue en negociación la parte de San Mateo del Mar y que tanto Santa María como en el Espinal se cuenta con convenios ya firmados hace varios años.

El riesgo ambiental provocado por la instalación de parques eólicos en el mundo es actualmente estudiado y monitoreado en los países que cuenta con esta tecnología. Es importante destacar que dentro del Istmo de Tehuantepec ya se tienen instalados dos parques eólicos dentro de municipio de La Venta, los cuales fueron colocados por CFE. Estos parques han demostrado a lo largo de su funcionamiento que las variables ambientales que se encuentran en riesgo son controlables y que no representa un peligro para el ecosistema.

II.3.2.3. Situación legal del o los sitios del proyecto y tipo de propiedad

Polígono 1

Los pobladores de la cabecera municipal de Santa María del Mar y del municipio de San Mateo de Mar contaban con unos antecedentes de estar informados respecto a proyectos de parques eólicos. Fue por esta razón que al realizar el acercamiento con la presidencia del comisariado se encontró que se mostraron a favor de participar en el desarrollo del proyecto del Parque Eólico Istmo apoyando con el usufructo de sus predios.

El contrato de usufructo de tierra de la parte que le corresponde a Santa María del Mar dentro del polígono uno se encuentra firmado, mientras que la parte que corresponde al polígono dos San Mateo del Mar se encuentra en pláticas para llevarse a cabo. Anexo II.12.

Polígono 2

La tenencia de la tierra del polígono dos es de tipo privada, por lo que los contratos de tierra se realizaron individualmente con cada uno de los propietarios que conforman el área para el polígono dos. Los contratos necesarios para la realización del proyecto ya se tienen firmados. Anexo II.13

II.3.2.4. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias

El uso actual de suelo con el que se cuenta en los dos polígonos es diferente debido que están ubicados a una distancia considerable como para que el uso de suelo cambie. A continuación se describe el uso de suelo para cada uno de los polígonos. Ver Figura II.9.

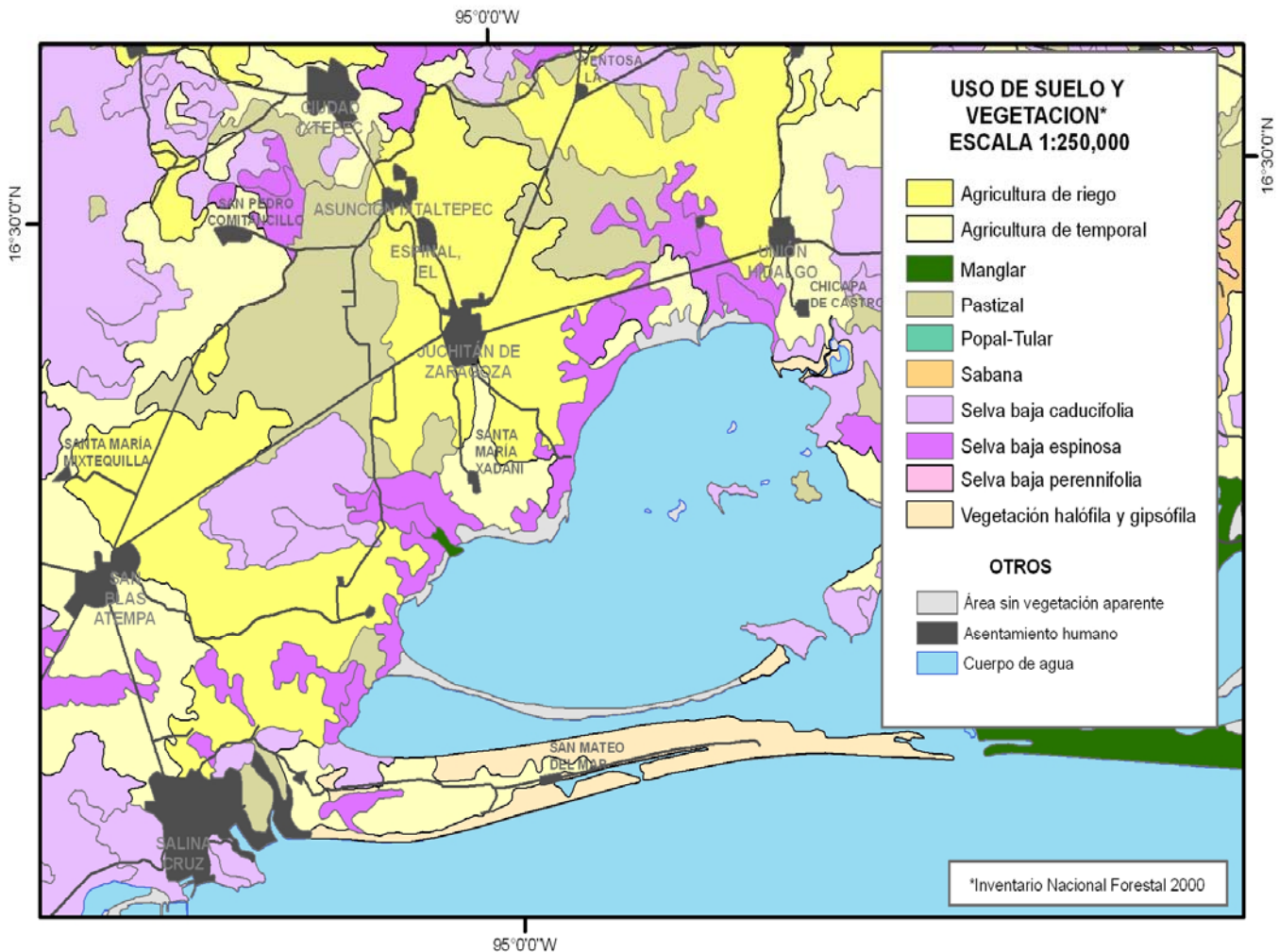


Figura II. 8 : Uso de suelo y vegetación del área de estudio (Inventario Nacional Forestal, 2000).

Polígono 1

El uso que se le da al suelo del polígono uno de acuerdo con los trabajos de campo y la bibliografía consultada del INEGI, corresponde a uso agrícola de humedad (H), agrícola de temporal (Ta) y otro correspondiente a manglar (Ma), cabe destacar que ningún aerogenerador se ubicara dentro del uso de suelo manglar y que la distancia más cercana a la que se ubicará el aerogenerador del manglar es de 350 metros, la cual no contradice a la NOM 022 SEMARNAT donde señala que la distancia mínima deberá de ser 100 metros. En todo caso en el capítulo III se detalla el cumplimiento de esta tan importante Norma.

Un aspecto importante es que la cartografía del INEGI no tiene actualizado el tipo de vegetación con el que cuenta esta área por lo que el promovente desarrollo con la ayuda de sistemas de información geográfica, sensores remotos y validación en campo la vegetación del predio, arrojando tres tipos de vegetación en el sitio que no reporta el INEGI. Los tipos de vegetación que se encontraron en el lugar y que se detallaran más en el capítulo 4 y 5 de la presente Manifestación de Impacto Ambiental son Bosque Tropical Caducifolio, Acahual Bosque tropical caducifolio, Matorral o bosque espinoso con pastizal y Vegetación subacuática.

Cabe destacar que el promovente realizará el cambio de uso de suelo para la vegetación forestal que tenga que ser removida por razones del proyecto, esta vegetación es detallada más a fondo el capítulo 5 de la presente manifestación.

Polígono 2

El uso de suelo con el que cuenta el polígono dos según la carta del INEGI tiene tres clasificaciones. La clasificación predominante de suelo es (R) Agricultura de Riego, con cultivos semipermanentes y anuales, otra clasificación es de Pastizal Cultivado (C) y una más de Selva Baja Caducifolia (Bc).

La clasificación de suelo Agrícola y de Pastizal no requiere un estudio técnico justificativo para poder instalar los aerogeneradores, mientras que el uso de suelo de Selva Baja

Caducifolia si, no obstante el uso de suelo de Selva Baja Caducifolia no será tocado por el proyecto en la instalación de los aerogeneradores. Lo anterior debido que por la ubicación de los aerogeneradores y las condiciones del terreno permiten colocar los aerogeneradores sin necesidad de utilizar la zona con uso de suelo de Selva Baja Caducifolia. Todo esto partiendo de la clasificación de usos de suelo del INEGI, no obstante al igual que en el polígono uno también se realizó una clasificación de la vegetación con el fin de obtener la información más reciente posible, lo cual dio como resultado que también existe en el predio la vegetación de Acahual Bosque tropical caducifolio y Bosque tropical caducifolio. Para la vegetación forestal encontrada dentro del polígono 2 también se realizará un cambio de uso de suelo, la cantidad de vegetación forestal es detallada en el capítulo 5.

La actividad Pecuaría que se realiza en el lugar es principalmente de Ganado Bovino, lo cual se pudo constatar en el recorrido de campo que se realizó en el lugar.

II.3.2.5. Urbanización del área

La urbanización del área del Parque Eólico Istmeño tiene diferencias entre el polígono uno y dos, por lo que a continuación se describe por separado la infraestructura de cada una de las áreas.

Polígono 1

La infraestructura con la que cuenta el municipio de San Mateo del Mar se compone de servicios básicos. Es importante destacar que a pesar de ser un municipio dentro del estado de Oaxaca la magnitud del mismo no es grande como suele ser en otros estados. Por lo que los servicios básicos siguen aun en desarrollo (Tabla II.30).

Cobertura de servicios (San Mateo del Mar)	
<i>Servicio</i>	<i>Cobertura (%)</i>
Agua Potable	90
Alumbrado Público	100
Seguridad Pública	10
Pavimentación	40

Tabla II. 30 : **Cobertura de los servicios municipales. Fuente: Enciclopedia de los municipios Oaxaca.**

La infraestructura de la agencia municipal de Santa María del Mar no se tiene estimada por separado a la del municipio que pertenece (Juchitán de Zaragoza). La infraestructura que se pudo apreciar en la visita de campo fue pobre, las calles del poblado aun se encuentran de manera rudimentaria (tipo terracería), el alumbrado público no está dentro de todo el poblado y las demás condiciones de infraestructura apenas se están desarrollando.

Este polígono no cuenta con sistema de tratamiento de aguas residuales debido al tamaño y economía que se tiene, razón por la cual para la elaboración del proyecto se contratarán letrinas portátiles en una cantidad de 1 por cada 8 trabajadores.

El sistema de recolección con el que cuenta este polígono no es eficiente, se cuenta con tiraderos municipales y clandestinos dentro del área, por lo que el proyecto contempla la instalación de un almacén temporal de residuos sólidos no peligrosos para que desde ahí los recolecte una empresa autorizada.

La generación de residuos peligrosos tendrá la misma logística de los residuos sólidos, se acondicionara un almacén de residuos no peligrosos para que un recolector autorizado pase por ellos en un tiempo determinado.

Polígono 2

El polígono dos se ubica dentro del municipio de El Espinal el cual cuenta con infraestructura en la mayoría de su territorio. El porcentaje de servicios con los que cuenta el municipio se muestran en la Tabla II.31.

Cobertura de servicios (El Espinal)	
Servicio	Cobertura (%)
Agua potable.	95
Alumbrado Público	96
Mantenimiento del Drenaje Urbano	79
Recolección de basura y limpieza de las vías públicas	80
Seguridad Pública	60
Pavimentación	95

Tabla II. 31 : **Cobertura de los servicios municipales.** Fuente: **Enciclopedia de los municipios Oaxaca.**

La zona donde se instalará el polígono dos no cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales debido a que el municipio no se ha dado a la tarea de crear dicha planta. Todas las aguas residuales viajan a través del sistema de alcantarillado hasta llegar a la laguna superior. Para la elaboración del proyecto se contratarán letrinas portátiles en una cantidad de 1 por cada 8 trabajadores.

El sistema de recolección con el que cuenta este polígono no es eficiente al igual que el polígono uno, se cuenta con tiraderos municipales y clandestinos dentro del área, por lo que el proyecto contempla la instalación de un almacén temporal de residuos sólidos no peligrosos para que desde ahí los recolecte una empresa autorizada.

La generación de residuos peligrosos tendrá la misma logística de los residuos sólidos, se acondicionará un almacén de residuos no peligrosos para que un recolector autorizado pase por ellos en un tiempo determinado.

II.3.2.6. Área natural protegida

Dentro del área del proyecto de Parque Eólico Istmeño no se encuentra ningún área natural protegida.

II.3.2.7. Otras áreas de atención prioritaria

Polígono 1

Dentro del polígono uno no se encuentran Regiones Prioritarias Terrestres, Hidrologías o Áreas de importancia para la conservación de Aves, no obstante si se encuentra dentro de un área marítima prioritaria.

Para la ubicación del polígono uno no se reportan corrientes subterráneas para la zona del sistema lagunar o en la cuenca de Tehuantepec. Sin embargo, la Laguna superior e inferior corresponde a la Región Marina Prioritaria No. 37, y la Laguna Mar Muerto a la Región Marina Prioritaria No. 38, de acuerdo al mapa de REGIONES MARINAS PRIORITARIAS proporcionado por la CONABIO, (Figura II.10).

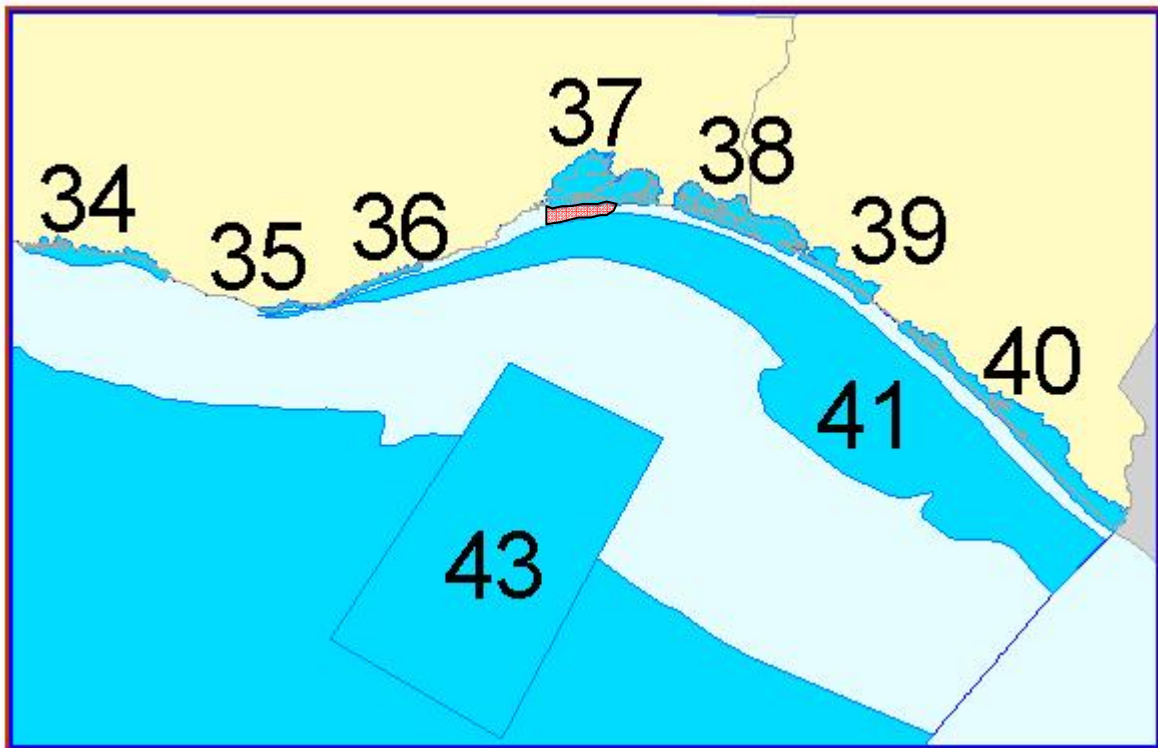


Figura II. 9 : Regiones Marinas Prioritarias, mapa digital CONABIO, última actualización 2002.

Cabe destacar que el polígono uno no tocarán en ningún sentido al área marítima prioritaria, debido a que el proyecto se llevará completamente en área firme y en una distancia máxima de 200 metros respecto a la laguna superior.

Polígono 2

Dentro del polígono dos no se encuentran Regiones Prioritarias Terrestres, Hidrológicas, Marítimas o Áreas de importancia para la conservación de Aves.

II.3.3. Preparación del sitio y construcción

II.3.3.1. Preparación del sitio

Polígono 1

Las actividades que se desarrollarán para la preparación del sitio donde será construido el polígono uno tenemos las que se describen a continuación.

Desmontes y despalmes

El desmonte consistirá en cortar, desenraizar, retirar árboles, arbustos, hierbas o cualquier vegetación comprendida dentro de las áreas de construcción. Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos y deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción con la anticipación necesaria para no entorpecer el desarrollo de éstos.

Los despalmes se realizarán utilizando motoconformadoras, implicando el arrastre de materia vegetal y horizontes del suelo a una profundidad de 15 cm. El material de desmonte y despalme se colocará en lugares adyacentes, para su utilización en la restauración de terrenos de cultivo y pastoreo afectados temporalmente durante la construcción del proyecto. No se afectará ningún rodal de manglar. Las superficies de las áreas por desmontar y despalmar se encuentran señaladas en las Tablas II.25 y II.26.

Limpieza y trazo en el área de trabajo

Todas las actividades involucradas con la limpieza del terreno de maleza, basura, piedras sueltas, entre otras, y su retiro a sitios donde no entorpezca la ejecución de los trabajos; así mismo en el alcance de este concepto será implícito en el trazo y nivelación instalando bancos de nivel y estacado necesario en las áreas de construcción (plataformas, caminos, subestación eléctrica, etc.)

Excavaciones

Dada la topografía plana del sitio, con excepción de las cimentaciones y las zanjas del cableado subterráneo, no será necesaria la realización de excavaciones especiales para el proyecto. Además no será necesario realizar obras que garanticen la estabilidad de taludes. El volumen de material sobrante de las excavaciones de la cimentación de los

aerogeneradores y la construcción de las zanjas para el cableado; dicho material será utilizado en lo posible como material de relleno o nivelación como sea requerido.

Rellenos

Por la topografía plana del sitio no será necesario realizar actividades de relleno importantes, salvo en las cimentaciones de los aerogeneradores y en la zanjas para cables.

Dragados y desviación de cauces

Dentro del polígono se encuentran pequeños cuerpos de agua intermitentes, los cuales no serán dragados o desviados, en el caso de contar con un cuerpo de agua que intervenga en el trazado del camino se construirán pasos elevados u obras que permitan dejar el flujo del agua con el sentido natural que se tiene.

Rehabilitación de caminos de acceso

Para la realización de las vialidades del proyecto se ha previsto utilizar los trazados de los caminos existentes. Las entradas que se utilizarán serán las correspondientes al acceso poniente en el polígono 1 y de ahí se partirá hacia lo demás.

Todos los caminos presentarán las siguientes características:

- Anchura mínima: 5,0 m (en caminos a acondicionar, si existe una alineación recta de longitud apreciable podría reducirse, hasta superar, como mínimo, en 0,50 m. el ancho del mayor vehículo que vaya a circular por el mismo).
- Radio mínimo: 40 m (en los caminos existentes a acondicionar, se podrán admitir radios inferiores incrementando la anchura de la plataforma hasta 9 m)
- Capacidad portante del pavimento: la que resulte de la colocación de una capa de subbase de 20 cm de granulados artificiales y una capa de base de 15 cm de granulados artificiales (compactada al 95% de la densidad obtenida mediante el ensayo de Proctor modificado) sobre una explanación de calidad E-2.

Caminos de servicio y áreas de maniobra

Se denominan caminos de servicio a aquellos que discurren paralelos a las alineaciones de aerogeneradores, se han definido de forma que se mantenga a distancia constante de los aerogeneradores, con el objetivo de minimizar la ocupación.

La imposición de este paralelismo, obliga a la adopción de pendientes de hasta un 15%, que se consideran aceptables para los vehículos que deben circular por la instalación. Se ha procurado encajar los caminos de la forma más ventajosa, para evitar al máximo la aparición de terraplenes, que son más difíciles de integrar en el paisaje.

Sus características principales son las siguientes:

- Ancho total del camino: 5,0 m
- Pendiente máxima: 10%
- Pavimento: 20 cm. de granulados artificiales, compactada al 95% del P.M. y 15 cm. De granulados artificiales, compactada al 95% del P.M.
- Drenaje: mediante cunetas de 1 m de anchura y 0,50 m de profundidad. En los puntos bajos relativos de la plataforma, se disponen obras de paso diseñadas con tubo de hormigón de 60 cm de diámetro.
- Desmontes: inclinación 2/1, con aristas redondeadas de radio 2 m, y plantados con hidrosiembra. Estas inclinaciones se podrían variar adaptándose a la naturaleza del terreno.
- Terraplenes: inclinación 2/1, igualmente con aristas redondeadas de radio 2 m, y plantados con hidrosiembra. Estas inclinaciones se podrían variar adaptándose a la naturaleza del terreno.

Las áreas de maniobra son pequeñas explanaciones, adyacentes a los aerogeneradores, que permiten mejor acceso para realizar la excavación de la zapata y también, el estacionamiento de la grúa de montaje de la torre, que pueda realizar las maniobras sin obstaculizar el paso por el camino.

La explanación del camino y las áreas de maniobra, constituyen las únicas zonas del terreno que pueden ser ocupadas, debiendo permanecer el resto del territorio en su estado natural, por lo que éste no podrá ser usado, bajo ningún concepto, para circular o estacionar vehículos, o para acopio de materiales.

La distribución de caminos de este polígono se observan en el Anexo II.1.

Polígono 2

Las actividades que se desarrollarán para la preparación del sitio donde será construido el polígono dos tenemos las que se describen a continuación. Es importante señalar que las condiciones del terreno donde serán ubicados los aerogeneradores cuenta con una red de caminos existentes, los cuales se utilizarán tal y como están en su trazado original.

Las obras principales de adecuaciones para la preparación consistirán principalmente en la rehabilitación y adecuación de los caminos existentes.

Desmontes y despalmes

El desmonte consistirá en cortar, desenraizar, retirar árboles, arbustos, hierbas o cualquier vegetación comprendida dentro de las áreas de construcción. Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos y deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción con la anticipación necesaria para no entorpecer el desarrollo de éstos.

Los despalmes se realizarán utilizando motoconformadoras, implicando el arrastre de materia vegetal y horizontes del suelo a una profundidad de 15 cm. El material de desmonte y despalme se colocará en lugares adyacentes, para su utilización en la restauración de terrenos de cultivo y pastoreo afectados temporalmente durante la construcción del proyecto.

Limpieza y trazo en el área de trabajo

Todas las actividades involucradas con la limpieza del terreno de maleza, basura, piedras sueltas, etc., y su retiro a sitios donde no entorpezca la ejecución de los trabajos; así mismo en el alcance de este concepto será implícito en el trazo y nivelación instalando bancos de nivel y estacado necesario en las áreas de construcción (plataformas, caminos, subestación eléctrica, etc.)

Excavaciones

Dada la topografía plana del sitio, con excepción de las cimentaciones y las zanjas del cableado subterráneo, no será necesaria la realización de excavaciones especiales para el proyecto. Además no será necesario realizar obras que garanticen la estabilidad de taludes. El volumen de material sobrante de las excavaciones de la cimentación de los aerogeneradores y la construcción de las zanjas para el cableado; dicho material será utilizado en lo posible como material de relleno o nivelación como sea requerido.

Rellenos

Por la topografía plana del sitio no será necesario realizar actividades de relleno importantes, salvo en las cimentaciones de los aerogeneradores y en la zanjas para cables.

Dragados y desviación de cauces

Dentro del polígono se encuentra una red de canales de riego y drenes de agua, los cuales distribuyen el agua dentro de todo el polígono y evitan inundaciones. Dado que los caminos se encuentran diseñados a un altura de seguridad respecto a los canales de riego y drenes de agua, no será necesario realizar dragados o desviaciones de cauces.

En el caso de contar con un cuerpo de agua que intervenga en el trazado del camino se construirán pasos elevados.

Rehabilitación de caminos de acceso

Para la realización de las vialidades del proyecto se ha previsto utilizar los trazados de los caminos existentes. Las entradas que se utilizarán serán las correspondientes al acceso poniente en el polígono 2 y de ahí se partirá hacia lo demás.

Se han proyectado cuatro caminos para dar acceso a las alineaciones de los aerogeneradores distribuidos en cuatro tendidos con orientación este-oeste. Estos caminos requieren una rehabilitación en cuanto a nivelación, cunetilla y anchura libre disponible.

Todos los caminos presentarán las siguientes características:

- Anchura mínima: 5,0 m (en caminos a acondicionar, si existe una alineación recta de longitud apreciable podría reducirse, hasta superar, como mínimo, en 0,50 m. el ancho del mayor vehículo que vaya a circular por el mismo).
- Radio mínimo: 40 m (en los caminos existentes a acondicionar, se podrán admitir radios inferiores incrementando la anchura de la plataforma hasta 9 m)
- Capacidad portante del pavimento: la que resulte de la colocación de una capa de subbase de 20 cm de granulados artificiales y una capa de base de 15 cm de granulados artificiales (compactada al 95% de la densidad obtenida mediante el ensayo de Proctor modificado) sobre una explanación de calidad E-2.

Caminos de servicio y áreas de maniobra

Se denominan caminos de servicio a aquellos que discurren paralelos a las alineaciones de aerogeneradores, se han definido de forma que se mantenga a distancia constante de los aerogeneradores, con el objetivo de minimizar la ocupación.

La imposición de este paralelismo, obliga a la adopción de pendientes de hasta un 15%, que se consideran aceptables para los vehículos que deben circular por la instalación. Se ha procurado encajar los caminos de la forma más ventajosa, para evitar al máximo la aparición de terraplenes, que son más difíciles de integrar en el paisaje.

Sus características principales son las siguientes:

- Ancho total del camino: 5,0 m
- Pendiente máxima: 10%
- Pavimento: 20 cm. de granulados artificiales, compactada al 95% del P.M. y 15 cm. De granulados artificiales, compactada al 95% del P.M.
- Drenaje: mediante cunetas de 1 m de anchura y 0,50 m de profundidad. En los puntos bajos relativos de la plataforma, se disponen obras de paso diseñadas con tubo de hormigón de 60 cm de diámetro.
- Desmontes: inclinación 2/1, con aristas redondeadas de radio 2 m, y plantados con hidrosiembra. Estas inclinaciones se podrían variar adaptándose a la naturaleza del terreno.

- Terraplenes: inclinación 2/1, igualmente con aristas redondeadas de radio 2 m, y plantados con hidrosiembra. Estas inclinaciones se podrían variar adaptándose a la naturaleza del terreno.

Las áreas de maniobra son pequeñas explanaciones, adyacentes a los aerogeneradores, que permiten mejor acceso para realizar la excavación de la zapata y también, el estacionamiento de la grúa de montaje de la torre, que pueda realizar las maniobras sin obstaculizar el paso por el camino.

La explanación del camino y las áreas de maniobra, constituyen las únicas zonas del terreno que pueden ser ocupadas, debiendo permanecer el resto del territorio en su estado natural, por lo que éste no podrá ser usado, bajo ningún concepto, para circular o estacionar vehículos, o para acopio de materiales.

La distribución de caminos de este polígono se observan en el Anexo II.2.

II.3.3.2. Construcción

El Parque Eólico Istmeño se construirá en dos polígonos de diferente ubicación, la descripción de las actividades de construcción se describe a continuación.

Polígono 1

La superficie requerida por la cimentación del aerogenerador es de 240 metros cuadrados.

El esquema de la cimentación y la nomenclatura empleada se presentan en el Anexo II.5.

De esta forma se observa que el área empleada de terreno firme por cada aerogenerador es de 240 m². El área total para los 141 aerogeneradores contemplados en de este proyecto es de 3.384 ha.

A esta área habrá que añadir inicialmente el área requerida para las maniobras de montaje y almacenaje de los aerogeneradores y posicionamiento de las grúas que es de 2 000 m² (0,200 ha) por aerogenerador, lo que lleva a un área total de maniobras de 28.2 ha. El área empleada para caminos de acceso y transporte pesado se refiere a los aproximadamente 34 Km de carretera con una anchura de 5 m. El área de caminos es entonces de 23.79 ha. Lo que arroja que el área total de maniobras es de 57.380 ha.

En el Anexo II.5 se presentan las características de cimentación de los aerogeneradores. El cronograma desglosado de las actividades y obras permanentes y temporales de construcción se encuentran en el Anexo II.10.

Montaje

El montaje de los aerogeneradores consiste en la colocación de las partes que componen el colector eólico. Torre, góndola y hélices. Este proceso se lleva a cabo cuando la cimentación esta completamente terminada y las condiciones del viento favorecen la colocación de las partes.

Subestación eléctrica transformadora

El edificio contiguo a la Set Virgen del Carmen se ha ubicado aproximadamente a 5 kilómetros de Poblado de Santa María del Mar y 7 kilómetros de San Mateo del Mar. La elección del lugar viene dada por varios factores:

- **Funcionales:** La situación en la zona central acorta los recorridos internos y permite controlar mejor toda el área.
- **De protección:** Es la única zona del parque en donde se pueden encontrar alejada de los poblados cercanos.
- **De integración:** Se ha buscado una ubicación conjunta y discreta de la subestación y del edificio de control, buscando no alterar visualmente el entorno y atendiendo a que los edificios sean poco visibles a distancia.

Criterio General de la Intervención

La idea subyacente es siempre la de sobresalir lo menos posible en el paisaje. El edificio ha sido proyectado teniendo en cuenta las tipologías arquitectónicas de la zona, utilizando elementos que les son comunes y que, a criterios del proyectista, son más positivos y auténticos. Se ha procurado traducir las constantes tipológicas, con medios y criterios actuales, atendiendo a las exigencias que el medio ha impuesto y según las propias necesidades. Se ha tenido en cuenta como idea de fondo, la imagen de conjunto agrícola, atendiendo a sus constantes de conjunto arquitectónico aislado en el campo, compuesto

por varias construcciones de una o dos aguas dispuestas alrededor de un recinto de ingreso y distribución general. La construcción de estos conjuntos es siempre muy sencilla, de ladrillo o tapia, siempre encalado y con acabado de cubierta de teja.

Descripción de la Edificación

Teniendo en cuenta la imagen anteriormente citada se ha evitado ir a un tipo de edificio compacto, y se ha ido a un modelo más fragmentado, de estructura no excesivamente rígida y con un claro instinto de adaptación al terreno y no de imposición sobre él. El edificio de explotación y control de subestación, se compondrá de cuatro dependencias, al objeto de cubrir las actividades que se van a desarrollar en el parque eólico:

- Sala de control y oficina: Las actividades de gestión del parque se realizarán en el centro de control que albergará los puestos de trabajo de la oficina para personal empleado en las tareas de operación y mantenimiento. En esta dependencia se encontrarán también los equipos informáticos de gestión de la instalación, así como los de las comunicaciones internas y externas. El diseño de esta estancia debe permitir el control visual de una buena parte de los aerogeneradores del parque y estar comunicado fácilmente con las demás dependencias del edificio de explotación.
- Zona de servicios: Como dependencias complementarias atenderá las necesidades higiénicas del personal empleado en el parque eólico, así como la atención primaria en caso de accidentes. A tal efecto incluirá una zona de vestuarios y aseos, que cumplirán las especificaciones habituales en este tipo de instalaciones, dispondrá de agua corriente caliente y el equipamiento sanitario suficiente en caso de visitas.
- La sala de control de la subestación, consta de una única dependencia, que alberga los instrumentos de mando y control de aparellaje

Las características constructivas del edificio son las que se explican a continuación:

- Movimiento de tierra: Se efectuarán los correspondientes movimientos de tierras a fin de conseguir la superficie plana de entrada al edificio, así como el asentamiento sobre el terreno de las zonas, servicios a través de una solera.
- Cimentación: La cimentación será mediante zapata corrida de hormigón armado.

- Estructura: Se ha ido a un tipo constructivo sencillo de crujiás cortas y de fácil ejecución. La estructura del edificio será mayoritariamente de muros portantes de bloque de hormigón de 20 cm. de espesor. En las áreas de luces grandes, y en las que existan dinteles de dimensiones considerables, la estructura portante será de pilares verticales de acero AEH-500" ó "HA-30". Se hará un zuncho de hormigón armado en todas las coronaciones de muros.
- Cubiertas: Las cubiertas serán de teja colocadas sobre rastreles de madera.
- Cerramientos y paredes divisorias: El cerramiento vertical será de bloque de hormigón de 20 cm. de espesor doblado interiormente por un tabicón de 10 cm., permitiendo una cámara intermedia de 5 cm. ventilada, a tal efecto se abrirán en las zonas superiores o inferiores de los muros algunas juntas verticales entre bloque y bloque que a su vez servirán para drenar la pared de supuestas filtraciones a través del muro. En las salas donde el confort deba ser superior (centro de control), se suplementará el muro con una capa de 5 cm. de polietileno expandido cogida al paramento interior de doblado. El acabado del bloque de hormigón será del tipo "Split" rugoso en color blanco para dar el aspecto de encalado, sin caer en las servidumbres que éste conlleva y que en el caso del edificio que nos ocupa podrían dar lugar a un aspecto de deterioro en un corto espacio de tiempo. Las paredes divisorias interiores serán de tabicón de 10 cm. de espesor.
- Revestimientos: Los revestimientos para los interiores del centro de control, vestíbulo y distribuidores serán enyesados y pintados al plástico. En las zonas de servicio, serán alicatados sobre revoco de mortero de cemento.
- Pavimentos: Los pavimentos serán de solera de hormigón de 15 cm. de grueso con mallazo incorporado, sobre encachado de grava y lámina de polietileno. El acabado de pavimento será de terrazo de 30 x 30 y en las zonas de servicio será gres. En los espacios exteriores (recinto de entrada) se dejará el suelo natural con una capa de gravilla para protección y uniformidad.
- Carpintería exterior y vidriera: La carpintería exterior será prefabricada de hormigón de 20 x 40 cm., de esta manera se resuelve a la vez el problema de seguridad del

edificio por el efecto reja que se provoca. Solo se harán practicables las partes superiores de los ventanales si se considera necesario, mediante bastidores galvanizados. La vidriera será sencilla de 6 mm. En el almacén y de doble cristal 6 + 4 mm en las demás estancias.

- Carpintería interior: Toda la carpintería del interior será de Flandes para pintar.
- Cerrajería: Toda la cerrajería de puertas, rejas y protecciones será de acero galvanizado.
- Evacuación: Las aguas pluviales se recogerán en las cubiertas mediante canalones para proteger al edificio del retorno contra el cerramiento por el efecto del viento. Todos los albañiles serán de hormigón centrifugado y debidamente anillado, con las correspondientes arquetas de empalme y sinfónica previa al pozo muerto que deberá enterrarse en la zona del forjado sanitario. Los bajantes serán de PVC.
- Electricidad y alumbrado: El suministro de energía eléctrica se realizará mediante acometida individual, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Se instalará en el exterior del edificio la Caja General de Protección, y en el interior del local destinado a este fin, el conjunto de medidas y dispositivos privados de mando y protección, así como el cuadro general de distribución y el de conmutación. La distribución energética se hará por líneas generales y cuadros secundarios de función, a partir de los cuales se alimentan los receptores de alumbrado y fuerza motriz. Se colocarán luminarias adosadas, estancas, con chasis de poliéster reforzado con fibra de vidrio, difusor de metacrilato, equipadas con tubos fluorescentes de diámetro 26 mm.
- Lampistería y sanitarios: La red de distribución interior será en acero galvanizado en montaje superficial en paredes y techos. La producción de agua caliente sanitarias para el vestuario será a partir de un termo eléctrico de acumulación situado en el mismo lugar de consumo. Todos los aparatos sanitarios serán de porcelana vitrificada blanca. La grifería y complementos serán de calidad media.

- **Contra incendios y especiales:** El edificio cumplirá tanto en su protección como en los equipos de extinción la NBE-CPI/96. Se hará la instalación necesaria para dotar al edificio de los equipamientos de telefonía, interfonía e informática.

Los planos y especificaciones técnicas de la edificación y equipo de control que contendrán la subestación eléctrica Virgen del Carmen se encuentra en el Anexo II.3.

En el Anexo II.1 se muestran las obras que comprendan la construcción del polígono uno.

Polígono 2

Subestación eléctrica transformadora

Los planos y especificaciones técnicas de la edificación y equipo de control que contendrán la subestación eléctrica Virgen del Carmen se encuentra en el Anexo II.4.

En el plano Anexo II.2 se muestran las obras que comprendan la construcción del polígono uno.

II.3.4. Operación y mantenimiento

Las características de operación del Parque Eólico Istmeño presenta pequeñas diferencias en cada uno de los polígonos. Esto se debe a que en cada uno de los polígonos se colocarán aerogeneradores diferentes.

Las condiciones de cada uno de los polígonos requiere diferentes labores de mantenimiento, debido a que las características físicas y biológicas de cada lugar son diferentes.

Polígono 1

Operación

La operación de los aerogeneradores dentro del polígono uno se llevará de manera automática con el sistema de control con el que cuenta cada uno de los aerogeneradores y el polígono en su conjunto. Una vez instalados los aerogeneradores en su lugar la operación de cada uno de ellos dependerá de la cantidad e intensidad de viento, variando este a lo largo del año.

En la Figura II.11 muestra las producciones en horas de 85 turbinas que serán instaladas en el Polígono Uno.

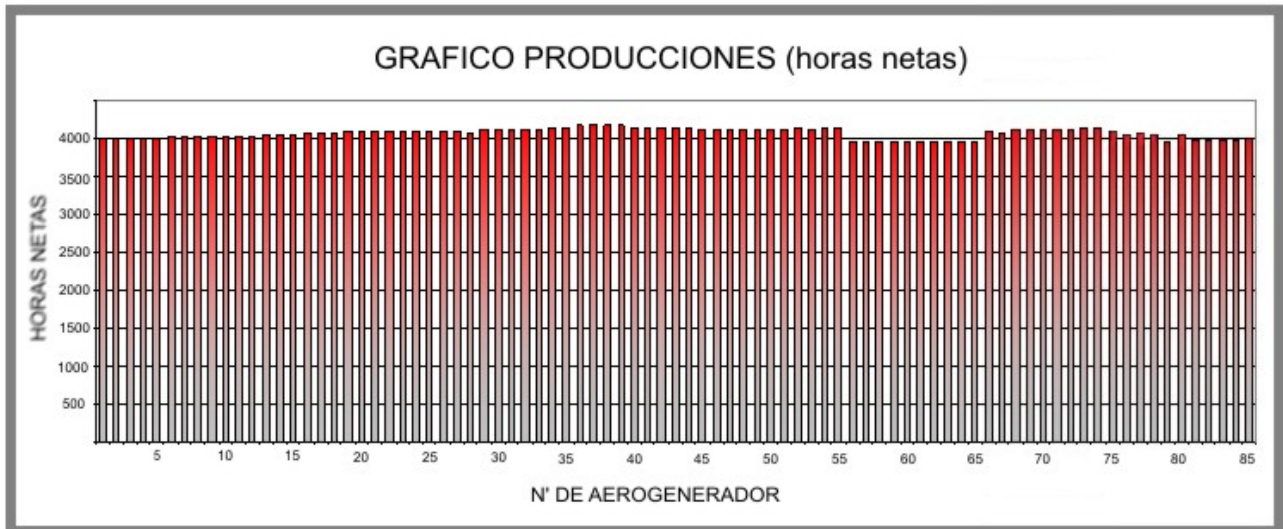


Figura II. 10 : **Producción en horas de las 85 turbinas correspondientes al polígono uno**

En la Figura II.12 muestra las producciones en Gwh/año brutos, seminetos y netos de los 85 aerogeneradores que se instalarán dentro del polígono uno.

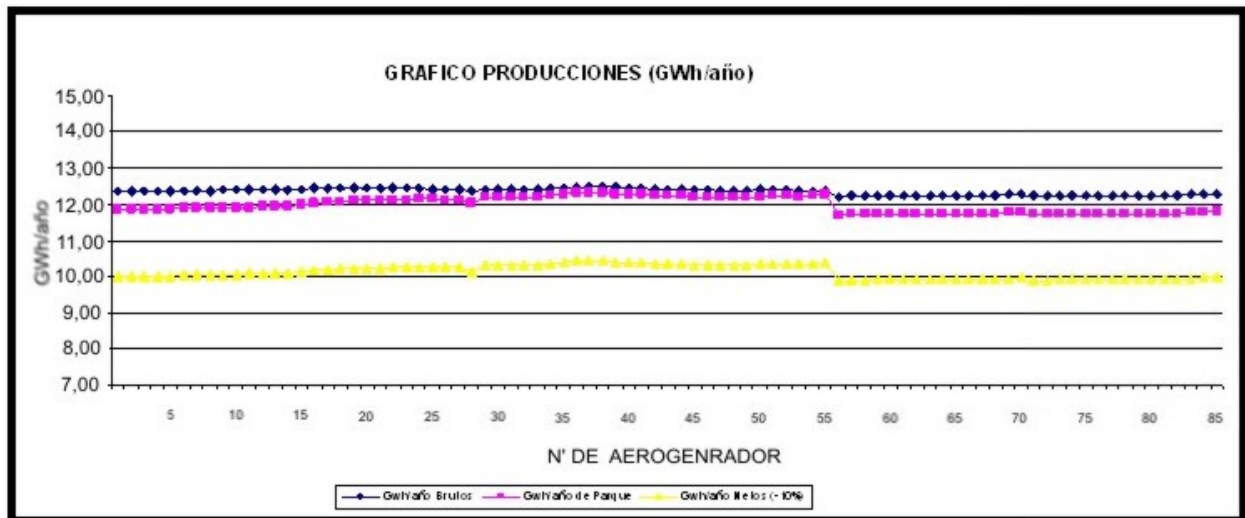


Figura II. 11 : **Producción en Gwh/año de 85 aerogeneradores del Polígono uno.**

En la Figura II.13 muestra las producciones en horas de las 56 turbinas que se instalarán en el polígono uno.

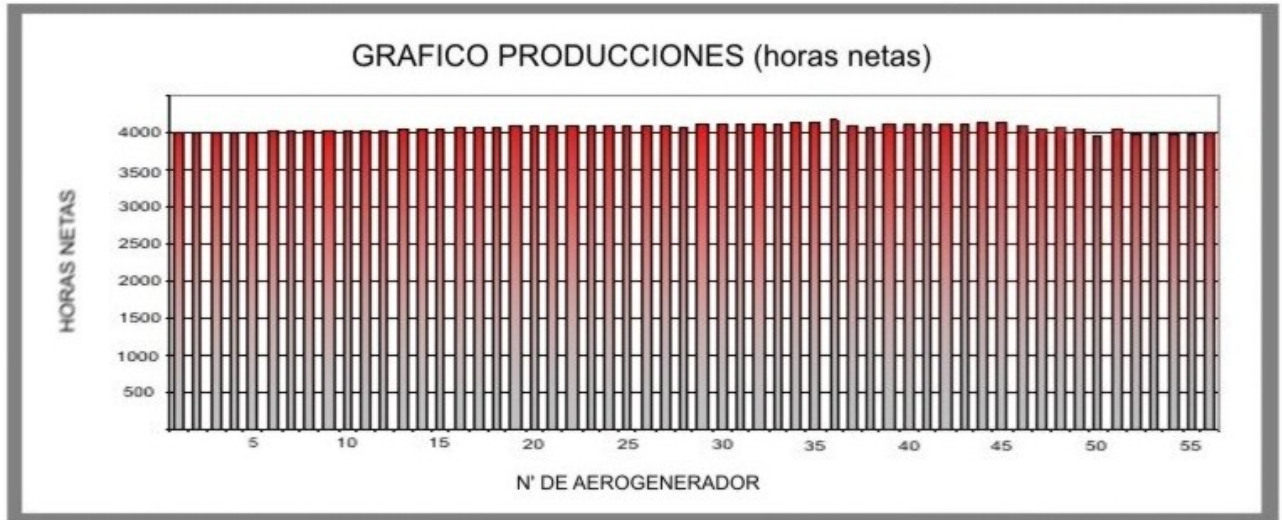


Figura II. 12 : Producción en horas de las 56 turbinas correspondientes a el polígono uno.

En la Figura II.14 gráficos muestra las producciones en GWh/año brutos, seminetos y netos de los 56 aerogeneradores que se instalarán dentro del polígono uno.

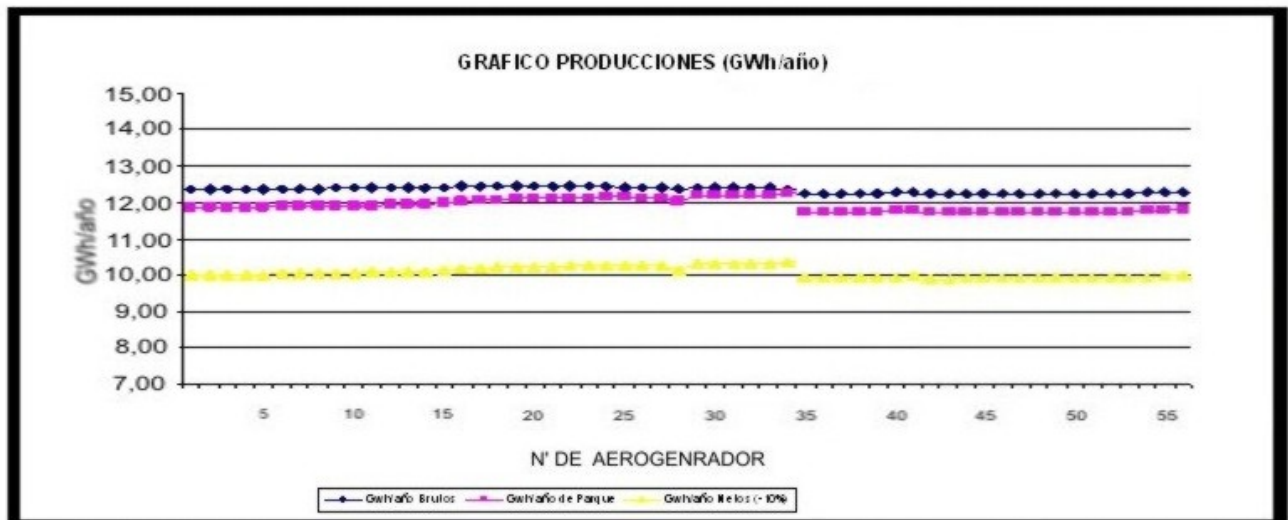


Figura II. 13 : Producción en Gwh/año de los 85 aerogeneradores del polígono uno.

Mantenimiento

El mantenimiento que se llevará a cabo dentro del polígono uno consiste principalmente en tres cosas, mantenimiento a caminos, subestación y aerogeneradores. El mantenimiento que se realizará dentro del polígono abarcará acciones preventivas, correctivas y predictivas.

Cada uno de los mantenimientos dependerá de las condiciones y características específicas de los tres elementos a cuidar.

Polígono 2

Operación

La operación de los aerogeneradores dentro del polígono dos también se llevará de manera automática con el sistema de control con el que cuenta cada uno de los aerogeneradores y el polígono en su conjunto. Una vez instalados los aerogeneradores en su lugar la operación de cada uno de ellos dependerá de la cantidad e intensidad de viento, variando este a lo largo del año.

A continuación se presenta en la Tabla II.32 las producciones por turbina en el periodo de dos años (Enero 2005 a Diciembre 2006) calculado desde la torre de medición de El Espinal.

RESULTADOS POR AEROGENERADOR							
Nº	Prod bruta	Prod Parque	Efecto de Parque	Prod Neta		Horas Netas	
	GW/h	GW/h	%	-6%	-10%	-6%	-10%
1	9.12	9.06	0.710	8.52	7.66	3657	3292
2	9.12	9.06	0.700	8.52	7.66	3657	3292
3	9.12	9.06	0.700	8.52	7.66	3657	3292
4	9.13	9.07	0.680	8.52	7.67	3661	3295
5	9.11	9.05	0.680	8.51	7.66	3653	3288
6	9.11	9.05	0.670	8.51	7.66	3653	3288
7	9.10	9.04	0.640	8.50	7.65	3649	3285
8	9.11	9.05	0.610	8.51	7.66	3653	3288
9	9.11	9.05	0.390	8.51	7.66	3653	3288
10	9.15	9.09	1.640	8.54	7.69	3670	3303
11	9.15	9.09	2.440	8.54	7.69	3670	3303
12	9.14	9.08	3.460	8.53	7.68	3666	3299
13	9.14	9.08	3.880	8.53	7.68	3666	3299
14	9.13	9.07	4.180	8.52	7.67	3661	3295
15	9.12	9.06	4.390	8.52	7.66	3657	3292
16	9.12	9.06	4.510	8.52	7.66	3657	3292
17	9.12	9.06	4.480	8.52	7.66	3657	3292
18	9.11	9.05	4.370	8.51	7.66	3653	3288
19	9.11	9.05	3.620	8.51	7.66	3653	3288
20	9.12	9.06	2.560	8.52	7.66	3657	3292
21	9.11	9.05	1.460	8.51	7.66	3653	3288
22	9.11	9.05	1.090	8.51	7.66	3653	3288
23	9.10	9.04	0.500	8.50	7.65	3649	3285
24	9.18	9.12	0.660	8.57	7.71	3682	3313
25	9.18	9.12	1.330	8.57	7.71	3682	3313
26	9.17	9.11	2.380	8.56	7.71	3678	3310
27	9.16	9.10	3.180	8.55	7.70	3674	3306
28	9.16	9.10	4.030	8.55	7.70	3674	3306
29	9.15	9.09	4.450	8.54	7.69	3670	3303
30	9.14	9.08	4.820	8.53	7.68	3647	3282
31	9.14	9.08	5.110	8.53	7.68	3647	3299
32	9.14	9.08	5.140	8.53	7.68	3759	3384
33	9.14	9.08	5.100	8.53	7.68	3759	3384
TOTAL	301.32	299.30	2.56	281.34	253.21	3666	3300

Tabla II. 32: Producción por aerogenerador dentro de polígono dos

La Figura II.15 muestra las producciones en horas de las 33 turbinas que se instalarán en El Espinal.

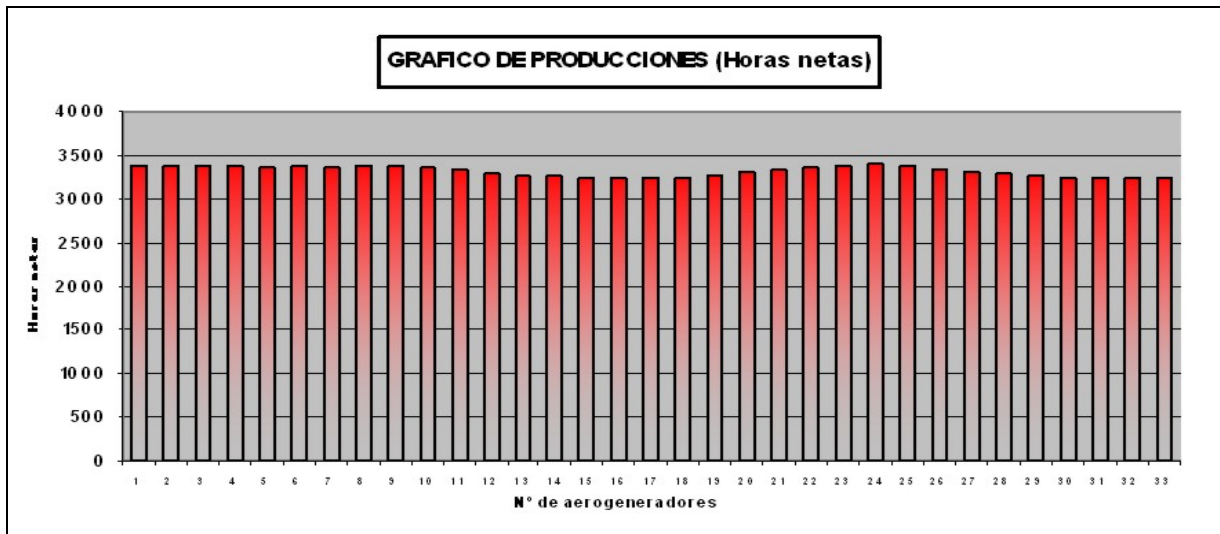


Figura II. 14 : Producción en horas de las 33 turbinas correspondientes a El Espinal

La Figura II.16 muestra las producciones en Gwh/año brutos, seminetos y netos de los 56 aerogeneradores que se instalarán en El Espinal dentro del polígono dos.

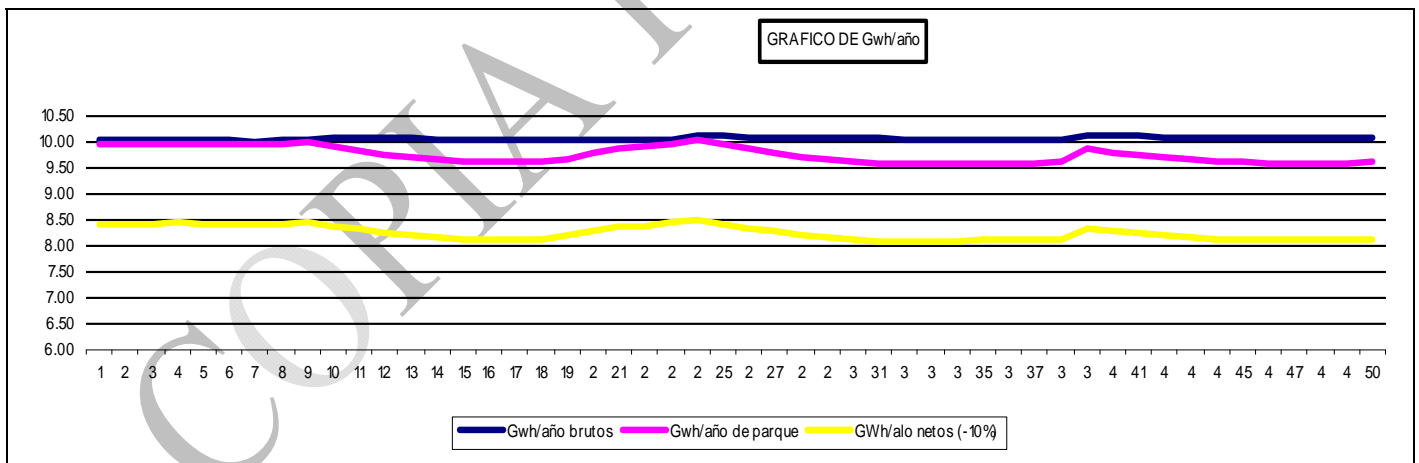


Figura II. 15 : Producción en Gwh/año de los 33 aerogeneradores de El Espinal.

Mantenimiento

El mantenimiento que se llevará a cabo dentro del polígono dos también consiste principalmente en tres cosas, mantenimiento a caminos, subestación y aerogeneradores. El mantenimiento que se realizará dentro del polígono abarcara acciones preventivas, correctivas y preventivas.

Cada uno de los mantenimientos dependerá de las condiciones y características específicas de los tres elementos a cuidar.

II.3.4.1. Programa de operación

Polígono 1

a) Cronograma general de las actividades (tipo Gantt) que se realizarán en esta etapa

El cronograma general de actividades de operación se muestra en el Anexo II.10.

Es importante mencionar que el cronograma de operación es igual a lo largo de todo el año y que solo sufrirá pequeñas variaciones por condiciones climatológicas y de reparación y mantenimiento.

b) Descripción general de los procesos principales.

El proceso de generación de energía eléctrica con colectores eólicos consiste principalmente en captación, conversión y conducción de energía eléctrica. El viento proporciona el empuje que logra hacer que las aspas del aerogenerador se muevan y este a su vez dentro de la góndola mueve el generador que está conectado a la línea de conducción eléctrica que llega a la subestación del polígono y de ahí a la línea de transmisión eléctrica.

c). Descripción detallada de las tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos y gaseosos

Las tecnologías que se utilizarán para el control de emisiones durante la etapa de operación consistirán solamente en la afinación y mantenimiento de los vehículos en los que se realicen los recorridos para el mantenimiento de los aerogeneradores y subestación. Los aerogeneradores que serán instalados no generarán ningún tipo de emisión a la atmósfera.

La operación de los aerogeneradores generará residuos líquidos y sólidos provenientes de el mantenimiento que se realizará periódicamente, este tipo de residuos serán depositados en el almacén temporal de residuos peligrosos para después ser

recolectados por un recolector autorizado. Dentro de las instalaciones del polígono uno no se dará tratamiento a ningún tipo de residuo por lo que no se empleara ninguna técnica en específico.

Polígono 2

a) Cronograma general de las actividades (tipo Gantt) que se realizarán en esta etapa

El cronograma general de actividades de operación se muestra en el Anexo II.10.

Es importante mencionar que el cronograma de operación es igual a lo largo de todo el año y que solo sufrirá pequeñas variaciones por condiciones climatológicas y de reparación y mantenimiento.

b) Descripción general de los procesos principales.

El proceso de generación de energía eléctrica con colectores eólicos consiste principalmente en captación, conversión y conducción de energía eléctrica al igual que el polígono uno. El viento proporciona el empuje que logra hacer que las aspas del aerogenerador se muevan y este a su vez dentro de la góndola mueve el generador que está conectado a la línea de conducción eléctrica que llega a la subestación del polígono y de ahí a la línea de transmisión eléctrica.

c). Descripción detallada de las tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos y gaseosos

Las tecnologías que se utilizarán para el control de emisiones durante la etapa de operación también consistirán al igual que en polígono uno solamente en la afinación y mantenimiento de los vehículos en los que se realicen los recorridos para el mantenimiento de los aerogeneradores y subestación. Los aerogeneradores que serán instalados no generarán ningún tipo de emisión a la atmósfera.

La operación de los aerogeneradores generará residuos líquidos y sólidos provenientes de el mantenimiento que se realizará periódicamente, este tipo de residuos serán depositados en el almacén temporal de residuos peligrosos para después ser

recolectados por un recolector autorizado. Dentro de las instalaciones del polígono dos no se dará tratamiento a ningún tipo de residuo por lo que no se empleara ninguna técnica en específico.

II.3.4.2. Programa de mantenimiento predictivo y preventivo

Polígono 1

a) Detalle de las actividades de mantenimiento y como su periodicidad

Los procedimientos de servicio y mantenimiento consisten en una inspección de los componentes, y la comprobación del funcionamiento y de los sistemas de seguridad de los aerogeneradores. El servicio se realiza de acuerdo con el Manual de Servicio y el Plan de Servicio y Lista de Comprobación.

El ingeniero de servicio será responsable de garantizar que el trabajo se lleva a cabo de acuerdo con el manual y la documentación de servicio correspondiente. El director de servicio de área será responsable de la supervisión del trabajo, y se pondrá a disposición de los técnicos de servicio, para prestarles la ayuda y el asesoramiento correspondiente.

El servicio se divide y se describe con los códigos siguientes: A, B, C y servicio adicional X.

Servicio A

El servicio A se ejecuta de 1 a 3 meses después de la puesta en funcionamiento. El servicio A es una visita de servicio única, y se ejecutará sólo una vez durante la vida de servicio se compone principalmente de lo siguiente:

- ✓ Las conexiones de los pernos se vuelven a apretar(todos los pernos)
- ✓ Lubricación
- ✓ Comprobación de alineación
- ✓ Comprobación del rendimiento eléctrico si se requiere o si la producción de la turbina está por debajo del nivel previsto. Si es necesario ajustar las palas será preciso ponerse en contacto con el proveedor.

Servicio B

Se ejecuta el servicio B por primera vez 6 meses después de la puesta en marcha. El servicio B es una visita repetida, y se realiza con intervalos de 1 año a lo largo de toda la vida de servicio del WTG. Un servicio B consiste principalmente en los siguiente:

- ✓ Lubricación
- ✓ Comprobaciones de la funciones y seguridad de la turbina

Servicio C

El servicio C se realiza por primera vez 1 año después de la puesta en marcha. El servicio C es una visita repetida, y se realiza con intervalos de 1 año a lo largo de toda la vida útil de servicio del WTG. El servicio C consiste principalmente en lo siguiente:

- ✓ Lubricación
- ✓ Comprobación de la función y seguridad de la turbina
- ✓ Comprobación de componentes
- ✓ El ariete del perno es comprobado con una llave de torsión. La comprobación cubre 10% de cada conjunto de perno por lo menos dos de cada conjunto. Estos se marcan para asegurarse que los mismos pernos no se comprueban la próxima vez. Si se detectan algunos pernos flojos, deberán apretarse todos los pernos del conjunto y se informará de los resultados.

Servicio Adicional X

En algunos casos, se requiere una adición al servicio ordinario. Esta adición puede ser única o puede repetirse, con ciertos intervalos a lo largo de toda la vida servicio del aerogenerador. Se puede repetir el servicio X con cualquier intervalo requerido, 2 años o 5 años, por ejemplo. Un servicio X puede incluir:

- ✓ Reposición de filtros de aceite
- ✓ Cambio de aceite de engranaje
- ✓ Comprobación visual de soldaduras
- ✓ Comprobación visual de las palas

Sustitución de Piezas

La vida de servicio de todos los componentes principales es de 20 años por lo menos. Sin embargo, esto no significa que no puedan surgir defectos y errores, ya que la durabilidad depende del mantenimiento preventivo y las inspecciones.

Prueba de Seguridad

En relación con inspecciones de servicio, se debería comprobar el sistema de freno realizando una operación de frenado normal (presionando la parada) y una parada de seguridad (activando un botón de parada de emergencia).

b) Calendarización desglosada de los equipos y obras que requieren mantenimiento

La calendarización de mantenimiento se muestra en la Tabla II.33.

Calendario de Mantenimiento	
Actividad	Frecuencia
A	1 a 3 meses
B	6 meses
C	anual
X	2 a 5 años

Tabla II. 33: **Calendario de Mantenimiento**

c) Tipo de reparaciones a sistemas, equipos (incluir aquellos que durante el mantenimiento generen residuos líquidos y sólidos peligrosos y no peligrosos) y obras

Las reparaciones a sistemas y los residuos que se generarán de las mismas se muestran y describen en el inciso a) de este apartado dentro del polígono uno.

Polígono 2

a) Detalle de las actividades de mantenimiento y como su periodicidad

Las actividades de mantenimiento son iguales a las del Polígono uno al tratarse de mismo sistema de generación de energía eléctrica.

Los procedimientos de servicio y mantenimiento consisten en una inspección de los componentes, y la comprobación del funcionamiento y de los sistemas de seguridad de los aerogeneradores. El servicio se realiza de acuerdo con el Manual de Servicio y el Plan de Servicio y Lista de Comprobación.

El ingeniero de servicio será responsable de garantizar que el trabajo se lleva a cabo de acuerdo con el manual y la documentación de servicio correspondiente. El director de servicio de área será responsable de la supervisión del trabajo, y se pondrá a disposición de los técnicos de servicio, para prestarles la ayuda y el asesoramiento correspondiente.

El servicio se divide y se describe con los códigos siguientes: A, B, C y servicio adicional X.

Servicio A

El servicio A se ejecuta de 1 a 3 meses después de la puesta en funcionamiento. El servicio A es una visita de servicio única, y se ejecutará sólo una vez durante la vida de servicio se compone principalmente de lo siguiente:

- ✓ Las conexiones de los pernos se vuelven a apretar(todos los pernos)
- ✓ Lubricación
- ✓ Comprobación de alineación
- ✓ Comprobación del rendimiento eléctrico si se requiere o si la producción de la turbina está por debajo del nivel previsto. Si es necesario ajustar las palas será preciso ponerse en contacto con el proveedor.

Servicio B

Se ejecuta el servicio B por primera vez 6 meses después de la puesta en marcha. El servicio B es una visita repetida, y se realiza con intervalos de 1 año a lo largo de toda la vida de servicio del WTG. Un servicio B consiste principalmente en los siguiente:

- ✓ Lubricación
- ✓ Comprobaciones de la funciones y seguridad de la turbina

Servicio C

El servicio C se realiza por primera vez 1 año después de la puesta en marcha. El servicio C es una visita repetida, y se realiza con intervalos de 1 año a lo largo de toda la vida útil de servicio del WTG. El servicio C consiste principalmente en lo siguiente:

- ✓ Lubricación
- ✓ Comprobación de la función y seguridad de la turbina
- ✓ Comprobación de componentes
- ✓ El ariete del perno es comprobado con una llave de torsión. La comprobación cubre 10% de cada conjunto de perno por lo menos dos de cada conjunto. Estos se marcan para asegurarse que los mismos pernos no se comprueban la próxima vez. Si se detectan algunos pernos flojos, deberán apretarse todos los pernos del conjunto y se informará de los resultados.

Servicio Adicional X

En algunos casos, se requiere una adición al servicio ordinario. Esta adición puede ser única o puede repetirse, con ciertos intervalos a lo largo de toda la vida servicio del aerogenerador. Se puede repetir el servicio X con cualquier intervalo requerido, 2 años o 5 años, por ejemplo. Un servicio X puede incluir:

- ✓ Reposición de filtros de aceite
- ✓ Cambio de aceite de engranaje
- ✓ Comprobación visual de soldaduras
- ✓ Comprobación visual de las palas

Sustitución de Piezas

La vida de servicio de todos los componentes principales es de 20 años por lo menos. Sin embargo, esto no significa que no puedan surgir defectos y errores, ya que la durabilidad depende del mantenimiento preventivo y las inspecciones.

Prueba de Seguridad

En relación con inspecciones de servicio, se debería comprobar el sistema de freno realizando una operación de frenado normal (presionando la parada) y una parada de seguridad (activando un botón de parada de emergencia).

b) Calendarización desglosada de los equipos y obras que requieren mantenimiento

La calendarización de mantenimiento se muestra en la Tabla II.34.

Calendario de Mantenimiento	
Actividad	Frecuencia
A	1 a 3 meses
B	6 meses
C	anual
X	2 a 5 años

Tabla II. 34: **Calendario de Mantenimiento**

c) Tipo de reparaciones a sistemas, equipos (incluir aquellos que durante el mantenimiento generen residuos líquidos y sólidos peligrosos y no peligrosos) y obras

Las reparaciones a sistemas y los residuos que se generarán de las mismas se muestran y describen en el inciso a) de este apartado dentro del polígono dos.

II.3.5. Abandono del sitio

Estimación de la vida útil del proyecto

La vida útil de este proyecto es de 30 años, después de este tiempo se evaluarán las condiciones de las cimentaciones y aerogeneradores que se encuentran dentro del Parque Eólico Istmeño para tomar la decisión de si se realiza el abandono o la rehabilitación de las instalaciones.

Este tipo de proyecto son muy longevos dado que las características de operación no representa una desgaste grande a la infraestructura del parque. Lo más común en este tipo de parque es la rehabilitación y cambio de piezas viejas por nuevas para seguir operando con la infraestructura instalada.

El programa de abandono del Parque Eólico Istmeño consistirá principalmente en la remoción de los aerogeneradores y sus bases. Los caminos creados por el proyecto representaran un tema a evaluar en un futuro ya los pobladores podrán hacer uso de ellos durante el tiempo que ellos deseen en el caso de remover parque eólico.

Cronograma de abandono y desmantelamiento de las instalaciones

El desmantelamiento de las instalaciones consistirá en la remoción de los aerogeneradores, bases de cimentación de cada aerogenerador, sub estación eléctrica y los caminos en caso de que así se decida en un futuro para cada uno de los polígonos que conforman el Parque Eólico Istmeño.

Desmantelamiento de aerogenerador

El desmantelamiento del aerogenerador consistirá en la separación de las piezas que componen, hélices, góndola y torre. Las partes que contiene el aerogenerador se reciclarán en la medida de lo posible mientras que las partes que no se puedan reciclar como residuos peligrosos se dispondrán como tales.

Desmantelamiento de bases de cimentación

Las bases de cimentación estarán compuestas por concreto, el cual será removido en su totalidad y llevado a un relleno sanitario donde se puedan disponer como residuos sólidos,

Desmantelamiento de Sub estación

La sub estación eléctrica que compone cada uno de los parques será removida en todas sus piezas. Dado que los materiales de los que esta compuesta la subestación son variados se realizará una selección de los reciclables y los que no, esto con la finalidad de generar la menor cantidad de residuos.

Desmantelamiento de caminos

Los caminos que se desmantelen en el polígono uno será porque los pobladores en su momento no les sean útiles. La remoción de los caminos existentes consistirá en volver a las condiciones naturales hasta antes del proyecto. Es importante destacar que la principal obra de desmantelamiento es el desuso de los caminos por parte de la empresa.

Desmantelamiento de obras auxiliares

Las obras auxiliares tales como almacenes o patios de servicios serán removidos del lugar donde se instalen los dos polígonos. Los materiales que de ahí se desprendan serán separados para una disposición de materiales reciclables, residuos sólidos y residuos peligrosos conforme lo marca la ley.

El cronograma de desmantelamiento se muestra en la Tabla II.35 para cada uno de los polígonos.

Cronograma de desmantelamiento													
No	Actividad	Meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Información a las autoridades correspondientes	■											
2	Planeación y permisos		■	■									
3	Desmantelamiento de hélices				■	■							
4	Desmantelamiento de góndola					■	■						
5	Desmantelamiento de Torre						■	■					
6	Desmantelamiento de líneas de conducción							■	■				
7	Desmantelamiento de Sub estación								■	■	■		
8	Desmantelamiento de caminos								■	■	■	■	■

Tabla II. 35: Cronograma de desmantelamiento

COPIA PÚBLICA

II.4. Requerimiento de personal e insumos

II.4.1. Personal

Polígono 1

El personal que laborará en la construcción del polígono uno será prioritariamente de la localidad de Santa María del Mar y San Mateo del Mar. Si dentro de las actividades que comprenda el proyecto no se cuenta con el personal capacitado dentro de la región se procederá a contratar personal calificado de diferentes locaciones.

La demanda de la mano obra durante las etapas de preparación, construcción y operación no provocará fenómenos migratorios temporales, esto debido a que la cantidad de personal que se requiere para laborar en el proyecto no representa un cantidad significativa las poblaciones que se encuentran dentro del área del polígono y de la región. En la Tabla II.36 se muestra la distribución de mano de obra que será requiera por el proyecto.

Etapa	Tipo de Mano de Obra	Tipo de empleo			Disponibilidad regional
		Permanente	Temporales	Extraordinario	
Preparación del sitio	No calificada		30	10	100 %
	Calificada		5	2	90%
Construcción	No calificada		50	20	80%
	Calificada		20	2	50%
Operación y mantenimiento	No calificada	10	10	15	100%
	Calificada	6	2		90%

Tabla II. 36: Personal requerido para la construcción del polígono uno

Polígono 2

El personal que laborará en la construcción del polígono dos al igual que el polígono uno será prioritariamente de la localidad de El Espinal que se encuentra dentro del área. Si dentro de las actividades que comprenda el proyecto no se cuenta con el personal capacitado dentro de la región se procederá a contratar personal calificado de diferentes locaciones.

La demanda de la mano obra durante las etapas de preparación, construcción y operación no provocará fenómenos migratorios temporales, esto debido a que la cantidad de personal que se requiere para laborar en el proyecto no representa un cantidad significativa las poblaciones que se encuentran dentro del área del polígono y de la región. En la Tabla II.37 se muestra la distribución de mano de obra que será requiera por el proyecto.

Etapa	Tipo de Mano de Obra	Tipo de empleo			Disponibilidad regional
		Permanente	Temporales	Extraordinario	
Preparación del sitio	No calificada		25	10	100 %
	Calificada		5	2	90%
Construcción	No calificada		40	20	80%
	Calificada		20	2	50%
Operación y mantenimiento	No calificada	10	10	15	100%
	Calificada	6	2		90%

Tabla II. 37 : Personal requerido para la construcción del polígono dos

II.4.2. Insumos

Los insumos aproximados que se utilizará durante la construcción de Polígono uno se muestran a continuación en la Tabla II.38.

Insumos necesarios para las actividades del polígono uno					
Recurso empleado	Etapas	Volumen, peso o cantidad	Forma de obtención	Lugar de obtención	Modo de empleo
Pintura	Construcción y operación	10 botes de 20 litros	Compra directa	Juchitán	Detalles finas de acabado
Soldadura	Construcción	500 varillas de soldadura	Compra directa	Juchitán	Detalles constructivos
Madera	Preparación y Construcción	10 toneladas	Compra directa	Juchitán	Detalles de armado
Concreto	Construcción	100 toneladas	Empresa contratista	Juchitán	Vertido en bases
Zahorra	Construcción	70 toneladas	Graveras	San Mateo, Juchitán	Caminos y obras civiles
Varilla de armado	Construcción	60 toneladas	Compra directa	Juchitán	Armado de estructura

Tabla II. 38 : Insumos necesarios dentro de las actividades del polígono uno

Los insumos aproximados que se utilizará durante la construcción de Polígono dos se muestran a continuación en la Tabla II.39.

Insumos necesarios para las actividades del polígono uno					
Recurso empleado	Etapas	Volumen, peso o cantidad	Forma de obtención	Lugar de obtención	Modo de empleo
Pintura	Construcción y operación	6 botes de 20 litros	Compra directa	Juchitán	Detalles finas de acabado
Soldadura	Construcción	300 varillas de soldadura	Compra directa	Juchitán	Detalles constructivos
Madera	Preparación y Construcción	6 toneladas	Compra directa	Juchitán	Detalles de armado
Concreto	Construcción	80 toneladas	Empresa contratista	Juchitán	Vertido en bases
Zahorra	Construcción	40 toneladas	Graveras	San Mateo, Juchitán	Caminos y obras civiles
Varilla de armado	Construcción	40 toneladas	Compra directa	Juchitán	Armado de estructura

Tabla II. 39 : Insumos necesarios dentro de las actividades del polígono dos

II.4.2.1. Agua

La cantidad de agua que se utilizará en el polígono uno será la que se muestra en la Tabla II.40. El agua potable será traída con la ayuda de pipas que a su vez obtiene el agua de los diferentes puntos de extracción que los municipios que permiten.

Etapa	Agua	Consumo ordinario		Consumo excepcional o periódico			
		Volumen	Origen	Volumen	Origen	Periodo	Duración
Preparación del sitio	Cruda	10 m ³ /mes	Contratista	---	---	---	---
	Tratada	Na	Na	---	---	---	---
	Potable	Na	Na	---	---	---	---
Construcción	Cruda	80 m ³ /mes	Contratista	---	---	---	---
	Tratada	Na	Na	---	---	---	---
	Potable	Na	Na	---	---	---	---
Operación	Cruda	4 m ³ /mes	Contratista	---	---	---	---
	Tratada	Na	Na	---	---	---	---
	Potable	Na	Na	---	---	---	---
Mantenimiento	Cruda	1 m ³ /mes	Contratista	---	---	---	---
	Tratada	Na	Na	---	---	---	---
	Potable	Na	Na	---	---	---	---
Abandono	Cruda	20 m ³ /mes	Contratista	---	---	---	---
	Tratada	Na	Na	---	---	---	---
	Potable	Na	Na	---	---	---	---

Tabla II. 40 : Consumo de agua potable durante las actividades del proyecto dentro del polígono uno.

La cantidad de agua que se utilizará en el polígono dos será la que se muestra en la Tabla II.41. El agua potable será traída con la ayuda de pipas que a su vez obtiene el agua de los diferentes puntos de extracción que los municipios que permiten al igual que el polígono uno.

Etapa	Agua	Consumo ordinario		Consumo excepcional o periódico			
		Volumen	Origen	Volumen	Origen	Periodo	Duración
Preparación del sitio	Cruda	10 m ³ /mes	Contratista	---	---	---	---
	Tratada	Na	Na	---	---	---	---
	Potable	Na	Na	---	---	---	---
Construcción	Cruda	60 m ³ /mes	Contratista	---	---	---	---
	Tratada	Na	Na	---	---	---	---
	Potable	Na	Na	---	---	---	---
Operación	Cruda	3 m ³ /mes	Contratista	---	---	---	---
	Tratada	Na	Na	---	---	---	---
	Potable	Na	Na	---	---	---	---
Mantenimiento	Cruda	1 m ³ /mes	Contratista	---	---	---	---
	Tratada	Na	Na	---	---	---	---

	<i>Potable</i>	Na	Na	---	---	---	---
Abandono	<i>Cruda</i>	15 m ³ /mes	Contratista	---	---	---	---
	<i>Tratada</i>	Na	Na	---	---	---	---
	<i>Potable</i>	Na	Na	---	---	---	---

Tabla II. 41 : **Consumo de agua potable durante las actividades del proyecto dentro del polígono dos.**

Es importante destacar que el consumo de agua viene principalmente de la necesidad de humedecer las zonas de construcción, el fraguado del concreto y de las necesidades de los trabajadores para los dos polígonos que comprenden el Parque Eólico Istmeño.

COPIA PÚBLICA

II.4.2.2. Materiales y sustancias

Los materiales y sustancias que se utilizarán en la construcción del polígono uno se muestran en las Tabla II.42 y II.43.

Nombre comercial	Nombre técnico	CAS	Estado físico	Tipo de envase	Etapa o proceso en que se emplea	Cantidad de uso mensual	Cantidad de reporte	Características CRETIB						IDLH	TLV	Destino uso final	Uso que se da al material sobrante
								C	R	E	T	I	B				
DIESEL	DIESEL	Na	Líquido	Tambo	Preparación, construcción y operación.	1000 litros	10 barriles				X	X		Na	Na	Maquinaria	Na
GASOLINA	MAGNA	Na	Líquido	Tambo	Preparación, construcción y operación.	600 litros	10 barriles				x	x		Na	Na	Maquinaria	Na

Tabla II. 42 : **Materiales e sustancias a utilizar en el polígono uno.**

CAS	Sustancia	Persistencia				Bioacumulación		Toxicidad			
		Aire	Agua	Sedimento	Suelo	FBC	Log Know	Agua		Crónica	
								Org Ac	Org Terr	Org Ac	Org Terr
	DIESEL	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND
	GASOLINA	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND

Tabla II. 43 : **Sustancias a utilizar en el polígono uno**

Los materiales y sustancias que se utilizarán en la construcción del polígono dos se muestran en la Tabla II.44 y II.45.

Nombre comercial	Nombre técnico	CAS	Estado físico	Tipo de envase	Etapa o proceso en que se emplea	Cantidad de uso mensual	Cantidad de reporte	Características CRETIB						IDLH	TLV	Destino uso final	Uso que se da al material sobrante
								C	R	E	T	I	B				
DIESEL	DIESEL	Na	Líquido	Tambo	Preparación, construcción y operación.	800 litros	10 000 barriles				X	X		Na	Na	Maquinaria	Na
GASOLINA	MAGNA	Na	Líquido	Tambo	Preparación, construcción y operación.	400 litros	10 000 barriles				x	x		Na	Na	Maquinaria	Na

Tabla II. 44 : **Materiales e sustancias a utilizar en el polígono dos.**

CAS	Sustancia	Persistencia				Bioacumulación		Toxicidad			
		Aire	Agua	Sedimento	Suelo	FBC	Log Know	Agua		Crónica	
								Org Ac	Org Terr	Org Ac	Org Terr
	DIESEL	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND
	GASOLINA	ND	ND	ND	ND	---	---	ND	ND	ND	ND

Tabla II. 45 : **Sustancias a utilizar en el polígono dos**

Explosivos

En este proyecto no se utilizará ningún tipo de explosivos.

II.4.2.3. Energía y combustibles

La construcción del Parque Eólico Istmeño requerirá energía eléctrica y combustibles fósiles para el uso de maquinaria y herramientas. Las piezas de los aerogeneradores que arribará al sitio de construcción vendrán solo para ensamblarse, por lo que la cantidad de combustibles y energía eléctrica que se utiliza en proyectos de fabricación aquí no será necesaria.

La energía eléctrica que se utilizará durante la etapa de construcción será principalmente para maquinas de soldar, pulidoras y cortadoras. La energía eléctrica será cubierta con la corriente que se cuente en el lugar de trabajo o con la ayuda de maquinas generadores energía eléctrica a base gasolina.

El combustible que será requerido por las maquinas que trabajen durante el proyecto obtendrán su combustible en forma de gasolina o diesel de la estación de servicio que se encuentra en el municipio de Salina Cruz para el polígono uno y la estación de servicio que se encuentra en el municipio de El Espinal para el polígono dos.

Los equipos que requieren el combustible son la maquinaria pesada para las diferentes etapas del proyecto. Durante la etapa de preparación la maquinaria pesada consistirá en maquinaria para la excavación, nivelación, compactación y transporte de materiales. La maquinaria que se utilizará para la construcción consistirá en maquinaria para el traslado del concreto y grúas de montaje principalmente. Una vez operando el parque la maquinaria pesada solo operara cuando las condiciones del camino así lo requieran. Para la etapa de operación se utilizarán camionetas para supervisar y dar mantenimiento a los aerogeneradores y las instalaciones del parque.

Dado que la maquinaria pesada no se puede estas trasladando fuera del lugar de trabajo por sus dimensiones y velocidad se instalará un almacén temporal de combustible a un lado del almacén de residuos con la finalidad de contar un con un lugar adecuado de almacenamiento y disminuir la distancia del combustible a la maquinaria.

El suministro interno de combustibles consistirá en el traslado de porrones de combustible al lugar donde se encuentre la maquinaria que así lo requiera. Este traslado se realizará

con el uso de camionetas que cuenten con plástico impermeable en la caja y con el material para combatir derrames.

II.4.2.4. Maquinaria y equipo

La maquinaria y equipo que se utilizará en las actividades del polígono uno se muestran en la Tabla II.46.

Equipo	Etapas	Cantidad	Tiempo empleado en la obra	Horas de trabajo diario	Decibeles emitidos	Emisiones a la atmósfera (g/s)	Tipo de combustible
Tractores sobre orugas	Preparación, Construcción y Operación	3	16 meses	8	35	ND	diesel
Compactadoras de suelo	Preparación, Construcción y Operación	4	14 meses	8	30	ND	diesel
Excavadoras hidráulicas	Preparación y Construcción	4	12 meses	8	40	ND	diesel
Tractores sobre ruedas	Preparación, Construcción y Operación	6	16 meses	8	35	ND	diesel
BULDÓZER (D8)	construcción	variable	2,087 semanal	8	117	11,37	diesel
RETRO 325	construcción	variable	20,019 semanal	8	99	7,11	diesel
RETRO GRANDE CON MARTILLO	construcción	variable	11,275 semanal	8	125	14,22	diesel
BAÑERA	construcción	variable	24,598 semanal	8	80	11,37	diesel
DUMPER	construcción	variable	29,622 semanal	8	80	9,24	diesel
MOTONIVELADORA	construcción	variable	8,981 semanal	8	88	7,82	diesel
RODILLO VIBRANTE	construcción	variable	8,981 semanal	8	85	6,40	diesel
CUBA AGUA	construcción	variable	8,981 semanal	8	80	8,53	diesel
CAMIÓN PLUMA	construcción	variable	3,758 semanal	8	74	7,11	diesel
GRÚA 500 TN	construcción	2	4,752 semanal	8	76	17,77	diesel
GRÚA 100 TN	construcción	2	9,504 semanal	8	76	10,66	diesel
CUBA HORMIGÓN	construcción	variable	16,273 semanal	8	87	9,24	diesel
BOMBA HORMIGÓN	construcción	variable	5,672 semanal	8	91	9,24	diesel
RETRO 325	mantenimiento	1	24 semanal	8	99	7,11	diesel
RODILLO VIBRANTE	mantenimiento	1	8 semanal	8	85	6,40	diesel

CAMIÓN PLUMA	mantenimiento	1	100 semanal	8	74	7,11	diesel
--------------	---------------	---	-------------	---	----	------	--------

Tabla II. 46 : **Maquinaria y equipo a utilizar dentro del polígono uno**

La maquinaria y equipo que se utilizará en las actividades del polígono uno se muestran en la Tabla II.47.

Equipo	Etapas	Cantidad	Tiempo empleado en la obra	Horas de trabajo diario	Decibeles emitidos	Emisiones a la atmósfera (g/s)	Tipo de combustible
Tractores sobre orugas	Preparación, Construcción y Operación	3	13 meses	8	35	ND	DIESEL
Compactadotas de suelo	Preparación, Construcción y Operación	1	11 meses	8	30	ND	DIESEL
Excavadoras hidráulicas	Preparación y Construcción	4	19 meses	8	40	ND	DIESEL
Tractores sobre ruedas	Preparación, Construcción y Operación	4	13 meses	8	35	ND	DIESEL
BULDÓZER (D8)	construcción	variable	2.087 semanal	8	117	11,37	diesel
RETRO 325	construcción	variable	20.019 semanal	8	99	7,11	diesel
RETRO GRANDE CON MARTILLO	construcción	variable	11.275 semanal	8	125	14,22	diesel
BAÑERA	construcción	variable	24.598 semanal	8	80	11,37	diesel
DUMPER	construcción	variable	29.622 semanal	8	80	9,24	diesel
MOTONIVELADORA	construcción	variable	8,981 semanal	8	88	7,82	diesel
RODILLO VIBRANTE	construcción	variable	8,981 semanal	8	85	6,40	diesel
CUBA AGUA	construcción	variable	8,981 semanal	8	80	8,53	diesel
CAMION PLUMA	construcción	variable	3,758 semanal	8	74	7,11	diesel
GRUA 500 TN	construcción	2	4,752 semanal	8	76	17,77	diesel
GRUA 100 TN	construcción	2	9,504 semanal	8	76	10,66	diesel
CUBA HORMIGON	construcción	variable	16,273 semanal	8	87	9,24	diesel
BOMBA HORMIGON	construcción	variable	5,672 semanal	8	91	9,24	diesel
RETRO 325	mantenimiento	1	24 semanal	8	99	7,11	diesel
RODILLO VIBRANTE	mantenimiento	1	8 semanal	8	85	6,40	diesel
CAMION PLUMA	mantenimiento	1	100 semanal	8	74	7,11	diesel

Tabla II. 47 : **Maquinaria y equipo a utilizar dentro del polígono dos**

II.5. Generación, manejo y disposición final de residuos sólidos

En la Tabla II.48 se muestra los residuos generados por la preparación, construcción y operación del Parque Eólico Istmeño

Nombre del residuo	Componentes del residuo	Proceso o etapa en el que se genera	Características CRETIB ⁴						Volumen generado por unidad de tiempo	Tipo de empaque	Sitio de almacenamiento temporal	Características del sistema de transporte al sitio de disposición final	Sitio de disposición final
			C	R	E	T	I	B					
Residuos Peligroso													
Aceites gastados	98% aceite, 1% agua y 1% sólidos	Preparación Construcción Operación				x	x		20 litros por mes	Embase plástico	Almacén temporal	Vehículo autorizado	Relleno de residuos peligrosos
Embases impregnados	Plástico y aceite	Preparación Construcción Operación				x	x		10 embases por mes	Embase plástico	Almacén temporal	Vehículo autorizado	Relleno de residuos peligrosos
Botes de pintura	Plástico y aceite	Preparación Construcción Operación				x	x		2 embases por mes	Embase plástico	Almacén temporal	Vehículo autorizado	Relleno de residuos peligrosos
Estopas y trapos impregnados de solventes	Hilos y solventes	Preparación Construcción Operación				x	x		4 kg mensuales	Bolsa de plástico	Almacén temporal	Vehículo autorizado	Relleno de residuos peligrosos
Restos de material eléctrico	Plástico y metales	Preparación Construcción Operación				x	x		3 kg por mes	Embase plástico	Almacén temporal	Vehículo autorizado	Relleno de residuos peligrosos
Residuos No Peligrosos													
Domésticos	Papel, cartón, plástico, vidrio, orgánicos	Preparación Construcción Operación							100 kg por mes	Botes de plástico	Almacén temporal	Vehículo autorizado	Vertedero de Juchitán
Material de excavación y despalme	Arenas, arcillas, rocas	Preparación Construcción							-----	A granel	Se utilizará como material de relleno o como material de restauración	-----	Se utilizará como material de relleno o como material de restauración
Reciclables	Metal, madera, cartón	Preparación Construcción							Variable	A granel	Almacén temporal	Vehículo de la empresa	Se canalizarán para su venta o recuso

Tabla II. 48 : **Generación de residuos**

Residuos sólidos no peligrosos

Para el almacenamiento de residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores del parque se tendrá un área específica delimitada dotada con contenedores metálicos con tapa.

⁴ Características CRETIB: C = corrosividad, R = reactividad, E = explosividad, T = Toxicidad al ambiente, I = inflamabilidad, B = biológico infeccioso.

Estos contenedores serán identificados. Todos los residuos sólidos urbanos generados serán depositados en el relleno sanitario autorizado por el municipio de Juchitán de Zaragoza.

II.5.2. Manejo de residuos peligrosos y no peligrosos

El manejo de los residuos peligrosos y no peligrosos dentro del proyecto de Parque Eólico Istmeño se realizará a las necesidades que se tendrán en cada una de las etapas y ajustándose a lo que marca la ley.

Generación de Residuos

La generación de residuos durante las tres diferentes etapas del proyecto será variada en cuanto a peligrosidad y volumen. A continuación se describen por separado la generación para cada una de las etapas.

Residuos Peligrosos

Preparación

La generación de residuos peligrosos durante esta etapa consistirá principalmente en la generación de aceites gastos de la maquinaria y sus refacciones. Salvo algún solvente o pintura que se pueda generar.

Construcción

Durante la etapa de construcción la generación de residuos peligrosos consistirá principalmente en;

- Aceites gastados de maquinaria utilizada
- Filtros y refacciones mecánicas provenientes del mantenimiento de la maquinaria
- Estopas impregnadas de aceite y solventes
- Restos de pintura
- Restos de soldadura
- Restos de material eléctrico

Operación

Una vez que se encuentre en operación el Parque Eólico Istmeño la generación de residuos peligrosos será prácticamente igual durante la vida útil del proyecto. Esto se debe a que los aerogeneradores solo generarán aceites gastados y materiales eléctricos como residuos peligrosos.

En lo que respecta a la generación de residuos peligrosos por los vehículos de la empresa que se encargaran de supervisar y dar mantenimiento la cantidad de residuos generados será muy poca al contar con un par de camionetas solamente para realizar esta labores.

Medidas de control

Las medidas de control para el manejo de residuos peligrosos consistirá principalmente en el adecuado manejo de los mismos procurando no mezclar residuos peligroso con residuos no peligrosos. Se deberán de colocar tambos metálicos donde contener los residuos peligrosos, estos tambos metálicos se colocarán dentro del almacén temporal de residuos peligrosos que se colocará en el área de cada uno de los polígonos.

Las condiciones de manejo y almacenamiento de residuos peligrosos deberán de cumplir con lo especificado en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Es importante destacar que la recolección de este tipo de residuos deberá de ser en un principio durante las etapas de preparación y construcción cada vez que sea necesario, mientras que una vez que se encuentre operando el Parque Eólico Istmeño las recolecciones podrán ser programadas.

Las condiciones del almacén temporal de residuos peligrosos se presentan en este capítulo en el apartado de descripción obras auxiliares.

Residuos No Peligrosos

La generación de residuos no peligrosos será mayor a la de los residuos peligrosos, muchos de estos residuos serán generados principalmente por los trabajadores de la

obra. No obstante una cantidad importante será la generada por la construcción, este tipo de residuos consistirá principalmente en los que se mencionaron en la Tabla II.47.

Medidas de control

Las medidas de control consistirán en la correcta disposición de los residuos en los tambos destinados para dicha acción dentro del almacén de temporal de residuos no peligrosos. Durante la etapa de preparación y construcción el volumen que se generará de residuos provendrá principalmente de los trabajadores, por lo que bastará con una adecuada recolección por parte de una empresa autorizada.

Una vez terminada la obra la generación de residuos disminuirá visiblemente al retirarse los trabajadores que laboraron en las etapas de preparación y construcción. Por lo que el control y manejo de residuos dentro del área de cada uno de los polígonos podrá ser controlado eficazmente. Se colocarán contenedores de basura a lo largo de toda el área del proyecto y se contratará una empresa recolectora que cuente con las autorizaciones de ley.

Las condiciones del almacén temporal de residuos no peligrosos se presentan en este capítulo en el apartado de descripción obras auxiliares.

II.5.3. Disposición final de residuos peligrosos y no peligrosos

II.5.3.1. Sitios de tiro

Ubicación del sitio de tiro

Residuos Peligrosos

El sitio de disposición final de los residuos peligrosos será en el Centro de Tratamiento y Disposición Final de RIMSA ubicado en la Carretera Monterrey–Monclova km. 86 Puerto San Bernabé, Mina, N.L. En este sitio se dispondrán los residuos descritos en la Tabla II.48.

El volumen estimado de residuos que se dispondrán en este sitio será el que se muestran en la Tabla II.49.

Volumen estimado de disposición de residuos peligrosos	
Residuo	Volumen estimado (litros)
Aceites gastados	4 000
Embases impregnados	2 000
Botes de pintura	400
Estopas y trapos impregnados de solventes	2 000
Restos de material eléctrico	300

Tabla II. 49 : **Volumen estimado de disposición de residuos**

Residuos No Peligrosos

El sitio de disposición final de los residuos no peligrosos será en el tiradero municipal del municipio de Juchitán de Zaragoza. En este sitio se dispondrán los residuos descritos en la Tabla II.48.

El volumen estimado de residuos que se dispondrán en este sitio será el que se muestran en la II.50.

Volumen estimado de disposición de residuos no peligrosos	
Residuo	Volumen
Domésticos	20 000 lt
Material de excavación y despalme	179 960,43
Reciclables	variable

Tabla II. 50 : **Volumen estimado de disposición de residuos**

II.5.3.2. Confinamientos de residuos peligrosos

El sitio de disposición final de los residuos peligrosos será en el Centro de Tratamiento y Disposición Final de RIMSA ubicado en la Carretera Monterrey–Monclova km. 86 Puerto San Bernabé, Mina, N.L. Cabe mencionar que se contratará una empresa autorizada por SEMARNAT para recolección y traslado al sitio de confinamiento de residuos peligrosos dentro del región. En la construcción de los parques eólicos de la Venta 1 y Venta 2 se puede localizar a una empresa que se encargará de la recolección, por lo que el promovente cuenta al menos con proveedor del servicio para llevar a cabo esta tarea.

II.5.3.3. Tiraderos municipales

El tiradero municipal donde serán vertidos los residuos no peligrosos pertenece al municipio de Juchitán de Zaragoza el cual se encuentra ubicado dentro del área del mismo municipio. Las características generales del tiradero municipal están determinadas por la administración del municipio. Entre las características más importantes encontramos su ubicación y el manejo de residuos que se las dentro del mismo tiradero. Tal manejo consiste en una separación de reciclables y no reciclables por las personas que habitan en el mismo.

La capacidad y vida útil de este tiradero no se tiene estimada por el municipio dado que las condiciones de diseño no fueron proyectadas desde un principio, cabe destacar que la generación de residuos no peligrosos no se incrementara de manera considerable por la construcción del Parque Eólico Istmeño dado que la mayoría de los trabajadores serán de las comunidades. La autoridad responsable de este tiradero es el municipio de Juchitán de Zaragoza.

II.5.3.4. Rellenos sanitarios

No se utilizarán rellenos sanitarios dado que dentro de la región del Istmo de Tehuantepec donde será instalado el Parque Eólico no se cuenta con un relleno sanitario.

II.6. Generación, manejo y descarga de residuos líquidos, lodos y aguas residuales

II.6.1. Generación

II.6.1.1. Residuos líquidos

Los residuos líquidos que se generarán por el Parque Eólico Istmeño son los provenientes de las letrinas móviles que se instalarán y los aceites gastados de la maquinaria de construcción y aerogeneradores.

El aceite gastado tiene las características de ser tóxico e inflamable. Este residuo será manejado como peligroso y será dispuesto en un sitio de disposición final por la empresa que lo recolecte. El agua residual generada por las letrinas móviles será responsabilidad de la empresa prestadora del servicio. Las letrinas móviles se instalarán en una cantidad de 1 por cada 8 trabajadores.

II.6.1.2. Agua residual

No se instalará una planta de tratamiento de aguas residual para el proyecto, las aguas generadas serán por las letrinas móviles que se instalarán en las etapas de preparación y construcción del parque. En la etapa de operación la generación de aguas residuales será por los trabajadores de plana del proyecto. Los volúmenes de agua residual generados por la preparación, construcción y operación de los cuales se hará cargo la empresa prestadora de servicio se muestran a continuación Tabla II.51, mientras que el volumen de aceites gastados ya se mostró en los capítulos anteriores.

Volumen estimado de aguas residuales			
Etapa	Trabajadores	Volumen estimado por trabajador (litros)	Volumen total (litros)
Preparación	70	300 litros/mes	21 000
Construcción	120	300 litros/mes	36 000
Operación	22	300 litros/mes	6 600
Total			63 600

Tabla II. 51 : Aguas residuales por la construcción del proyecto

II.6.2. Manejo

No se dará ningún tratamiento al agua residual que se generará el proyecto dado que el prestador de servicio se encargará de dar tratamiento al agua que se genere en las letrinas portátiles.

El manejo de los aceites gastados correrá a cargo de la empresa que administre el sitio de disposición final, este manejo puede ser venta del aceite, neutralización o disposición final.

II.6.3. Disposición final (incluye aguas de origen pluvial)

El proyecto no contempla dar disposición final a las aguas de origen pluvial dado que las características del proyecto al aire libre no interrumpen el flujo e infiltración natural del agua de lluvia.

II.6.3.1. Características

Se construirá una red de drenajes para agua pluvial a un lado del camino de los aerogeneradores para tratar de conservar el camino en buenas condiciones, dicho drenaje se presenta en el plano del arreglo del parque dentro del Anexo II.1 y II.2.

II.6.3.2. Cuerpos de agua

El proyecto no contempla el vertido de aguas residuales en algún cuerpo de agua. Es importante destacar que el proyecto se encuentra cerca de una región prioritaria marítima la cual no será perturbada en ningún sentido.

II.6.3.3. Suelo y subsuelo

El proyecto no contempla inyectar, depositar o verter agua directamente sobre el suelo o subsuelo.

II.6.3.4. Drenajes

Los drenajes que se instalarán en el proyecto consistirán en la construcción de canales de drenaje a un lado del camino con la finalidad de evitar que los caminos construidos para el proyecto se estropeen. Los drenajes que se coloquen a un lado del camino estarán conducidos conforme la pendiente para evitar modificar el flujo hídrico del lugar. Los volúmenes de generación de agua pluvial dependerán directamente de la temporada y el año.

II.7. Generación, manejo y control de emisiones a la atmósfera

Las emisiones a la atmósfera que serán liberadas durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Parque Eólico Istmeño serán originadas por el uso de maquinaria y vehículos de apoyo. Estas fuentes de emisión se consideran móviles e intermitentes para un periodo fijo y no permanente por lo que no será necesario que se realice un monitoreo de las emisiones a la atmósfera.

Para estimar emisiones a la atmósfera de gases de combustión (HC, CO, NO_x, PST y SO₂) se utilizaron los factores de emisión para un camión de carga (Gobierno del Estado de Jalisco, 1997) en gramos por kilómetro recorrido y se corrigieron a gramos por hora basándose en una velocidad promedio de estos vehículos de 30 Km/hr. Los factores

corregidos se emplearon para estimar las emisiones generadas por todos los tipos de maquinaria que será utilizada en el proyecto variando el tiempo en que ésta será utilizada. Como se muestra en la Tabla II.52.

Estimación de Emisiones a la atmósfera					
Factores de emisión	HC	CO	NOx	PST	SO₂
Camión de carga (g/km)	5.17	19.8	25.6	3	0.47
Camión de carga (g/hr)	155.1	594	768	90	14.1
Pick-up gasolina (g/km)	7.01	76.3	2.88	0.2	0.17
Pick-up gasolina (g/hr)	210.3	2289	86.4	6	5.1

Tabla II. 52 : **Factores de emisión de contaminantes para fuentes móviles**

Además de las emisiones emitidas a causa de la combustión de los motores de la maquinaria, se contempla que existirá una generación de levantamientos de polvos que contribuirán con la emisión de partículas suspendidas. Según datos obtenidos del AP-42 de la Agencia de Protección Ambiental de los EUA (US EPA) la emisión de estos contaminantes se puede calcular de la siguiente manera:

$$E = 2.69 \text{ Ton/ha/mes; donde } E \text{ representa la emisión de polvos}$$

De tal forma que para una duración de los trabajos aproximada de 30 meses y una superficie de afectación temporal para de 50 ha la emisión de polvos será de:

$$\text{Emisión de levantamiento de polvos} = 114 \text{ ton}$$

Cabe señalar que esta cifra se considera como límite máximo ya que las condiciones de suelo y clima variarán dependiendo de la ubicación geográfica de estudio.

La periodicidad de emisión será únicamente durante el día. La cantidad de emisión de los vehículos que laborarán en el territorio será diferente durante las tres etapas del proyecto, esto se debe a que la maquinaria utilizada en cada una de ellas es diferente.

Durante la etapa de preparación del sitio las emisiones provendrán de camiones de carga y maquinaria pesada, mientras que en la etapa de construcción la maquinaria consistirá en camiones de carga y grúas de montaje. Una vez instalado el parque eólico la maquinaria pesada será retirada por lo que las emisiones serán notablemente reducidas.

Las características de la construcción de parque eólico no contemplan fuentes fijas de emisiones a la atmósfera. El principal motivo de ello es que no se fabricarán los aerogeneradores en el lugar.

No se instalarán equipos de control de emisiones debido a que las fuentes de emisión son móviles y que basta con la afinación continua y el mantenimiento para disminuir al máximo las emisiones a la atmósfera de todos los vehículos que laboren en la preparación, construcción y operación del Parque Eólico Istmeño.

II.8. Contaminación por ruido, vibraciones, radiactividad, térmica o luminosa

El proyecto no contempla contaminación por vibraciones ya que la maquinaria utilizada para la construcción de parque no genera vibraciones de magnitud preocupante. Además de esto una vez operando el parque eólico las cantidades emitidas de decibels se encontrarán dentro de las normas aplicables.

El proyecto no maneja ningún elemento radioactivo dentro de construcción por lo que la contaminación por esto queda totalmente descartada.

La contaminación térmica se genera por la operación de equipos que generan un alto grado de calor al ambiente, en este proyecto no se manejarán equipos que genere contaminación térmica alguna.

La contaminación luminosa proviene regularmente de estructuras que irradian un alto grado de luz. Dentro de este proyecto no se generará un grado de iluminación que represente una contaminación luminosa. Los aerogeneradores contarán con luz blanca destellante omnidireccional con una intensidad mínima de 2.000 candelas la cual está diseñada para ser vista por las aves que vuelan a la altura de los aerogeneradores. Las especificaciones de la luz se muestran en el Anexo II.5.

La contaminación que si se generará por el proyecto es la auditiva la cual se describe a continuación de manera detallada.

Contaminación por Ruido

Intensidad en decibeles y duración del ruido en cada una de las actividades del proyecto

El ruido generado en cada una de las etapas será distinta por lo que se explica a continuación la en qué consiste la contaminación en cada una de las etapas.

Preparación

La generación de ruido en esta etapa provendrá de los camiones de carga y la maquinaria pesada con la que se construirá o habilitara los caminos para los aerogeneradores.

Los camiones de carga serán una fuente móvil de ruido que generará ruido mientras se mueva dentro del área de trabajo, tales decibeles se estima en 35, mientras que los decibels emitidos por la maquinaria pesada se estima en 38.

Construcción

La generación de ruido que se generará en esta etapa provendrá principalmente de los camiones que trasladen las piezas de los aerogeneradores y las grúas de montaje. Los camiones que trasladen las piezas emitirán ruido mientras se muevan dentro del cada uno de los polígonos, mientras que las grúas de montaje emitirán ruido fijo en cada uno de los montajes de los aerogeneradores y mientras se trasladen de un punto a otro. Los decibels emitidos por los camiones de carga es de 45 y para las grúas de montaje es de 40.

Operación

La generación de ruido por la instalación de los aerogeneradores es uno de los factores más cuidados dentro de los parques eólicos en el mundo durante la operación. En los siguientes párrafos se muestran analogías y predicciones de ruido esperadas por la instalación del parque eólico.

Medición y Cálculo del ruido

Las autoridades públicas en todo el mundo utilizan la denominada escala dB(A), o decibelios (A), para cuantificar las medidas de sonido. Para darnos una idea de la escala, ver la Tabla II.53.

Niveles de ruido						
Nivel de sonido	Umbral de audibilidad	Susurro	Conversación	Tráfico urbano	Concierto de rock	Reactor a 10 m de distancia
dB(A)	0	30	60	90	120	150

Tabla II. 53 : Niveles de ruido

La propagación del sonido se rige por la ley del inverso del cuadrado de la distancia como se muestran en la Figura II.17.

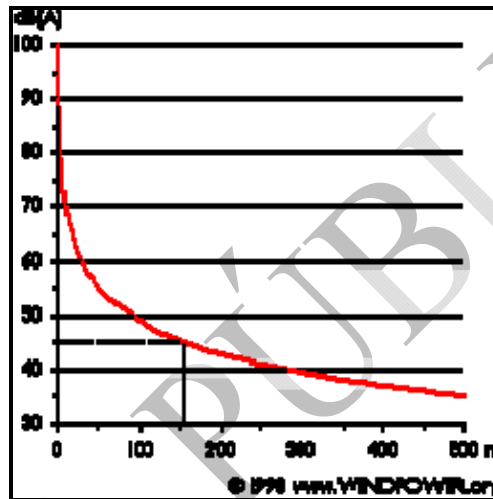


Figura II. 16 : Propagación del Ruido con la distancia

Esto quiere decir que, si nos alejamos 200 metros de un aerogenerador, el nivel de sonido será un cuarto del que teníamos a 100 metros. Y así, si multiplicamos por dos su distancia hará que el nivel de dB(A) se divida por 6. A una distancia de un diámetro de rotor de la base de un aerogenerador emitiendo 100 dB(A) generalmente tendrá un nivel de sonido de 50 dB(A), correspondiente a una secadora de ropa (europea). Cuatro diámetros de rotor más allá tendrá 38 dB(A), que corresponden al sonido que tendría en una tranquila sala de estar. A una distancia de 6 diámetros de rotor tendría alrededor de 34 dB(A). En la Figura II.18 donde se muestra la simulación de la generación de ruidos con la distancia.

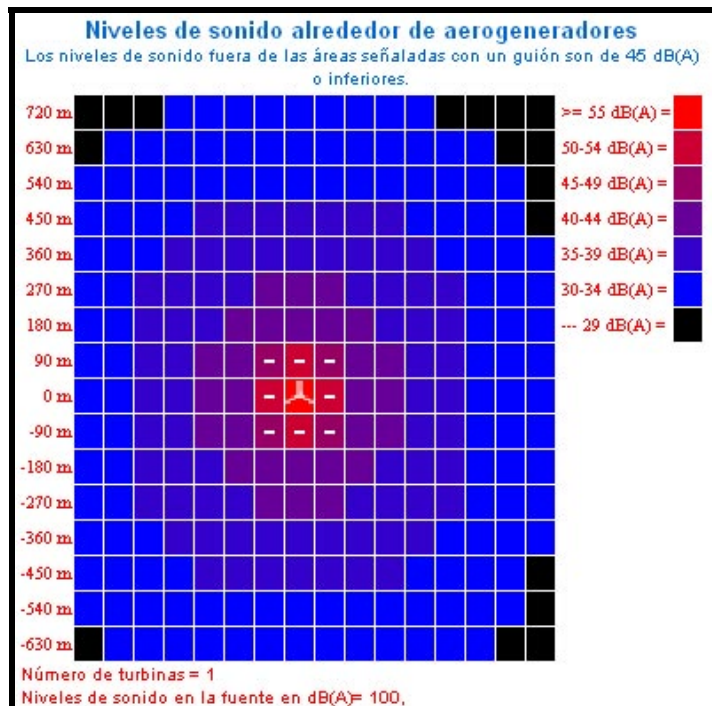


Figura II. 17 : Niveles de ruido generados por el aerogenerador modelados a una distancia de 700m

Si tenemos dos aerogeneradores en lugar de uno solo, situados a la misma distancia de nuestros oídos, naturalmente la energía sonora que nos llegue será el doble. Como acabamos de ver, esto significa que las dos turbinas aumentarán el nivel de sonido en 3 dB(A). Cuatro turbinas en lugar de una (a la misma distancia) aumentarán el nivel de sonido en 6 dB(A). Se necesitan realmente diez turbinas situadas a la misma distancia para percibir que la intensidad del sonido subjetiva (la sonoridad) se ha doblado (es decir, que el nivel de dB se ha multiplicado por 10). En la Figura II.19 se muestra el ruido generado por dos aerogeneradores.

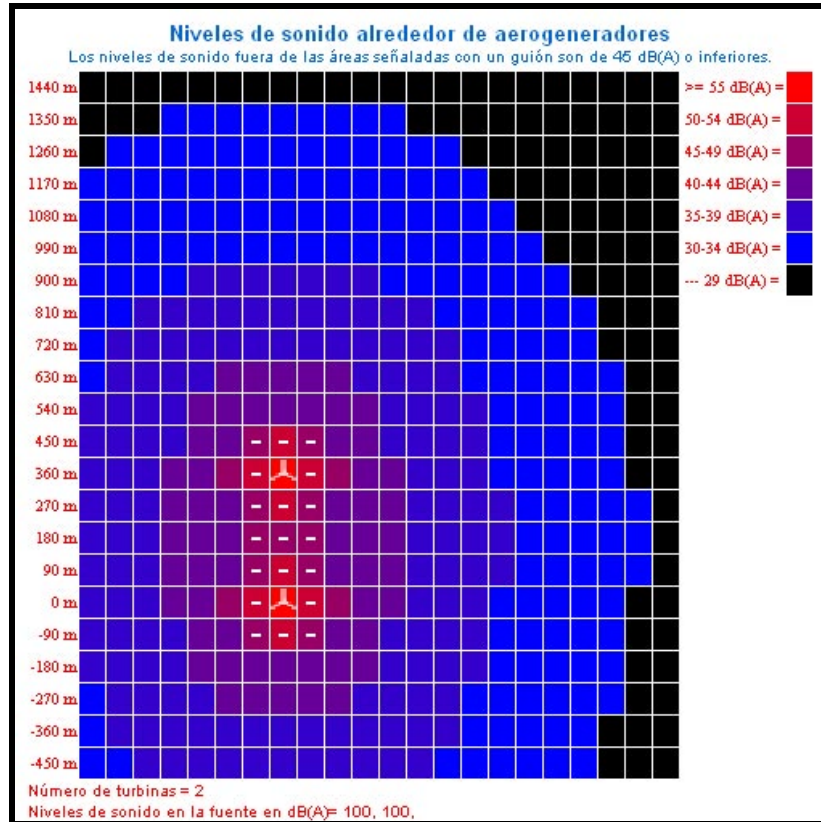


Figura II. 18 : Niveles de ruido esperados por dos aerogeneradores continuos

Si realizamos un estudio con las distintas posiciones alrededor de una hilera de aerogeneradores, tenemos que primeramente la influencia de los distintos aerogeneradores desde 50 metros del primer aerogenerador se comporta como se muestra en la siguiente Tabla II.54.

Comportamiento de ruido con la distancia			
Turbina fuente dB (A)	Distancia	Niveles de sonido resultante (dB)	Potencia sonora W/m2
100	50	55.029	3.183E-07
100	80	37.412	5.50E-08
100	710	31.983	1.6E-09
100	1000	29.008	8E-10

Tabla II. 54 : Comportamiento de ruido de un aerogenerador a través de la distancia

Aquí podemos ver que la influencia del aerogenerador que se encuentra a 710 m. es mínima, pero el siguiente aerogenerador tendríamos que ponerlo a 1000 metros en vez de 1.040, para que tan siquiera sea medible su influencia.

En el caso de estar entre dos aerogeneradores se muestra en la siguiente Tabla II.55.

Ruido por dos aerogeneradores			
Turbina fuente dB (A)	Distancia	Niveles de sonido resultante (dB)	Potencia sonora W/m2
100	165	44.658	2.92E-08
100	165	44.658	3.2E-09

Tabla II. 55 : **Comportamiento de ruido de dos aerogeneradores**

De acuerdo con estándares internacionales, los fabricantes de aerogeneradores suelen especificar niveles teóricos de dB(A) para emisiones sonoras considerando que todo el sonido se origina en un punto central aunque, por supuesto, en la práctica se origina en toda la superficie de la máquina y de su rotor.

La presión sonora así calculada oscila entre 96-101 dB(A) en los modernos aerogeneradores. La cifra en sí misma carece de interés, pues: ¿no habrá un solo punto donde pueda experimentar ese nivel de sonido! Sin embargo, resulta útil para predecir los niveles de sonido a diferentes distancias del aerogenerador.

A distancias superiores a 300 metros, el nivel de ruido teórico máximo de los aerogeneradores de alta calidad estará generalmente por debajo de los 40 dB(A) al aire libre, que corresponden a la legislación más exigente que existe en esta materia (para áreas con concentración de varias casas), de manera indicativa, el ruido de fondo de las hojas y los pájaros suele estar alrededor de los 30 dB(A).

Como se puede ver en todos los casos se cumple la Norma Oficial Mexicana NOM-081-1994, en la que se indican que los valores máximos permisibles son:

De 6:00 a 22:00 68 dB(A)

De 22:00 a 6:00 65 dB(A)

Fuentes emisoras de ruido de fondo en cada una de las etapas del proyecto

En las etapas de preparación, contricción y operación no se contempla el ruido de fondo significativo. Este es por que las poblaciones donde se instalará el proyecto con cuenta con fuentes emisoras de ruido fijo. Los únicos ruidos de fondo que se pudiesen llegar a percibir son el ruido del océano en el polígono uno y las aves para dos polígonos.

Dispositivos de control de ruido

Los dispositivos de control de ruido vienen integrados a cada aerogenerador y el principal punto de control es la ubicación de los aerogeneradores dentro del polígono buscando tener la mayor distancia a las comunidades.

II.9. Medidas de seguridad

Durante las tres etapas del proyecto se contratarán diferentes empresas auxiliares, las cuales contarán con sus propios sistemas de medidas de seguridad para la elaboración de la actividad que realicen como parte del proyecto.

Las medidas de seguridad empleadas por el promovente serán las que se realicen por parte de él mismo. Tales medidas consistirán en la organización y desarrollo de la logística de las actividades que se realicen sin la ayuda de empresas contratistas.

II.9.1 Señalización y medidas preventivas

Durante las etapas del proyecto se colocarán señales informativas y de seguridad que ayuden con el control de las medidas de seguridad de las diferentes actividades. Para la etapa de preparación se colocarán letreros y cercos perimetrales de seguridad que establezcan una distancia mínima de seguridad. Algunos de letreros serán de velocidad máxima, hombres trabajando, informativos, etc.

En la etapa de construcción las señales preventivas consistirán en delimitar los espacios para resguardar un espacio con las grúas de montaje, señales preventivas e información del equipo de seguridad que se deberá de usar en cada una de las diferentes labores.

Durante la etapa de operación las señales deberán de estar ubicadas de tal manera que los caminos de acceso y los límites de seguridad de cada uno de los aerogeneradores se mantengan bajo condiciones seguras. Tales letreros deberá de ser de ubicación de los aerogeneradores y señales de prohibición respecto a las actividades que no se pueden hacer cerca del aerogenerador entre otras.

En cada una de las señales se buscará ofrecer el mayor grado de comunicación a los pobladores de cada uno de los polígonos buscando con esto que las personas que no sepan leer puedan entender de que se tratan las señales.

II.10. Identificación de las posibles afectaciones al ambiente que son características del o los tipos de proyecto

En esta sección se describirán de forma resumida las afectaciones ambientales que por lo general se presentan al desarrollar proyectos similares, con el fin de que el promovente esté en condiciones de seleccionar estudios ambientales particulares de aquellos elementos potencialmente afectados, así determinar el área de estudio que se indicará en el capítulo IV.

De manera general este tipo de proyectos presentan por lo regular tres impactos significativos, la remoción de vegetación para la construcción de caminos, el riesgo de colisión de aves y el manejo de los residuos generados en las diferentes etapas por la falta de infraestructura de los lugares donde se ubicará el Parque Eólico Istmeño.

El polígono uno presenta un camino principal que comunica a San Mateo del Mar y Santa María del Mar el cual cuenta con buenas características para el proyecto. No obstante será necesario construir una red de caminos para la instalación y operación del parque eólico. La superficie de tierra que será removida así como la reubicación de los animales que se encuentren dentro del trazado del nuevo camino representa uno de los impactos con lo que se deberá tener mayor atención

El aspecto de la colisión de aves en este polígono representa uno de los impactos más significativos de este tipo de proyectos. La empresa promovente del proyecto ya desarrollo un estudio de monitoreo de aves durante un año para evaluar la factibilidad de la instalación de un parque eólico en este lugar, arrojando resultados positivos.

El manejo de los residuos sólidos y peligrosos generados por la construcción y operación de parques eólicos es particularmente de importante en este polígono, ya que la infraestructura con la que cuenta la región es escasa. No obstante dentro de este estudio de impacto ambiental se consideran una serie de medidas para ayuda a mitigar el impacto que se pudiese generar.

Dentro del polígono dos la infraestructura de caminos se encuentra en excelentes condiciones lo cual hace que el desarrollo del proyecto en esta área sea llevado sin mayor preocupación por la cantidad de maleza y tierra removida por la construcción de caminos.

El tema de aves en este polígono también ha sido estudiado por el promotor del proyecto, realizando un estudio de monitoreo de aves en el área con la misma finalidad de evaluar la factibilidad de la construcción de un parque eólico en la zona.

El manejo de los residuos en este polígono presenta condiciones similares al del polígono uno. Cabe destacar que el municipio de El Espinal donde será instalado el polígono dos presenta una mayor infraestructura y capacidad para hacer frente al problema del manejo de los residuos.

COPIA PÚBLICA

Índice

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES	158
III.1. Información sectorial	159
III.2. Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo en la región	160
Regiones terrestres prioritarias, áreas de importancia para la conservación de las aves y regiones hidrológicas prioritarias (CONABIO).....	162
Áreas naturales protegidas (CONANP).....	164
Ley del equilibrio ecológico del estado de Oaxaca P.O.O. 10/10/1998, última reforma P.O.O. 10/05/2008.....	164
Ley de Protección Contra el Ruido en el Estado de Oaxaca P.O.O. 13/07/1968.....	164
Ley de Planificación y Urbanización del Estado de Oaxaca P.O.O.24/08/1963.....	165
III.3 Análisis de los instrumentos normativos.....	166
Plan Nacional de Desarrollo 2006-2012:.....	166
Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales 2007-2012.....	167
Plan Estatal de Desarrollo Sustentable 2004 – 2010.....	168
Mecanismo de desarrollo limpio dentro del marco del protocolo de Kyoto.....	170
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente D.O.F. 28/01/1988, última reforma publicada D.O.F. 16/05/2008.....	171
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental D.O.F. 30/05/2000.....	180
Ley General para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos D.O.F. 08/10/2003, última reforma publicada 19/06/2007.....	184
Reglamento de la Ley General para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos D.O.F. 30/11/2006.....	188
Ley General de Vida Silvestre d.o.f. 03/07/2000, última reforma publicada D.O.F. 14/10/2008.....	196
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable D.O.F. 25/02/2003, última reforma publicada D.O.F. 24/11/2008.....	197
Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable D.O.F. 21/02/2005.....	199
Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica D.O.F. 22/12/1975, última reforma publicada D.O.F. 22/12/1993.....	202
Ley de la Comisión Reguladora de Energía D.O.F. 31/10/1995, ultima reforma D.O.F. 28/11/2008.....	204
Ley General de Bienes Nacionales D.O.F. 20/05/2004 última modificación D.O.F. 31/08/2007.....	205
La iniciativa de ley para el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía (LAFRE), P DOF 28 DE NOVIEMBRE DEL 2008.....	206
a) El viento;.....	207
Plan de acción para eliminar barreras para el desarrollo de la generación eoloelectrica en México.....	207
Proyecto de energías renovables a gran escala (BM-GEF).....	207
Iniciativa de ley que regula las autorizaciones para la construcción de una central eólica interconectada al sistema eléctrico nacional en el estado de Oaxaca.....	207
NORMAS.....	208

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

El objetivo de este capítulo es mostrar los instrumentos de planeación y ordenamiento ecológico de la zona, así como definir si el proyecto es compatible legalmente con los lineamientos que ahí se tienen. En un segundo término, se mostrarán los lineamientos legales a los que se debe apegar el Parque Eólico Istmeño para cumplir con las diferentes Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas aplicables, ya sea para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento o abandono del citado Parque Eoloeléctrico.

Cabe mencionar que el Parque Eólico Istmeño tiene por objetivo la generación de energía eléctrica bajo el esquema de autoabastecimiento, aprovechando para ello, los grandes ventajas que ofrece la región de la Llanura costera del Istmo de Tehuantepec en cuanto al flujo de viento, por lo cual, se realizará un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de la zona.

Es importante para el desarrollo del proyecto la vinculación con las propuestas de lineamientos y regulación que se introducen con los nuevos elementos del marco regulatorio de la materia, tales como las iniciativas de Ley para el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía federal y la iniciativa de Ley que regula la autorización de construcción de una central eólica interconectada al Sistema Eléctrico Nacional en el Estado de Oaxaca, así como el proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-151-SEMARNAT-2006 proponen.

Cabe mencionar que el citado proyecto además de apegarse a todas las leyes, reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas ya sean Federales Estatales y Municipales, se podría vincular con los objetivos y metas del eje de desarrollo para la zona del Istmo denominado el corredor eólico del Istmo de Tehuantepec.

III.1. Información sectorial

Derivado del aprovechamiento del recurso eólico, la dinámica del desarrollo de la zona se ha visto incrementado de forma muy sustancial en los últimos años, puesto que las comunidades que se encuentran en el Istmo de Tehuantepec se han proyectado a la par de la instalación de los Parque Eólicos que ahí se encuentran.

Por esta razón, el gobierno federal ha sido uno de los promotores más importantes de este tipo de proyectos, siendo un claro ejemplo de ello, los aerogeneradores que se instalaron en el municipio de La Venta por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), recientemente con la Venta II.

Cabe destacar que el potencial eólico que se encuentra en la zona del Istmo de Tehuantepec y particularmente en los polígonos de que se compone el Parque Eólico Istmeño ha sido medido desde hace años por diferentes instituciones del país. La comprobación y corroboración del potencial eólico también se llevo a cabo por el promovente del proyecto con la finalidad de obtener datos duros de la velocidad y dirección del viento.

III.2. Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo en la región

En función de la ubicación del Parque Eólico Istmeño y de la naturaleza como un proyecto bajo el esquema de autoabastecimiento de energía eléctrica, se considera que es bastante acertado desarrollar este proyecto en esa área, puesto que la velocidad y dirección de los vientos, las características geológicas, climáticas y de uso de suelo, favorecen en gran medida a que el proyecto de Energía Alternativa Istmeña S. de R.L. de C.V. se desarrolle favorablemente.

Sin embargo, y de forma lamentable, en la zona no existen planes de desarrollo u ordenamiento ecológico territorial que regulen o dirijan el desarrollo de la zona, razón por la cual, Energía Alternativa Istmeña S. de R.L. de C.V. ha desarrollado mecanismos para favorecer a los propietarios de los predios involucrados, ello sin interferir con los usos de suelo actuales y las actividades económicas principales, lo cual se logró por medio de contratos de usufructo celebrados con los habitantes, a efecto de que además de recibir una renta anual por el uso de su tierra, sigan realizando sus actividades productivas, lográndose así, que este proyecto apoye simultáneamente el desarrollo industrial, comercial y habitacional mediante el suministro de la energía necesaria a sus socios autoconsumidores de una forma ambientalmente responsable y a la par, promover acciones para impulsar a los propietarios de los terrenos de su poligonal.

Ahora bien, por lo que toca a la vinculación del Proyecto con las leyes, reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas de los tres órdenes de gobierno, es de manifestarse que Energía Alternativa Istmeña S. de R.L. de C.V., es una empresa que promueve el desarrollo ambientalmente responsable mediante un estricto cumplimiento de la normatividad aplicable. En este sentido, cabe destacar que la Secretaría de Energía apoya y promueve proyectos que generan energía eléctrica utilizando fuentes renovables (como lo es en este caso; el viento); puesto que el desarrollo de este tipo de proyectos posibilitan mejorar los servicios públicos, en razón de que los mismos se optimizan y eficientan, evitando de esa manera, el desperdicio.

Con relación a la Ley de Aguas Nacionales, se considera que el Parque Eólico Istmeño no causará daños adversos a los cuerpos de agua cercanos, superficiales o subterráneos, ya

que el proceso utilizado para la generación de energía eoloeléctrica no utiliza como insumo o efluente el agua para el proceso generación de energía, descartando con esto el daño que pudiera sufrir la Región Marítima Prioritaria de Las Lagunas Superior e Inferior.

Uno de los aspectos más importantes es el ruido y las vibraciones, ya que una de las afectaciones que este tipo de tecnologías genera a las poblaciones cercanas, es el ruido, por lo cual, Energía Alterna Istmeña S. de R.L. de C.V., tomará todas las medidas preventivas pertinentes para respetar la legislación y evitar que la población sea dañada, entre las que destaca la ubicación de los aerogeneradores dentro del parque, los cuales están ubicados a una distancia de 800 metros como mínimo de las poblaciones que se encuentran dentro del área del parque.

Tomando en cuenta el interés del desarrollo actual de nuestro país y considerando que el progreso se enfoca hacia el desarrollo sustentable, el Parque Eólico Istmeño apoyará el desarrollo social y económico de la región mediante el cuidado de los recursos naturales y su interacción con el medio.

Un ejemplo de esto es la colaboración de la empresa Energía Alterna Istmeña S. de R.L. de C.V., con las autoridades del estado de Oaxaca en la búsqueda de las mejores condiciones para la elaboración del proyecto.

Ordenamiento ecológico territorial del estado de Oaxaca

En el Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca, se menciona que el Ordenamiento Ecológico Territorial es un instrumento necesario para el desarrollo integral de una región; sin embargo, a la fecha no se ha publicado ningún ordenamiento, por lo cual, al momento no es posible incluirlo en este estudio.

No obstante lo anterior, la empresa Energía Alterna Istmeña S. de R.L. de C.V., siempre ha buscado satisfacer los lineamientos y normatividad ambiental vigentes con el propósito de crear un proyecto sustentable y ambientalmente responsable.

Regiones terrestres prioritarias, áreas de importancia para la conservación de las aves y regiones hidrológicas prioritarias (CONABIO)

El polígono dos que se encuentra dentro del Municipio de El Espinal, no se encuentra dentro ni rodeado de ninguna región prioritaria, mientras que el polígono uno se encuentra rodeado por la Región Prioritaria Marítima número 37, más no dentro de la región por lo que no será afectada, en virtud de que se implementarán y llevarán a cabo las medidas precautorias pertinentes.

Esta región lleva el nombre de Laguna Superior e Inferior que cuenta con las siguientes características:

Polígono: Latitud. 16°28'12" a 16°10'12"
 Longitud: 95°07'48" a 94°31'12"

Clima: cálido húmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual mayor de 26° C. Ocurren tormentas tropicales, huracanes, nortes.

Geología: rocas ígneas y metamórficas.

Descripción: playas, marismas, estuarios, humedales.

Oceanografía: surgencias estacionales; predomina la corriente Norecuatorial y la Costanera de Costa Rica. Oleaje alto. Aporte dulceacuícola por ríos. Ocurren marea roja y "El Niño".

Biodiversidad: moluscos, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, manglares, plantas, algas. Alto endemismo de peces (familias Gobiidae, Labrisomidae, Tripterygidae), así como zonas de anidación de aves (familia Sulidae).

Aspectos económicos: existe un mínimo de turismo. Es una zona pesquera activa a nivel local, con explotación de algas (*Gracillaria* spp), peces, ostiones y crustáceos (camarón y langostino). Es zona de explotación petrolera.

Problemática:

- Modificación del entorno: por la tala del manglar, la draga de canales, cierre de ríos, descargas de agua y entubados.
- Contaminación: por basura, lanchas, aguas residuales y agroquímicos.
- Uso de recursos: tráfico de especies de tortugas.

Conservación: se propone como área prioritaria por su riqueza biológica, el alto endemismo, diversidad de hábitats, sistemas vegetales y recursos. Se considera una prioridad la recuperación, el manejo y la restauración de la zona.

La RTP más cercana a los polígonos del parque eoloeléctrico se encuentra clasificada como RTP Sierra Azul y Costa de Oaxaca RTP-129 que se encuentra ubicada a 100km del polígono, Selva Zoque- La Sepultura y se encuentra ubicada a 90 km del polígono.

La RHP más cercana al parque eoloeléctrico se denomina la RHP Cuenca media y alta del río Coatzacoalcos.

El AICA más cercana se denomina AICA SE-11 Selva Zoque (Chimalapas – Ocoté-Uxpanapa).

Cabe destacar que el polígono uno del Parque Eólico Istmeño no dañara ni intervendrá sobre la el Región Prioritaria Marina directamente, ya que las obras asociadas a la construcción del proyecto se llevarán en tierra sin interrumpir ninguna actividad relacionada con la pesca en las lagunas superior o inferior.

Por otro lado, el proyecto del Parque Eólico Istmeño ayudará a incrementar la afluencia de turistas en la zona, ya que la presencia de los aerogeneradores en la región del Istmo de Tehuantepec y específicamente en el área donde se realizará el proyecto cambiará y mejorará el paisaje de la zona.

Áreas naturales protegidas (CONANP)

Ya que la zona de estudio no se encuentra cercana a ningún Área Natural Protegida, para el proyecto del Parque Eólico Istmeño no aplican los lineamientos, ni regulaciones asociadas con ningún Programa de Manejo de Áreas Naturales Protegidas.

Ley del equilibrio ecológico del estado de Oaxaca P.O.O. 10/10/1998, última reforma P.O.O. 10/05/2008

TÍTULO IV.- Protección al Ambiente, CAPITULO VI.- Ruido, vibraciones, Energía Térmica y Lumínica, Olores y Contaminación Visual

ARTICULO 119.- Quedan prohibidas las emisiones de ruidos, vibraciones, energía térmica, energía lumínica y olores en cuanto rebasen los límites máximos contenidos en los Reglamentos y Normas Oficiales correspondientes. El Instituto y los Ayuntamientos adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y, en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.

ARTICULO 120.- En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica, lumínica, ruido, olores o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.

Las Normas Oficiales que para tal efecto se expidan en la materia objeto de este Capítulo, establecerán los procedimientos a fin de prevenir y controlar la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica y olores y fijarán los límites de emisión.

El Instituto en coordinación con organismos públicos o privados, nacionales e internacionales, integrarán la información relacionada con este tipo de contaminación, así como de métodos y tecnologías de control y tratamiento de las mismas.

Ley de Protección Contra el Ruido en el Estado de Oaxaca P.O.O. 13/07/1968.

Artículo 1.- Se declara de utilidad pública la conservación de la tranquilidad de los habitantes de Oaxaca, a través de la aplicación de la presente Ley.

Artículo 2.- Esta Ley tiene por objeto reglamentar los ruidos y sonidos que se produzcan con motivo de las actividades humanas en el Estado de Oaxaca.

En esta Ley no se prevén ruidos o sonidos producidos en las actividades de generación de energía eléctrica, sin embargo el Parque Eólico Istmeño no entrará en conflicto con lo establecido en esta Ley.

Ley de Planificación y Urbanización del Estado de Oaxaca P.O.O.24/08/1963

ARTICULO 2o.- La planificación y urbanización a que se refiere esta Ley, comprende las siguientes actividades:

V.- La ejecución y mejoramiento de obras relativas a servicios públicos estatales o municipales como: alcantarillado, agua potable, banquetas, pavimentos, así como las que se refieren a construcciones e instalaciones dentro de zonas urbanizadas o sub-urbanas, de toda clase de depósitos o medios de conducción y distribución de aguas, energía eléctrica, combustibles, vapor, saneamiento, drenaje y comunicaciones telegráficas, telefónicas y similares. Igualmente la supervisión de las obras privadas en lo relativo a volúmenes, alturas, materiales, estilo arquitectónico, espacios libres, servicios y alineamientos.

III.3 Análisis de los instrumentos normativos

Plan Nacional de Desarrollo 2006-2012:

Este Plan pretende establecer una plataforma política que cubra las necesidades económicas y sociales de la población. Todo esto iniciando la revisión de los recursos normativos para después poder respaldarse de manera confiable en la legislación.

Paralelo a la Legislación se promovió la Creación de Planes de Desarrollo y de Ordenamientos Territoriales para generar proyectos preventivos, que tomaran en cuenta, el desarrollo sustentable.

Entonces, dentro del Plan Nacional de Desarrollo propuesto para este sexenio, los objetivos se encaminan a satisfacer las necesidades básicas y la calidad de vida de la población, cubriendo tres rubros principales, salud, educación y vivienda. A su vez busca la generación de espacios para brindar oportunidades de trabajo para aumentar la calidad de vida las personas a través de mejores ingresos. Cada una de estas actividades necesita y depende de insumos o servicios públicos, mismos que deben de cumplir con objetivos particulares. Estos objetivos dependen del ramo o servicio que se quiera ofrecer.

En el caso de la energía eléctrica los esfuerzos se han orientado en promover la implementación de servicios públicos de calidad, que tengan precios competitivos, que cuenten con el abasto suficiente. En función de esto se ha impulsado al sector privado para que participe en proyectos que apoyen la generación de la energía eléctrica. Todo esto bajo el marco del desarrollo sustentable.

El proyecto del Parque Eólico Istmeño cumple con la promoción que está realizando el gobierno federal, ya que promueve la generación de un insumo que cada vez es más difícil de satisfacer; de una manera sustentable, ya que utiliza el viento, que es un recurso renovable.

Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales 2007-2012

Objetivos del Programa

Las políticas y estrategias en materia de sustentabilidad del desarrollo están estrechamente vinculadas con todos los objetivos nacionales del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, así como con los cinco ejes de política.

Además del Objetivo 8 mencionado, los objetivos nacionales en relación con el crecimiento económico, la generación de empleos e ingresos y de elevar la competitividad de la economía con mejor productividad y mayor infraestructura, así como los objetivos nacionales en materia social: reducción de la pobreza, aseguramiento a la igualdad de oportunidades, ampliación de capacidades y reducción significativa de las brechas sociales, económicas y culturales están estrechamente ligados porque sólo podrán alcanzarse si se logra avanzar sustancialmente en la incorporación de la perspectiva de la sustentabilidad en las políticas sectoriales respectivas.

De igual forma, los objetivos nacionales de seguridad nacional y Estado de Derecho, de ejercicio pleno de los derechos ciudadanos, fortalecimiento de la democracia y de sus valores fundamentales, así como el de aprovechar para todos los mexicanos las oportunidades que ofrece la globalización, sólo podrán consolidarse si el desarrollo económico y social se fundamenta en la preservación y aprovechamiento racional de los recursos naturales y del medio ambiente, para mejorar las condiciones de vida de las generaciones actuales, sin comprometer el bienestar de las generaciones futuras.

Dentro del Programa se encuentra el Eje 4., de Sustentabilidad ambiental, el cual, enuncia lo siguiente;

Objetivo 1: incrementar la cobertura de servicios de agua potable y saneamiento en el país.

Objetivo 2: alcanzar un manejo integral y sustentable del agua.

Objetivo 3: frenar el deterioro de las selvas y bosques.

Objetivo 4: conservar los ecosistemas y la biodiversidad del país.

Objetivo 5: integrar la conservación del capital natural del país con el desarrollo social y económico.

Objetivo 6: garantizar que la gestión y la aplicación de la ley ambiental sean efectivas, eficientes, expeditas y transparentes, y que incentiven inversiones sustentables.

Objetivo 7: asegurar la utilización de criterios ambientales en la Administración Pública Federal.

Objetivo 8: lograr una estrecha coordinación e integración de esfuerzos entre las dependencias de la Administración Pública Federal, los tres órdenes de gobierno y los tres poderes de la Unión para el desarrollo e implantación de las políticas relacionadas con la sustentabilidad ambiental.

Objetivo 9: identificar y aprovechar la vocación y el potencial productivo del territorio nacional mediante el ordenamiento ecológico y con acciones armónicas con el medio ambiente que garanticen el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Objetivo 10: reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Objetivo 11: impulsar medidas de adaptación a los efectos del cambio climático.

Objetivo 12: reducir el impacto ambiental de los residuos.

Objetivo 13: generar información científica y técnica que permita el avance del conocimiento sobre los aspectos ambientales prioritarios para apoyar la toma de decisiones del Estado mexicano y facilitar una participación pública responsable y enterada.

Objetivo 14: desarrollar en la sociedad mexicana una sólida cultura ambiental orientada a valorar y actuar con un amplio sentido de respeto a los recursos naturales.

Plan Estatal de Desarrollo Sustentable 2004 – 2010

En el Plan Estatal de Desarrollo Sustentable 2004-2010 se incorpora la conservación de la naturaleza externa, o sustentabilidad ecológica, la sustentabilidad económica y también la sustentabilidad social. La primera se refiere a un cierto equilibrio y mantenimiento de los

ecosistemas, la conservación y el mantenimiento genético de las especies, que garantice su resistencia frente a los impactos externos. Incluye también la conservación de los recursos naturales y la integridad climática. En sí, la sustentabilidad ecológica corresponde al concepto de conservación de la naturaleza externa al ser humano. Cuanto más humanamente modificada esté la naturaleza menor sustentabilidad ecológica habrá.

La sustentabilidad económica se restringe a la corrección de los procesos productivos para obtener un desarrollo sustentable, sustituyendo crecientemente los recursos naturales no renovables por los renovables y disminuyendo la contaminación.

Objetivo estratégico: Alcanzar un desarrollo regional equilibrado, procurando que las zonas más avanzadas tengan la capacidad de atraer en ese cauce a las más rezagadas, cuidando la sustentabilidad económica, social y ecológica del desarrollo de cada uno de los sectores o actividades productivas, a través de las siguientes estrategias:

- Instrumentando procesos de planeación regional sustentable de corto, mediano y largo plazo, con planteamientos programáticos de carácter multianual.

Formulando programas regionales de desarrollo sustentable, apoyados en el cuerpo de investigadores del Sistema de Universidades Estatales que operan en las distintas regiones de la entidad.

- Promoviendo los sectores de la economía estatal y regional que posean ventajas comparativas probadas y que puedan convertirse en ejes del desarrollo sustentable.
- Reorientando los programas para garantizar la infraestructura regional necesaria y concertar con los municipios la aplicación de los recursos del Ramo 33 a proyectos de índole regional (intermunicipales), productivos, de infraestructura social o de apoyo.
- Asignando su valor real a los servicios ambientales en las zonas poseedoras de recursos naturales para su venta a los usuarios.

Con dichas estrategias promoveremos los programas y/o proyectos regionales detonadores del desarrollo:

Región del Istmo: Corredor transístmico, en el que el transporte multimodal es de gran relevancia por la reactivación del puerto de Salina Cruz, cuyo aeropuerto regional, la modernización del ferrocarril y la vía terrestre nos conecten con Coatzacoalcos, Ver., el Sur, el Sureste, Centro y el Norte del país, que de suyo tendrá un efecto creador y multiplicador de empleos en los distintos sectores o actividades productivas.

Es de primer orden gestionar los fondos necesarios para la terminación de la supercarretera Oaxaca – Istmo y su ramal a Huatulco.

Promoción de la inversión privada para impulsar la generación de energía eólica en La Ventosa, Municipio de Juchitán, y la actividad minera; la reactivación de las empresas agroindustriales; el apoyo integral para el desarrollo de la pesca, la acuicultura y los cultivos agrícolas como el maíz zapalote o el ajonjolí.

6. Electrificación

Situación del sector

Oaxaca cuenta con enormes posibilidades para desarrollar la producción alternativa de energía eólica, particularmente en el Istmo de Tehuantepec, ya que la zona de "La Ventosa" tiene un desempeño superior a instalaciones como las de Alemania, líder mundial en este tipo de energía. Contamos con mapas preliminares que garantizan un nivel importante de certeza sobre este potencial.

Líneas de acción

Atraer inversiones para la generación de energía eléctrica eólica, para aprovechar las favorables condiciones naturales, contribuir a la oferta regional de energía y apoyar la demanda del proyecto estratégico de transporte multimodal en el Istmo.

Mecanismo de desarrollo limpio dentro del marco del protocolo de Kyoto

México tiene un potencial de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero GEI, del orden de 81 millones de toneladas equivalentes de CO₂ anuales, la mayoría derivados de proyectos de Energías Renovables.

Por lo que si se realiza la gestión correcta de los bonos de carbono en el mercado internacional para cada uno de los proyectos apoyados, implicaría beneficios económicos para el país de 300 a 450 millones de dólares al año, incrementando exponencialmente la rentabilidad de los proyectos de energías renovables.

Estos proyectos cuentan con participaciones en distintas áreas, como la generación con fuentes de energía renovables, la conservación y la eficiencia energética, la instalación de centrales de cogeneración, el secuestro geológico de carbono realizado por PEMEX y la repotenciación de las hidroeléctricas instaladas realizada por la CFE.

En México, la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, compuesto por los Titulares de diversas Secretarías de Estado; se encarga de coordinar lo relativo a los Mecanismos de Desarrollo Limpio. Dentro de las acciones que realiza este comité se encuentran la integración de una cartera de proyectos para presentarlas ante los compradores de bonos de carbono, realizar programas de asistencia técnica, asegurar con la SHCP la permanencia de los recursos derivados de la venta de bonos de carbono a terceros y capacitar a los Institutos del sector (IIE e IMP) para certificarlos como Entidades Verificadoras ante el Consejo Ejecutivo del Mecanismo de Desarrollo Limpio.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente D.O.F. 28/01/1988,
última reforma publicada D.O.F. 16/05/2008

Capítulo II .- Artículo 5o.- Son facultades de la Federación:

X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;

XIII.- El fomento de la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes provenientes de cualquier tipo de fuente, en coordinación con las autoridades de los Estados, el Distrito Federal y los Municipios; así como el establecimiento de las disposiciones que deberán observarse para el aprovechamiento sustentable de los energéticos;

Artículo 8o.- Corresponden a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

XIV.- La participación en la evaluación del impacto ambiental de obras o actividades de competencia estatal, cuando las mismas se realicen en el ámbito de su circunscripción territorial;

CAPÍTULO III.- Política Ambiental

Artículo 15.- Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:

III.- Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico;

IV.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales;

Artículo 22 BIS.- Se consideran prioritarias, para efectos del otorgamiento de los estímulos fiscales que se establezcan conforme a la Ley de Ingresos de la Federación, las actividades relacionadas con:

II.- La investigación e incorporación de sistemas de ahorro de energía y de utilización de fuentes de energía menos contaminantes;

Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

I.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;

El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.

Para los efectos a que se refiere la fracción XIII del presente artículo, la Secretaría notificará a los interesados su determinación para que sometan al procedimiento de evaluación de impacto ambiental la obra o actividad que corresponda, explicando las razones que lo justifiquen, con el propósito de que aquéllos presenten los informes, dictámenes y consideraciones que juzguen convenientes, en un plazo no mayor a diez días. Una vez recibida la documentación de los interesados, la Secretaría, en un plazo no mayor a treinta días, les comunicará si procede o no la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como la modalidad y el plazo para hacerlo. Transcurrido el plazo señalado, sin que la Secretaría emita la comunicación correspondiente, se entenderá que no es necesaria la presentación de una manifestación de impacto ambiental.

Artículo 34.- Una vez que la Secretaría reciba una manifestación de impacto ambiental e integre el expediente a que se refiere el artículo 35, pondrá ésta a disposición del público, con el fin de que pueda ser consultada por cualquier persona.

Los promoventes de la obra o actividad podrán requerir que se mantenga en reserva la información que haya sido integrada al expediente y que, de hacerse pública, pudiera afectar derechos de propiedad industrial, y la confidencialidad de la información comercial que aporte el interesado.

La Secretaría, a solicitud de cualquier persona de la comunidad de que se trate, podrá llevar a cabo una consulta pública, conforme a las siguientes bases:

I.- La Secretaría publicará la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental en su Gaceta Ecológica. Asimismo, el promovente deberá publicar a su costa, un extracto del proyecto de la obra o actividad en un periódico de amplia circulación en la entidad federativa de que se trate, dentro del plazo de cinco días contados a partir de la fecha en que se presente la manifestación de impacto ambiental a la Secretaría;

II.- Cualquier ciudadano, dentro del plazo de diez días contados a partir de la publicación del extracto del proyecto en los términos antes referidos, podrá solicitar a la Secretaría ponga a disposición del público en la entidad federativa que corresponda, la manifestación de impacto ambiental;

III.- Cuando se trate de obras o actividades que puedan generar desequilibrios ecológicos graves o daños a la salud pública o a los ecosistemas, de conformidad con lo que señale el reglamento de la presente Ley, la Secretaría, en coordinación con las autoridades locales, podrá organizar una reunión pública de información en la que el promovente explicará los aspectos técnicos ambientales de la obra o actividad de que se trate;

IV.- Cualquier interesado, dentro del plazo de veinte días contados a partir de que la Secretaría ponga a disposición del público la manifestación de impacto ambiental en los términos de la fracción I, podrá proponer el establecimiento de medidas de prevención y mitigación adicionales, así como las observaciones que considere pertinentes, y

V.- La Secretaría agregará las observaciones realizadas por los interesados al expediente respectivo y consignará, en la resolución que emita, el proceso de consulta pública realizado y los resultados de las observaciones y propuestas que por escrito se hayan formulado;

Artículo 35.- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.

Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.

Artículo 35 BIS.- La Secretaría dentro del plazo de sesenta días contados a partir de la recepción de la manifestación de impacto ambiental deberá emitir la resolución correspondiente.

La Secretaría podrá solicitar aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la manifestación de impacto ambiental que le sea presentada, suspendiéndose el término que restare para concluir el procedimiento. En ningún caso la suspensión podrá exceder el plazo de sesenta días, contados a partir de que ésta sea declarada por la Secretaría, y siempre y cuando le sea entregada la información requerida.

Excepcionalmente, cuando por la complejidad y las dimensiones de una obra o actividad la Secretaría requiera de un plazo mayor para su evaluación, éste se podrá ampliar hasta por sesenta días adicionales, siempre que se justifique conforme a lo dispuesto en el reglamento de la presente Ley.

Artículo 35 BIS 1.- Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declararán bajo protesta de decir verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.

Asimismo, los informes preventivos, las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo podrán ser presentados por los interesados, instituciones de

investigación, colegios o asociaciones profesionales, en este caso la responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá a quien lo suscriba.

Artículo 35 BIS 2.- El impacto ambiental que pudiesen ocasionar las obras o actividades no comprendidas en el artículo 28 será evaluado por las autoridades del Distrito Federal o de los Estados, con la participación de los municipios respectivos, cuando por su ubicación, dimensiones o características produzcan impactos ambientales significativos sobre el medio ambiente, y estén expresamente señalados en la legislación ambiental estatal. En estos casos, la evaluación de impacto ambiental se podrá efectuar dentro de los procedimientos de autorización de uso del suelo, construcciones, fraccionamientos, u otros que establezcan las leyes estatales y las disposiciones que de ella se deriven. Dichos ordenamientos proveerán lo necesario a fin de hacer compatibles la política ambiental con la de desarrollo urbano y de evitar la duplicidad innecesaria de procedimientos administrativos en la materia.

Artículo 35 BIS 3.- Cuando las obras o actividades señaladas en el artículo 28 de esta Ley requieran, además de la autorización en materia de impacto ambiental, contar con autorización de inicio de obra, se deberá verificar que el responsable cuente con la autorización de impacto ambiental expedida en términos de lo dispuesto en este ordenamiento.

Asimismo, la Secretaría, a solicitud del promovente, integrará a la autorización en materia de impacto ambiental, los demás permisos, licencias y autorizaciones de su competencia, que se requieran para la realización de las obras y actividades a que se refiere este artículo.

CAPÍTULO II.- Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

Artículo 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

II.- Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;

CAPÍTULO III.- Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos.

Artículo 118.- Los criterios para la prevención y control de la contaminación del agua serán considerados en:

I.- La expedición de normas oficiales mexicanas para el uso, tratamiento y disposición de aguas residuales, para evitar riesgos y daños a la salud pública;

V.- Las concesiones, asignaciones, permisos y en general autorizaciones que deban obtener los concesionarios, asignatarios o permisionarios, y en general los usuarios de las aguas propiedad de la nación, para infiltrar aguas residuales en los terrenos, o para descargarlas en otros cuerpos receptores distintos de los alcantarillados de las poblaciones;

Artículo 122.- Las aguas residuales provenientes de usos públicos urbanos y las de usos industriales o agropecuarios que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de las poblaciones o en las cuencas, ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, así como las que por cualquier medio se infiltren en el subsuelo, y en general, las que se derramen en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir:

I.- Contaminación de los cuerpos receptores;

II.- Interferencias en los procesos de depuración de las aguas; y

III.- Trastornos, impedimentos o alteraciones en los correctos aprovechamientos, o en el funcionamiento adecuado de los sistemas, y en la capacidad hidráulica en las cuencas, cauces, vasos, mantos acuíferos y demás depósitos de propiedad nacional, así como de los sistemas de alcantarillado.

CAPÍTULO IV.- Prevención y Control de la Contaminación del Suelo

Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;

Artículo 139.- Toda descarga, depósito o infiltración de sustancias o materiales contaminantes en los suelos se sujetará a lo que disponga esta Ley, la Ley de Aguas Nacionales, sus disposiciones reglamentarias y las normas oficiales mexicanas que para tal efecto expida la Secretaría.

Artículo 140.- La generación, manejo y disposición final de los residuos de lenta degradación deberá sujetarse a lo que se establezca en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

CAPÍTULO VI.- Materiales y Residuos Peligrosos

Artículo 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reuso, reciclaje, tratamiento y disposición final.

El Reglamento y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el párrafo anterior, contendrán los criterios y listados que clasifiquen los materiales y residuos peligrosos identificándolos por su grado de peligrosidad y considerando sus características y volúmenes. Corresponde a la Secretaría la regulación y el control de los materiales y residuos peligrosos.

Asimismo, la Secretaría en coordinación con las dependencias a que se refiere el presente artículo, expedirá las normas oficiales mexicanas en las que se establecerán los

requisitos para el etiquetado y envasado de materiales y residuos peligrosos, así como para la evaluación de riesgo e información sobre contingencias y accidentes que pudieran generarse por su manejo, particularmente tratándose de sustancias químicas.

Artículo 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

Quienes generen, reusen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.

En las autorizaciones para el establecimiento de confinamientos de residuos peligrosos, sólo se incluirán los residuos que no puedan ser técnica y económicamente sujetos de reuso, reciclamiento o destrucción térmica o físico química, y no se permitirá el confinamiento de residuos peligrosos en estado líquido.

CAPÍTULO VIII.- Ruido, Vibraciones, Energía Térmica y Lumínica, Olores y Contaminación Visual

Artículo 155.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud.

Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.

En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán

llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.

Artículo 156.- Las normas oficiales mexicanas en materias objeto del presente Capítulo, establecerán los procedimientos a fin de prevenir y controlar la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores, y fijarán los límites de emisión respectivos.

La Secretaría de Salud realizará los análisis, estudios, investigaciones y vigilancia necesarios con el objeto de localizar el origen o procedencia, naturaleza, grado, magnitud y frecuencia de las emisiones para determinar cuándo se producen daños a la salud.

La Secretaría, en coordinación con organismos públicos o privados, nacionales o internacionales, integrará la información relacionada con este tipo de contaminación, así como de métodos y tecnología de control y tratamiento de la misma.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental D.O.F. 30/05/2000

CAPÍTULO II De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones.

Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

K) Industria eléctrica:

I. Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoelectricas, eoloelectricas o termoelctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;

II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;

III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y

IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW.

Las obras a que se refieren las fracciones II a III anteriores no requerirán autorización en materia de impacto ambiental cuando pretendan ubicarse en áreas urbanas, suburbanas, de equipamiento urbano o de servicios, rurales, agropecuarias, industriales o turísticas.

CAPÍTULO III.- Del procedimiento para la evaluación del impacto ambiental

Artículo 9.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.

Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

I. Parques industriales y granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;

II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;

III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.

Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;

II. Descripción del proyecto;

III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;

IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;

VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;

VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y

VIII Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

Artículo 14.- Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.

Artículo 17.- El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:

I. La manifestación de impacto ambiental;

II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y

III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.

Artículo 19.- La solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, sus anexos y, en su caso, la información adicional, deberán presentarse en un disquete al que se acompañarán cuatro tantos impresos de su contenido.

Excepcionalmente, dentro de los diez días siguientes a la integración del expediente, la Secretaría podrá solicitar al promovente, por una sola vez, la presentación de hasta tres copias adicionales de los estudios de impacto ambiental cuando por alguna causa justificada se requiera. En todo caso, la presentación de las copias adicionales deberá llevarse a cabo dentro de los tres días siguientes a aquel en que se hayan solicitado.

Artículo 27.- Cuando se realicen modificaciones al proyecto de obra o actividad durante el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, el promovente deberá hacerlas del conocimiento de la Secretaría con el objeto de que ésta, en un plazo no mayor de diez días, proceda a:

I. Solicitar información adicional para evaluar los efectos al ambiente derivados de tales modificaciones, cuando éstas no sean significativas, o

II. Requerir la presentación de una nueva manifiestación de impacto ambiental, cuando las modificaciones propuestas puedan causar desequilibrios ecológicos, daños a la salud, o causar impactos acumulativos o sinérgicos.

Artículo 47.- La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate deberán sujetarse a lo previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

En todo caso, el promovente podrá solicitar que se integren a la resolución los demás permisos, licencias y autorizaciones que sean necesarios para llevar a cabo la obra o actividad proyectada y cuyo otorgamiento corresponda a la Secretaría.

CAPÍTULO IX De la inspección, medidas de seguridad y sanciones.

Artículo 59.- Cuando el responsable de una obra o actividad autorizada en materia de impacto ambiental, incumpla con las condiciones previstas en la autorización y se den los casos del artículo 170 de la Ley, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, ordenará la imposición de las medidas de seguridad que correspondan, independientemente de las medidas correctivas y las sanciones que corresponda aplicar. Lo anterior sin perjuicio del ejercicio de las acciones civiles y penales que procedan por las irregularidades detectadas por la autoridad en el ejercicio de sus atribuciones de inspección y vigilancia.

Ley General para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos D.O.F. 08/10/2003, última reforma publicada 19/06/2007

TÍTULO III.- Clasificación de los residuos, CAPÍTULO ÚNICO.- Fines, criterios y bases generales

Artículo 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias

contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.

TÍTULO IV.- Instrumentos de la política de prevención y gestión integral de los residuos,
CAPÍTULO II.- Planes de manejo

Artículo 28.- Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda:

I. Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

Artículo 31.- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:

I. Aceites lubricantes usados;

TÍTULO V.- Manejo integral de residuos peligrosos, CAPÍTULO II.- Generación de residuos peligrosos

Artículo 44.- Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:

I. Grandes generadores;

II. Pequeños generadores, y

III. Microgeneradores.

Artículo 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en

su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

En cualquier caso los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

Artículo 46.- Los grandes generadores de residuos peligrosos, están obligados a registrarse ante la Secretaría y someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, así como llevar una bitácora y presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaron sus residuos de acuerdo con los lineamientos que para tal fin se establezcan en el Reglamento de la presente Ley, así como contar con un seguro ambiental, de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Artículo 47.- Los pequeños generadores de residuos peligrosos, deberán de registrarse ante la Secretaría y contar con una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de residuos peligrosos que generan y las modalidades de manejo, sujetar sus residuos a planes de manejo, cuando sea el caso, así como cumplir con los demás requisitos que establezcan el Reglamento y demás disposiciones aplicables.

CAPÍTULO IV.- Manejo integral de los residuos peligrosos

Artículo 55.- La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos.

Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final.

En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.

Artículo 56.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.

Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.

CAPÍTULO V.- Responsabilidad acerca de la contaminación y remediación de sitios.

Artículo 68.- Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.

Artículo 69.- Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.

Artículo 79.- La regulación del uso del suelo y los programas de ordenamiento ecológico y de desarrollo urbano, deberán ser considerados al determinar el grado de remediación de sitios contaminados con residuos peligrosos, con base en los riesgos que deberán evitarse.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos D.O.F. 30/11/2006

TITULO II.- Planes de manejo, CAPÍTULO II Registro e Incorporación a los Planes de Manejo

Artículo 25.- Los grandes generadores que conforme a lo dispuesto en la Ley deban someter a la consideración de la Secretaría un plan de manejo de residuos peligrosos, se sujetarán al procedimiento señalado en las fracciones I y II del artículo anterior.

El sistema electrónico solamente proporcionará un acuse de recibo y la Secretaría tendrá un término de cuarenta y cinco días para emitir el número de registro correspondiente, previa evaluación del contenido del plan de manejo.

Dentro de este mismo plazo, la Secretaría podrá formular recomendaciones a las modalidades de manejo propuestas en el plan. El generador describirá en su informe anual la forma en que atendió a dichas recomendaciones.

TITULO IV.- Residuos peligrosos, CAPÍTULO II Categorías de Generadores y Registro

Artículo 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:

I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y

III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.

Artículo 43.- Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:

I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría la siguiente información:

a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante;

b) Nombre del representante legal, en su caso;

c) Fecha de inicio de operaciones;

d) Clave empresarial de actividad productiva o en su defecto denominación de la actividad principal;

e) Ubicación del sitio donde se realiza la actividad;

f) Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar, y

g) Cantidad anual estimada de generación de cada uno de los residuos peligrosos por los cuales solicite el registro;

II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, tales como archivos de imagen u otros análogos, la identificación oficial, cuando se trate de personas

físicas o el acta constitutiva cuando se trate de personas morales. En caso de contar con Registro Único de Personas Acreditadas bastará indicar dicho registro, y

III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el generador y la categoría de generación asignada.

Artículo 46.- Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:

I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen;

II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial;

III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables;

V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley;

VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable;

VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes;

VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y

IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

Las condiciones establecidas en las fracciones I a VI rigen también para aquellos generadores de residuos peligrosos que operen bajo el régimen de importación temporal de insumos.

CAPÍTULO IV.- Disposiciones Comunes a los Generadores de Residuos Peligrosos

Artículo 68.- Los generadores que por algún motivo dejen de generar residuos peligrosos deberán presentar ante la Secretaría un aviso por escrito que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso, y la explicación correspondiente.

Cuando se trate del cierre de la instalación, los generadores presentarán el aviso señalado en el párrafo anterior, proporcionando además la siguiente información:

I. Los microgeneradores de residuos peligrosos indicarán solamente la fecha prevista para el cierre de sus instalaciones o suspensión de la actividad generadora de sus residuos o en su caso notificarán que han cerrado sus instalaciones, y

II. Los pequeños y grandes generadores de residuos peligrosos, proporcionarán:

- a) La fecha prevista del cierre o de la suspensión de la actividad generadora de residuos peligrosos;
- b) La relación de los residuos peligrosos generados y de materias primas, productos y subproductos almacenados durante los paros de producción, limpieza y desmantelamiento de la instalación;
- c) El programa de limpieza y desmantelamiento de la instalación, incluyendo la relación de materiales empleados en la limpieza de tubería y equipo;
- d) El diagrama de tubería de proceso, instrumentación de la planta y drenajes de la instalación, y
- e) El registro y descripción de accidentes, derrames u otras contingencias sucedidas dentro del predio durante el periodo de operación, así como los resultados de las acciones que se llevaron a cabo. Este requisito aplica sólo para los grandes generadores.

Los generadores de residuos peligrosos manifestarán en el aviso, bajo protesta de decir verdad, que la información proporcionada es correcta.

Artículo 71.- Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán:

I. Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos:

- a) Nombre del residuo y cantidad generada;
- b) Características de peligrosidad;
- c) Área o proceso donde se generó;

d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos;

e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior;

f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y

g) Nombre del responsable técnico de la bitácora.

La información anterior se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año.

Artículo 75.- La información y documentación que conforme a la Ley y el presente Reglamento deban conservar los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos y los prestadores de servicios de manejo de este tipo de residuos se sujetará a lo siguiente:

I. Las bitácoras de los grandes y pequeños generadores se conservarán durante cinco años;

II. El generador y los prestadores de servicios de manejo conservarán el manifiesto durante un periodo de cinco años contados a partir de la fecha en que hayan suscrito cada uno de ellos. Se exceptúa de lo anterior a los prestadores de servicios de disposición final, quienes deberán conservar la copia que les corresponde del manifiesto por el término de responsabilidad establecido en el artículo 82 de la Ley;

III. El generador debe conservar los registros de los resultados de cualquier prueba, análisis u otras determinaciones de residuos peligrosos durante cinco años, contados a

partir de la fecha en que hubiere enviado los residuos al sitio de tratamiento o de disposición final, y

CAPÍTULO IV Criterios de Operación en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos

Sección I Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos

Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:

I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

- a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;

f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;

g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;

h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y

i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;

b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;

c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;

d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y

e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,

b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;

c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y

d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.

TRANSITORIOS

SEGUNDO.- Se abroga el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos, publicado el 25 de noviembre de 1988 en el Diario Oficial de la Federación.

Ley General de Vida Silvestre d.o.f. 03/07/2000, última reforma publicada D.O.F. 14/10/2008.

Artículo 76. La conservación de las especies migratorias se llevará a cabo mediante la protección y mantenimiento de sus hábitats, el muestreo y seguimiento de sus poblaciones, así como el fortalecimiento y desarrollo de la cooperación internacional; de acuerdo con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la

Protección al Ambiente y de las que de ellas se deriven, sin perjuicio de lo establecido en los tratados y otros acuerdos internacionales en los que México sea Parte Contratante.

Artículo 60 TER.- Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.

Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable D.O.F. 25/02/2003, última reforma publicada D.O.F. 24/11/2008.

ARTICULO 7. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

V. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales;

XXIX. Reforestación: Establecimiento inducido de vegetación forestal en terrenos forestales;

XL. Terreno forestal: El que está cubierto por vegetación forestal;

XLI. Terreno preferentemente forestal: Aquel que habiendo estado, en la actualidad no se encuentra cubierto por vegetación forestal, pero por sus condiciones de clima, suelo y topografía resulte más apto para el uso forestal que para otros usos alternativos, excluyendo aquéllos ya urbanizados;

XLII. Terreno temporalmente forestal: Las superficies agropecuarias que se dediquen temporalmente al cultivo forestal mediante plantaciones forestales comerciales. La consideración de terreno forestal temporal se mantendrá durante un periodo de tiempo no inferior al turno de la plantación;

ARTICULO 16. La Secretaría ejercerá las siguientes atribuciones:

XX. Expedir, por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales;

TITULO QUINTO.- DE LAS MEDIDAS DE CONSERVACIÓN FORESTAL

CAPITULO I. Del Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales

ARTICULO 117. La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.

En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.

No se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años, a menos que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente.

Las autorizaciones que se emitan deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la política de uso del suelo para estabilizar su uso agropecuario, incluyendo el sistema de roza, tumba y quema, desarrollando prácticas permanentes y evitando que la producción agropecuaria crezca a costa de los terrenos forestales.

Las autorizaciones de cambio de uso del suelo deberán inscribirse en el Registro.

La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con diversas entidades públicas, acciones conjuntas para armonizar y eficientar los programas de construcciones de los sectores eléctrico, hidráulico y de comunicaciones, con el cumplimiento de la normatividad correspondiente.

ARTICULO 118. Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable D.O.F. 21/02/2005

TÍTULO CUARTO.- DE LAS MEDIDAS DE CONSERVACIÓN FORESTAL, CAPÍTULO PRIMERO.- Disposiciones Generales

Artículo 119. Los terrenos forestales seguirán considerándose como tales aunque pierdan su cubierta forestal por acciones ilícitas, plagas, enfermedades, incendios, deslaves, huracanes o cualquier otra causa.

Para acreditar la regeneración total de los ecosistemas forestales en terrenos que se hayan incendiado, en términos del artículo 117 de la Ley, se deberá presentar un estudio técnico, de conformidad con el acuerdo que emita el Titular de la Secretaría, el cual será publicado en el **Diario Oficial de la Federación**.

CAPÍTULO SEGUNDO.- Del Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales

Artículo 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:

- I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;
- II. Lugar y fecha;
- III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y
- IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar. Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o

copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.

Artículo 121. Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente:

- I. Usos que se pretendan dar al terreno;
- II. Ubicación y superficie del predio o conjunto de predios, así como la delimitación de la porción en que se pretenda realizar el cambio de uso del suelo en los terrenos forestales, a través de planos georeferenciados;
- III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la cuenca hidrológico-forestal en donde se ubique el predio;
- IV. Descripción de las condiciones del predio que incluya los fines a que esté destinado, clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;
- V. Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo;
- VI. Plazo y forma de ejecución del cambio de uso del suelo;
- VII. Vegetación que deba respetarse o establecerse para proteger las tierras frágiles;
- VIII. Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo;
- IX. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto;
- X. Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo;
- XI. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el estudio y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución;
- XII. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías;
- XIII. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo;
- XIV. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo, y
- XV. En su caso, los demás requisitos que especifiquen las disposiciones aplicables.

Artículo 122. La Secretaría resolverá las solicitudes de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, conforme a lo siguiente:

I. La autoridad revisará la solicitud y los documentos presentados y, en su caso, prevendrá al interesado dentro de los quince días hábiles siguientes para que complete la información faltante, la cual deberá presentarse dentro del término de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación;

II. Transcurrido el plazo sin que se desahogue la prevención, se desechará el trámite;

III. La Secretaría enviará copia del expediente integrado al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción; Transcurrido el plazo a que se refiere la fracción anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, la Secretaría notificará al interesado de la visita técnica al predio objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación, y

V. Realizada la visita técnica, la Secretaría resolverá lo conducente dentro de los quince días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría resuelva la solicitud, se entenderá que la misma es en sentido negativo.

Artículo 123. La Secretaría otorgará la autorización de cambio de uso del suelo en terreno forestal, una vez que el interesado haya realizado el depósito a que se refiere el artículo 118 de la Ley, por el monto económico de la compensación ambiental determinado de conformidad con lo establecido en el artículo 124 del presente Reglamento.

El trámite será desechado en caso de que el interesado no acredite el depósito a que se refiere el párrafo anterior dentro de los treinta días hábiles siguientes a que surta efectos la notificación.

Una vez acreditado el depósito, la Secretaría expedirá la autorización correspondiente dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría otorgue la autorización, ésta se entenderá concedida.

Artículo 124. El monto económico de la compensación ambiental relativa al cambio de uso del suelo en terrenos forestales a que se refiere el artículo 118 de la Ley, será determinado por la Secretaría considerando lo siguiente:

I. Los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento, que para tal efecto establezca la Comisión. Los costos de referencia y la metodología para su

estimación serán publicados en el **Diario Oficial de la Federación** y podrán ser actualizados de forma anual, y

II. El nivel de equivalencia para la compensación ambiental, por unidad de superficie, de acuerdo con los criterios técnicos que establezca la Secretaría. Los niveles de equivalencia deberán publicarse en el **Diario Oficial de la Federación**.

Los recursos que se obtengan por concepto de compensación ambiental serán destinados a actividades de reforestación o restauración y mantenimiento de los ecosistemas afectados, preferentemente en las entidades federativas en donde se haya autorizado el cambio de uso del suelo. Estas actividades serán realizadas por la Comisión.

Artículo 125. Para efectos de lo dispuesto en el artículo 117, párrafo séptimo, de la Ley, la Secretaría podrá celebrar convenios de coordinación con dependencias y entidades públicas de los sectores energético, eléctrico, hidráulico, petrolero y de comunicaciones.

Artículo 126. La autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales amparará el aprovechamiento de las materias primas forestales derivadas y, para su transporte, se deberá acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley y el presente Reglamento.

La Secretaría asignará el código de identificación y lo informará al particular en el mismo oficio de autorización de cambio de uso del suelo.

Artículo 127. Los trámites de autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo en terrenos forestales podrán integrarse para seguir un solo trámite administrativo, conforme con las disposiciones que al efecto expida la Secretaría.

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica D.O.F. 22/12/1975, última reforma publicada D.O.F. 22/12/1993

CAPITULO I.- Disposiciones generales

Artículo 1o.- Corresponde exclusivamente a la Nación, generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público, en los términos del Artículo 27 Constitucional. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará, a través de la Comisión Federal de Electricidad, los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.

Artículo 3o.- No se considera servicio público:

I.- La generación de energía eléctrica para autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción;

CAPITULO V.- Del suministro de energía eléctrica

Artículo 36.- La Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, considerando los criterios y lineamientos de la política energética nacional y oyendo la opinión de la Comisión Federal de Electricidad, otorgará permisos de autoabastecimiento, de cogeneración, de producción independiente, de pequeña producción o de importación o exportación de energía eléctrica, según se trate, en las condiciones señaladas

I.- De autoabastecimiento de energía eléctrica destinada a la satisfacción de necesidades propias de personas físicas o morales, siempre que no resulte inconveniente para el país a juicio de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal. Para el otorgamiento del permiso se estará a lo siguiente:

a) Cuando sean varios los solicitantes para fines de autoabastecimiento a partir de una central eléctrica, tendrán el carácter de copropietarios de la misma o constituirán al efecto una sociedad cuyo objeto sea la generación de energía eléctrica para satisfacción del conjunto de las necesidades de autoabastecimiento de sus socios. La sociedad permisionaria no podrá entregar energía eléctrica a terceras personas físicas o morales que no fueren socios de la misma al aprobarse el proyecto original que incluya planes de expansión, excepto cuando se autorice la cesión de derechos o la modificación de dichos planes; y

b) Que el solicitante ponga a disposición de la Comisión Federal de Electricidad sus excedentes de producción de energía eléctrica, en los términos del Artículo 36-Bis.

Artículo 36 Bis.- Para la prestación del servicio público de energía eléctrica deberá aprovecharse tanto en el corto como en el largo plazo, la producción de energía eléctrica que resulte de menor costo para la Comisión Federal de Electricidad y que ofrezca, además, óptima estabilidad, calidad y seguridad del servicio público, a cuyo efecto se observará lo siguiente:

III.- Para la adquisición de energía eléctrica que se destine al servicio público, deberá considerarse la que generen los particulares bajo cualquiera de las modalidades reconocidas en el Artículo 36 de esta Ley;

IV.- Los términos y condiciones de los convenios por los que, en su caso, la Comisión Federal de Electricidad adquiera la energía eléctrica de los particulares, se ajustarán a lo que disponga el Reglamento, considerando la firmeza de las entregas; y

Artículo 37.- Una vez presentadas las solicitudes de permiso de autoabastecimiento, de cogeneración, de producción independiente, de pequeña producción, de exportación o de importación, a que se refiere el Artículo 36, y con la intervención de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial en el ámbito de sus atribuciones, la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal resolverá sobre las mismas en los términos que al efecto señale esta Ley. Los titulares de dichos permisos quedan obligados, en su caso, a:

- a)** Proporcionar, en la medida de sus posibilidades, la energía eléctrica disponible para el servicio público, cuando por causas de fuerza mayor o caso fortuito el servicio público se interrumpa o restrinja, y únicamente por el lapso que comprenda la interrupción o restricción. Para estos casos, habrá una contraprestación a favor del titular del permiso;
- b)** Cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas que expida la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, relativas a las obras e instalaciones objeto de los permisos a que se refiere el Artículo 36; y
- c)** La entrega de energía eléctrica a la red de servicio público, se sujetará a las reglas de despacho y operación del Sistema Eléctrico Nacional que establezca la Comisión Federal de Electricidad.

Artículo 38.- Los permisos a que se refieren las fracciones I, II, IV y V del Artículo 36 tendrán duración indefinida mientras se cumplan las disposiciones legales aplicables y los términos en los que hubieran sido expedidos. Los permisos a que se refiere la fracción III del propio Artículo 36 tendrán una duración de hasta 30 años, y podrán ser renovados a su término, siempre que se cumpla con las disposiciones legales vigentes.

Ley de la Comisión Reguladora de Energía D.O.F. 31/10/1995, ultima reforma D.O.F. 28/11/2008

CAPÍTULO I.- Naturaleza y atribuciones

Artículo 2.- La Comisión tendrá por objeto promover el desarrollo eficiente de las actividades siguientes:

- I. El suministro y venta de energía eléctrica a los usuarios del servicio público;
- II. La generación, exportación e importación de energía eléctrica, que realicen los particulares;
- III. La adquisición de energía eléctrica que se destine al servicio público;
- IV. Los servicios de conducción, transformación y entrega de energía eléctrica, entre las entidades que tengan a su cargo la prestación del servicio público de energía eléctrica y entre éstas y los titulares de permisos para la generación, exportación e importación de energía eléctrica;

Artículo 3.- Para el cumplimiento de su objeto, la Comisión tendrá las atribuciones siguientes:

- VI. Opinar, a solicitud de la Secretaría de Energía, sobre la formulación y seguimiento del programa sectorial en materia de energía; sobre las necesidades de crecimiento o sustitución de capacidad de generación del sistema eléctrico nacional; sobre la conveniencia de que la Comisión Federal de Electricidad ejecute los proyectos o que los particulares sean convocados para suministrar la energía eléctrica y, en su caso, sobre los términos y condiciones de las convocatorias y bases de licitación correspondientes.

Ley General de Bienes Nacionales D.O.F. 20/05/2004 última modificación D.O.F. 31/08/2007

ARTÍCULO 7.- Son bienes de uso común: I.- El espacio aéreo situado sobre el territorio nacional, con la extensión y modalidades que establezca el derecho internacional;

II.- Las aguas marinas interiores, conforme a la Ley Federal del Mar;

III.- El mar territorial en la anchura que fije la Ley Federal del Mar;

IV.- Las playas marítimas, entendiéndose por tales las partes de tierra que por virtud de la marea cubre y descubre el agua, desde los límites de mayor reflujo hasta los límites de mayor flujo anuales;

V.- La zona federal marítimo terrestre;

VI.- Los puertos, bahías, radas y ensenadas;

VII.- Los diques, muelles, escolleras, malecones y demás obras de los puertos, cuando sean de uso público;

VIII.- Los cauces de las corrientes y los vasos de los lagos, lagunas y esteros de propiedad nacional;

IX.- Las riberas y zonas federales de las corrientes;

X.- Las presas, diques y sus vasos, canales, bordos y zanjas, construidos para la irrigación, navegación y otros usos de utilidad pública, con sus zonas de protección y derechos de vía, o riberas en la extensión que, en cada caso, fije la dependencia competente en la materia, de acuerdo con las disposiciones legales aplicables;

XI.- Los caminos, carreteras, puentes y vías férreas que constituyen vías generales de comunicación, con sus servicios auxiliares y demás partes integrantes establecidas en la ley federal de la materia;

XII.- Los inmuebles considerados como monumentos arqueológicos conforme a la ley de la materia;

XIII.- Las plazas, paseos y parques públicos cuya construcción o conservación esté a cargo del Gobierno Federal y las construcciones levantadas por el Gobierno Federal en lugares públicos para ornato o comodidad de quienes los visiten, y

XIV.- Los demás bienes considerados de uso común por otras leyes que regulen bienes nacionales.

La iniciativa de ley para el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía (LAFRE), P DOF 28 DE NOVIEMBRE DEL 2008

Artículo 2o.- El aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública y se realizará en el marco de la estrategia nacional para la transición energética mediante la cual el Estado mexicano promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.

El Reglamento de esta Ley establecerá los criterios específicos de utilización de las distintas fuentes de energías renovables, así como la promoción para la investigación y desarrollo de las tecnologías limpias para su aprovechamiento.

Artículo 3o.- Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

I. Comisión.- La Comisión Reguladora de Energía;

II. Energías renovables.- Aquellas reguladas por esta Ley, cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que se enumeran a continuación:

a) **El viento;**

Plan de acción para eliminar barreras para el desarrollo de la generación eoloeléctrica en México

El desarrollo de este plan es un esfuerzo conjunto de diversas agencias internacionales y nacionales como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, el GEF, la Secretaría de Energía SENER a través de la participación del Instituto de Investigaciones Eléctricas.

Dentro de sus objetivos se encuentra el desarrollo del Centro Regional de Tecnología Eólica en la Ventosa en Oaxaca, para realizar investigación en este tipo de tecnología por medio del IIE. Dentro de los productos a desarrollar por este centro es el mapeo potencial nacional eólico, apoyado con el desarrollo de 3 proyectos eólicos piloto cada uno con capacidad instalada de 20MW. El fomento para la adopción de estándares y las mejores prácticas internacionales en el país es otro de sus objetivos, conjunto con el desarrollo de las capacidades locales.

Proyecto de energías renovables a gran escala (BM-GEF)

Este proyecto se está llevando a cabo con el soporte del Banco Mundial y el GEF, el cual contempla la creación y el diseño de un fondo verde para México, enfocado a promover el desarrollo de proyectos renovables en la modalidad de Productor Independiente de Energía (PIE). Este programa contempla otorgar un incentivo temporal de manera competitiva basándose en el rendimiento \$/kWh, con la premisa de ejecutar acciones paralelas para incrementar el reconocimiento de aporte de capacidad de las fuentes renovables, de manera que la necesidad del incentivo desaparezca con el tiempo.

Iniciativa de ley que regula las autorizaciones para la construcción de una central eólica interconectada al sistema eléctrico nacional en el estado de Oaxaca

Debido al potencial de generación de energía eléctrica existente en el estado de Oaxaca, se tiene la necesidad de reglamentar en un instrumento jurídico en torno al corredor eólico del Istmo.

La iniciativa de ley contempla los siguientes títulos.

1. Disposiciones generales: que habla sobre las autoridades competentes en el tema
2. De la autorización administrativa: que menciona los procedimientos a seguir para la autorización administrativa lo cual contempla.
 - a) Publicación de la solicitud en el periódico del estado.
 - b) Intervención de la SEDIC como órgano consultor para el proceso de revisión.
 - c) Sentido de la autorización.
 - d) Publicación de la autorización.
3. Del Consejo de Planeación del Corredor Eólico del Istmo, en donde se contemplan los siguientes puntos:
 - a) Los representantes podrán reunirse en una asociación u otro tipo de organización a su libre elección.
 - b) La duración del cargo de los vocales.
 - c) La participación de representantes de organismos, empresas, dependencias, entidades, ayuntamientos, entre otros (únicamente como voz)
4. Del recurso de consideración: que establece el procedimientos conciliatorio y el procedimiento a seguir.

NORMAS

PROY-NOM-151-SEMARNAT-2006, Que establece las especificaciones técnicas para la protección del medio ambiente durante la construcción, operación y abandono de instalaciones eoloeléctricas en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.

NOM-043-SEMARNAT-1993: Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

NOM-052-SEMARNAT-2005: Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-054-SEMARNAT-1993: Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.

NOM-059-SEMARNAT-2001: Protección ambiental-especies nativas en México de flora y fauna silvestres- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista de especies en riesgo.

NOM-081-SEMARNAT-1994: Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

NOM-113-SEMARNAT-1993: Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de subestaciones eléctricas de potencia o de distribución que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas.

NOM-114-SEMARNAT-1993: Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión y subtransmisión eléctrica que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas.

NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

NOM-022-SEMARNAT/2003 Establece las especificaciones para preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de humedales costeros en zonas de manglar.

PROY-NOM-041-SEMARNAT-2006 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-045-SEMARNAT-1996 Que establece los límites permisibles de opacidad de humo proveniente de los vehículos automotores que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.

NOM-050-SEMARNAT-1993 Que establece los límites permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisiones de ruido provenientes de escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

PROY-NOM-015-SCT3-1995: Regula el señalamiento visual y luminoso de objetos. Secretaría de comunicaciones y transportes- Dirección General de Aeronáutica Civil.

NOM-002-STPS-2000: Condiciones de seguridad, prevención, protección, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.

NOM-001-SEDE-2005: Instalaciones eléctricas (utilización).

NOM-011-STPS-2001: Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

NOM-017-STPS-2001: Equipo de protección personal, selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

NOM-063-SCFI-2001: Procedimientos eléctricos - Conductores eléctricos.

NOM-001-SEDE-2005: Instalaciones eléctricas (utilización).

NOM-002-SEDE-1999: Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución.

NMX-AA-040-1976: Clasificación de Ruidos.

NMX-AA-047-1977: Sonómetros

NMX-AA-091-1987: Calidad del suelo – terminología.

COPIA PÚBLICA

NOM-022-SEMARNAT/2003 Que establece las especificaciones para preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de humedales costeros en zonas de manglar.

Ahora bien, a efecto de dar cabal cumplimiento a la referida Norma Oficial Mexicana, se desarrollan las especificaciones del punto 4.0 y demás por lo que toca al proyecto eólico que se pretende realizar, no sin antes mencionar, que la citada Norma no le es aplicable al Proyecto, en virtud de que si bien existe manglar cercano a la zona, este no se verá afectado de manera ni forma alguna, como a continuación de desarrollará:

El punto antes mencionado establece:

4.0 Especificaciones.

El manglar deberá conservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes de los cambios de uso de suelo, autorizaciones de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:

➤ **La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;**

El proyecto se instalará a una distancia de 350 metros del manglar y no interrumpirá el flujo hidrológico del humedal costero ya que el proyecto se llevará 100 % en tierra y no contempla la obstrucción de flujo que alimenta al manglar de la agencia Municipal de Santa María del Mar, es decir, no se afectará de ninguna forma el manglar de la zona, por lo cual, el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, tampoco aplica para la preparación del sitio, contracción, operación, mantenimiento y abandono del sitio del Proyecto denominado Parque Eólico Istmeño.

Respecto a los flujos que alimentan al manglar, es de mencionarse que los mismos provienen principalmente de la laguna inferior así como de la precipitación pluvial. El flujo de la laguna inferior es el que llega directamente por el lado norte del manglar y se mantiene con agua a lo largo de todo el año, por otra parte, el flujo pluvial alimenta directamente en la superficie del manglar cada vez que llueve, sin que se incremente por

la pendiente que se tienen en los terrenos aleñados al encontrarse una topografía prácticamente plana. En este sentido, el proyecto no contempla alteraciones para el arribo de los flujos, en virtud de que el proyecto se llevará completamente en tierra descartando una obstrucción del flujo de la laguna y se construirán obras que impidan a la lluvia llegar al manglar.

COPIA PÚBLICA

➤ **La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;**

Sobre este particular, es de apreciarse que el Proyecto estará a una distancia considerable de 350 metros del manglar, como se muestra en la Figura III.1, lo cual garantiza no solo el cumplimiento de la norma, si no la certeza de que no afectara al ecosistema particular que tiene el manglar de la zona. La plataforma continental comienza en la parte contigua a la costa hacia el Golfo de Tehuantepec, y este proyecto no será llevado a cabo dentro de la plataforma continental dado que todos los cimientos y caminos serán colocados en tierra firme y lejos de esta.

➤ **Su productividad natural:**

El proyecto no extraerá recursos ni especies de la zona donde se encuentra el manglar, ni realizará obras cercanas al límite que marca la norma, por lo que la integridad del mismo y su productividad natural no se verá afectada por el proyecto de forma alguna.



Figura III. 1 : Ubicación del aerogenerador más cercano al área del proyecto, Fuente, Googleearth.

COPIA

➤ **La capacidad de carga natural de los ecosistemas para turistas;**

Este apartado no aplica al caso en particular, en virtud de que el proyecto es la construcción de un parque eólico.

➤ **Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;**

El proyecto se encontrará alejado de la zona del manglar, asegurando con esto que la anidación de aves que llegan a usar el manglar para perchar, descansando de los trayectos migratorios y recobrar energías, en especial en la época en la cual el viento marca una limitación para mantenerse en el aire, traduciéndose en un gasto energético mayor al que realizan cuando vuelan sin limitaciones para efectuar el aleteo y planeo.

Por ello, y tomando en consideración que el refugio que otorga la cobertura del Manglar comprende la protección de la fauna que aprovecha, alimentación y alevinaje (desarrollo de las crías de peces, moluscos y crustáceos de importancia comercial) desde estadios larvarios hasta juveniles, es de mencionarse que los procesos anteriormente mencionados no se vean afectados por el proyecto, en virtud de la lejanía con el manglar y que no se pretende realizar alguna actividad como explotación, extracción, remoción o inclusive acercase a la zona límite que marca la Norma de 100 metros.

➤ **La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;**

El proyecto no interrumpirá las interacciones funcionales entre los humedales costeros ya que las obras no implican el desvío de causas o la explotación de mantos acuíferos. Todas las obras del proyecto se llevarán a cabo a una distancia de 350 metros de la zona del manglar y las dunas cercanas del manglar al este del mismo, como lo muestra la Figura III.2.



Figura III. 2 : Ubicación del proyecto y el área de manglar y dunas. Fuente Google earth.

➤ **Cambio de las características ecológicas;**

El proyecto no contempla explotación o aprovechamiento del manglar que se encuentra en la zona, por lo que las características ecológicas no cambiarán y se conservarán, en virtud de la distancia a la que el proyecto se instalará.

Las características ecológicas que brinda el manglar como anidación, reproducción y refugio de fauna no se verán afectadas en razón de que el proyecto no se llevará dentro del manglar o cerca de la zona de restricción que marca la norma para la conservación de todos los servicios ambientales que brinda el manglar.

➤ **Servicios ecológicos;**

Sobre el particular, es de apreciarse que todos los servicios ecológicos que brinda el manglar no se verán afectados, ya que la distancia y el tipo de proyecto no interviene para nada con el manglar, asegurándose así, que no se verán disminuidos o tocados todos y cada uno de los servicios ecológicos que brinda el manglar. Por lo tanto la captura de carbono, los servicios hidrológicos y salvaguarda de la biodiversidad que genera el Manglar no se cambiará ni alterará.

➤ **Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en estatus, entre otros).**

El proyecto no tendrá ninguna actividad que se realice dentro de la distancia mínima que marca la citada Norma, en virtud de que todas las actividades que se requieren serán llevadas en tierra sin que vaya a ser necesario realizar alguna actividad que intervenga con el manglar de la zona, razón por la cual, no se pondrán en riesgos los procesos naturales de vida de las especies, desde las etapas de crecimiento (peces, crustáceos y moluscos) hasta llegar a talla y madurez fisiológica para salir a mar abierto.

4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en las obras descritas sean descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.

El presente punto no aplica al proyecto en virtud de que no se contempla la interrupción de flujo o desvío de agua dentro o fuera del manglar en ninguna de sus actividades.

4.2 Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurara el éxito de la restauración.

Lo anterior no aplica al caso que nos ocupa, puesto que en el proyecto no se preveee la construcción de canales.

4.3 Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intección de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.

El proyecto no contempla la construcción de canales, por lo que los elementos de fragmentación que puedan causar al ecosistema quedan totalmente descartados, más aun, el proyecto no tocará en ningún momento ni etapa la zona del manglar ni realizará obras que alteren el flujo hídrico de la zona.

4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.

Este punto no aplica para el proyecto.

4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.

En la realización del Proyecto no se realizará ningún bordo que bloquee el flujo natural del agua hacia el humedal costero, dado que el tipo de proyecto no contempla obras que requieran de ello, por lo cual, el flujo natural del manglar que proviene de la laguna inferior, no se verá bloqueado o afectado.

4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.

Este rubro no aplica para el proyecto pues en el mismo no se verterán residuos o aguas al manglar.

4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, Ph, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garantice la viabilidad del mismo.

No aplica en virtud de que en el proyecto no se verterá agua a los flujos que alimentan al manglar.

4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento del agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón, metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alternen el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos.

No aplica dado que en el proyecto no se verterá agua a los flujos que alimentan al manglar.

4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga, y el monitoreos que deberán realizar.

No aplica pues en el proyecto no se verterá agua a los flujos que alimentan al manglar.

4.10 La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina n el acuífero.

No aplica en virtud de que en el proyecto no contempla la extracción de agua subterrea.

4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existen evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.

No aplica para el proyecto.

4.12 Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y de las mareas, mismas que determinaran la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.

Dentro de los impactos ambientales del presente proyecto no se pone a consideración específica el balance hídrico que se tiene en el manglar, dado que el proyecto se llevará a cabo en tierra firme, no alterará los flujos que alimenta al manglar y se encontrará alejado del mismo haciendo con esto que los balances hídricos que se tengan en el manglar se conserven sin perturbación alguna por el proyecto.

4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitan el libre flujo dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizará métodos de construcción en fase (por sobre

posición continua de la obra) que no dañe el suelo del humedal, no generan depósitos de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.

No aplica para el proyecto

4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100m (cien metros) como mínimo la cual medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.

Los caminos que se prevén para la construcción del parque, tendrán los drenes necesarios para no interrumpir de ninguna manera el flujo natural hídrico de la zona, partiendo de la topografía del lugar y las necesidades del proyecto. Los caminos que serán construidos para el proyecto no serán pavimentados y estarán diseñados solo para la construcción y operación del parque, no obstante ello, tendrán las obras que se requieran para no modificar el movimiento natural del agua. Por otra parte, la distancia más cercana entre el camino y la zona del manglar, será de por lo menos 350 metros, por lo que se encontrará al doble del límite de protección que marca la norma, asegurando con esto, la conservación actual que tiene el manglar.

4.15 Cualquier servicio que utilice postales, productos, torres y líneas deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.

No se prevé dentro de las actividades de preparación, construcción y operación del proyecto la instalación de postales, productos, torres y líneas cerca o dentro de la zona del manglar, en virtud de que el proyecto se encontrará a 200 metros de la zona de éste, asegurándose así, que no se generen impactos ambientales hacia el mismo.

Las líneas de transmisión serán colocadas sobre el ancho del camino y sobre el derecho de vía a una distancia de 200 metros del manglar.

4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.

No aplica

4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.

Los materiales de construcción serán extraído única y exclusivamente de los bancos de material autorizados por el gobierno de Oaxaca.

4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en porteros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o en su caso, el estudio de impacto ambiental.

Para las diversas etapas del proyecto no contempla el desmonte, quema o desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en porteros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación dentro del manglar o su zona de límite de conservación que marca la presente norma.

4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.

No aplica para el proyecto.

4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.

No aplica para el proyecto.

4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en humedal costero y el ecosistema.

No aplica.

4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.

No aplica para el proyecto.

4.23 En los casos de autorización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.

No aplica para el proyecto.

4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.

No aplica para el proyecto.

4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente postlarvas de especies nativas producidas en laboratorio.

No aplica para el proyecto.

4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrología donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.

No aplica para el proyecto.

4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.

No aplica para el proyecto.

4.28 La infraestructura turística ubicada de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de verdaderas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.

No aplica para el proyecto.

4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a cabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque t desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.

No aplica para el proyecto.

4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor a 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.

No aplica para el proyecto.

4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de distribución a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.

No aplica para el proyecto.

4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 Km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 Km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 Km uno de otro.

El proyecto no realizará actividades que puedan fragmentar el manglar ya que no realizará ninguna obra cerca de este.

4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.

No aplica para el proyecto.

4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.

No aplica para el proyecto.

4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.

No aplica para el proyecto.

4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas, costeras y otros cuerpos de agua que sirven como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito a la fauna silvestre, de acuerdo como se determine en el Informe Preventivo.

No aplica para el proyecto.

4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, hidrológica comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.

No aplica para el proyecto.

4.38 Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.

No aplica para el proyecto.

4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.

No aplica para el proyecto.

4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.

No aplica para el proyecto.

4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.

No aplica para el proyecto.

4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.

No aplica para el proyecto.

Índice

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.....	225
POLÍGONO 1 (SAN MATEO DEL MAR Y SANTA MARÍA DEL MAR)	226
POLÍGONO 2 (EL ESPINAL).....	227
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	229
CRITERIOS PARA DELIMITAR EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).	232
<i>Límites geomorfoedafológicos</i>	233
<i>División política</i>	234
<i>Corredores biológicos</i>	236
Este de Juchitán	237
Noreste de Ixtepec.....	237
Noreste de San Pedro Huilotepec	237
San Pedro Yutnotic	238
Área contigua a la refinería de PEMEX	238
Barra de San Mateo del Mar y Santa María del Mar.....	238
<i>Criterios hidrológicos</i>	241
<i>Fauna</i>	243
<i>Vegetación</i>	244
<i>Sistema ambiental regional elegido</i>	245
IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	247
IV.2.1. <i>Medio físico</i>	247
Clima.....	247
Tipo de clima.....	247
Información Climática y de Vientos.....	247
Estación Salina Cruz.....	247
Precipitación	248
Granizadas.....	249
Niebla.....	250
Vientos	250
Características Litológicas del Área.....	263
Grado de erosión del suelo.....	268
<i>Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio</i>	270
Hidrología superficial	270
<i>Estudios Específicos sobre el Sistema Lagunar</i>	278
Estado del agua de mar, al interior del Sistema Lagunar Huave (SLH).....	278
Metales y metaloides en afluentes del sistema lagunar.....	286
Batimetría y temperatura del Mar Tileme (Mar Muerto) en Septiembre de 2007.	287
Ríos y tributarios del Sistema Lagunar Huave.....	292
La formación del sistema lagunar huave	296
Temperatura superficial del sistema lagunar huave.....	301
Sólidos totales disueltos en el sistema lagunar huave.....	307
Salinidad del sistema lagunar huave.....	310
Análisis de la Calidad del agua respecto al Sistema Ambiental Regional	313
IV.2.2. <i>Medio biótico</i>	326
Flora.....	326
Características Generales de los tipos de vegetación de SAR según la literatura (Rzedowsky, 1978). ...	326
Bosque espinoso.....	326
Bosque Tropical Caducifolio	330
Vegetación acuática y subacuática	331
Manglar.....	331
Vegetación Halófitas	332
Palmar.....	333
Metodología de muestreo de la vegetación específica en el área del proyecto	337
Estimaciones de los tipos de cobertura de vegetación del sitio de estudio.....	338

Índices de diversidad (Riqueza florística).....	340
Estructura de la vegetación (Densidad Florística).....	340
Valor de importancia de las especies.....	340
Estado de conservación de la vegetación.....	342
Conservación a nivel de Sistema Ambiental Local o Área de Influencia del Proyecto.....	342
Conservación a nivel vegetación.....	343
Usos de la vegetación en el SAR.....	344
Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables (CITES) en el área de estudio.....	344
Fauna.....	344
Estudios previos hechos en la región.....	344
Especies observadas citadas en la NOM-059-ECOL-2001 y CITES. (ver tablas IV.35, IV.36 y IV.37).....	393
Especies de los ecosistemas terrestres de valor científico, comercial, estético, cultural y para autoconsumo.....	393
IV.2.2.1 INDICADORES AMBIENTALES EN EL ECOSISTEMA TERRESTRE QUE MOLDEAN DIVERSIDAD DE ESPECIES.....	396
<i>Flora del Sistema Ambiental</i>	396
<i>Fauna del Sistema Ambiental</i>	399
<i>Condiciones de la vegetación en Área de influencia del proyecto</i>	406
Bosque Espinoso.....	406
Bosque Tropical Caducifolio.....	407
Vegetación Halófila.....	408
Palmar.....	409
<i>Pérdida y degradación de hábitat</i>	410
Roza, tumba, Quema y otros sistemas productivos que empobrecen los recursos naturales.....	410
<i>Asentamientos humanos</i>	413
<i>Saqueo de nidos de tortugas marinas</i>	414
<i>Basureros</i>	415
IV.2.2.2 ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL.....	418
<i>Flora</i>	418
Especies con estatus (Índice de Especies Amenazadas).....	418
Especies de flora con distribución restringida (Índice de Distribución de Especies).....	419
Especies endémicas (Índice de Endemicidad).....	420
Especies con valor comercial y social.....	420
Cobertura Forestal del área de influencia del proyecto (ICF).....	421
<i>Fauna</i>	421
Especies con estatus (Índice de Especies Amenazadas).....	421
Especies con distribución restringida (Índice de Distribución de Especies).....	424
Especies endémicas (Índice de Endemicidad).....	425
<i>Fauna del Sistema Laguna Huave</i>	426
Crustáceos bentónicos.....	426
Moluscos bentónicos.....	426
Macro invertebrados bentónicos.....	427
Necton en el sistema lagunar.....	428
IV.2.2.3 SERVICIOS AMBIENTALES.....	433
<i>Ecosistemas Forestales</i>	433
Captura de carbono.....	434
Servicios hidrológicos.....	434
Protección de la biodiversidad.....	435
<i>Provisión de servicios ambientales del Bosque Espinoso</i>	436
<i>Provisión de servicios ambientales del Bosque Tropical Caducifolio</i>	437
<i>Provisión de servicios ambientales de la Vegetación Acuática y Subacuática</i>	438
<i>Provisión de servicios ambientales del Manglar</i>	438
<i>Provisión de servicios ambientales de la Vegetación Halófila</i>	439
<i>Servicios ambientales que proporciona el Palmar</i>	440
<i>Función de los Corredores biológicos dentro de SAR</i>	440
<i>Zonas mejor conservadas en el SAR</i>	441
<i>Un caso de conservación de un sitio Bosque Espinoso en el SAR</i>	441
<i>Un caso de conservación de un sitio del Bosque Tropical Caducifolio en el SAR</i>	444

IV.2.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	445
<i>Contexto regional</i>	445
<i>Número y densidad de habitantes por núcleo de población identificado</i>	447
<i>Índice de pobreza (según CONAPO)</i>	447
<i>Servicios Públicos</i>	450
<i>Procesos migratorios</i>	455
<i>Factores que propician el movimiento migratorio</i>	456
<i>Tipos de organizaciones sociales predominantes</i>	456
Sensibilidad social existente ante los aspectos ambientales.....	456
Vivienda.....	457
Urbanización.....	458
<i>Salud y seguridad social</i>	459
Sistema y cobertura de la seguridad social.....	459
Características de la morbilidad y la mortalidad y sus posibles causas.....	460
Fecundidad y mortalidad.....	462
<i>Educación</i>	462
<i>Aspectos culturales y estéticos</i>	463
Grupos Étnicos.....	463
Localización y caracterización de recursos y actividades culturales y religiosas identificados en el sitio donde se ubicará el proyecto.....	463
<i>Valor del paisaje en el sitio del proyecto</i>	464
Paisaje.....	464
Calidad paisajística.....	464
Juchitán.....	464
El Espinal.....	464
San Mateo del Mar.....	464
Visibilidad.....	465
El Espinal.....	465
San Mateo del Mar.....	465
Juchitán.....	466
Fragilidad.....	467
<i>Aplicación de los criterios para la fragilidad</i>	469
Estado de la vegetación.....	469
Áreas de erosión severa.....	469
Escurrimientos.....	469
Inestabilidad del relieve.....	469
Estructura y capacidad de regeneración de la vegetación.....	470
Susceptibilidad de cambio de uso de suelo.....	470
Pendientes.....	470
Erodabilidad.....	470
Conclusión sobre Fragilidad.....	470
<i>Aspectos económicos</i>	472
Pesca.....	472
Principales actividades productivas.....	472
Pesca en los 3 municipios (influencia del sistema lagunar huave).....	472
Agropecuaria.....	505
Industria.....	505
Turismo.....	505
<i>Rasgos Económicos de las localidades del proyecto</i>	506
San Mateo del Mar.....	506
Agricultura.....	506
Ganadería.....	506
Caza.....	506
Industria.....	506
Turismo.....	506
Comercio.....	506
Minería.....	506
<i>Población económicamente activa</i>	508
Empleo por rama de actividad.....	508
Salario Mínimo Vigente.....	511

Competencia por el aprovechamiento de los recursos naturales	511
IV.2.4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	512
IV.2.4. ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES, RECURSOS O ÁREAS RELEVANTES Y/O CRÍTICAS	512
IV.3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL REGIONAL	513
IV.4 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	517
IV.5. CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS	520

COPIA PÚBLICA

Índice de Figuras

FIGURA IV. 1 :DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.	226
FIGURA IV. 2 : REPRESENTACIÓN GRÁFICA (ÁREA EN AMARILLO) DEL CRITERIO GEOMORFOEDAFOLÓGICO EN LA ELECCIÓN DEL SAR, SIENDO DEMASIADO EXTENSA EL TERRITORIO DE PLANICIE PARA SER USADO.....	233
FIGURA IV. 3 : CABECERAS MUNICIPALES INVOLUCRADAS EN LA PROVISIÓN DE CAPITAL MATERIAL Y HUMANO EN EL SAR.	235
FIGURA IV. 4 : DISTURBIOS DE ORIGEN ANTRÓPICO AL BORDE DE UNO DE LOS MANCHONES DE VEGETACIÓN MEJOR CONSERVADOS QUE SIRVEN DE CORREDOR DE FAUNA.	238
FIGURA IV. 5 : CORREDORES BIOLÓGICOS DONDE EXISTE TRÁNSITO DE FAUNA Y FLORA.....	241
FIGURA IV. 6 : APLICACIÓN DEL CRITERIO HIDROLÓGICO PARA LA ELECCIÓN DEL SAR, DEMOSTRANDO SER DEMASIADO EXTENSO PARA UTILIZAR TODA ESA ÁREA POR COMPLETO.....	242
FIGURA IV. 7: CRITERIO DE FAUNA DENTRO DEL SAR EN FUNCIÓN DE ZONAS COBERTURA FORESTAL Y CUERPOS LACUSTRES.....	243
FIGURA IV. 8 : ZONAS DE VEGETACIÓN BASADAS EN MUESTREOS DE CAMPO Y SENSORES REMOTOS.	244
FIGURA IV. 9 : SAR ELEGIDO QUE CONJUNTA FRACCIONES DE TERRITORIALES SEGÚN LOS CRITERIOS DEFINIDOS CON ANTELACIÓN.....	246
FIGURA IV. 10 : MAPA DEL RECURSO EÓLICO EN EL ÍSTMO DE TEHUANTEPEC. FUENTE: CONAE.....	254
FIGURA IV. 11 : TOPOGRAFÍA DEL LUGAR DEL PROYECTO PARQUE EÓLICO ISTMEÑO. (CARTA TOPOGRÁFICA INEGI SALINA CRUZ E-15-10,D15-1).....	257
FIGURA IV. 12 : DIVISIÓN DE UNIDADES FISIográfICAS PARA EL ESTADO DE OAXACA. INEGI 2007.....	259
FIGURA IV. 13 : MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO ZONAS ADYACENTES DONDE SE APRECIAN FALLAS Y FRACTURAS EXISTENTES.	260
FIGURA IV. 14 : SISMICIDAD DE LA ZONA DE ESTUDIO Y ÁREAS ALEDAÑAS.	262
FIGURA IV. 15 : GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA DEL LUGAR DE ESTUDIO.....	265
FIGURA IV. 16 : TIPO DE SUELO EN EL ÁREA DEL ESTUDIO.	267
FIGURA IV. 17 : HIDROGRAFÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO.	275
FIGURA IV. 18 : DIAGRAMA T-S, PARA EL SISTEMA LAGUNAR HUAVE (SLH). ISOPICNAS (σ_t), SALINIDAD (S, UPS) Y TEMPERATURA (T, °C), A PARTIR DE DATOS OBTENIDOS EN MAYO Y DE AGOSTO A OCTUBRE DE 2007.....	281
FIGURA IV. 19 : VISTA SINÓPTICA DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA ANOMALÍA DE DENSIDAD (σ_t) DENTRO DEL SISTEMA LAGUNAR HUAVE (SLH) Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE REGISTRO DE VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS, DURANTE LA TEMPORADA DE LLUVIAS DE 2007. (REALIZADO POR HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ. INÉDITO, 2007).....	283
FIGURA IV. 20 : ESTACIONES COSTERAS DE RECOLECTA DE AGUA PARA ANÁLISIS DE METALES, METALOIDES (TEMPORADA DE LLUVIAS) Y CARGA BACTERIANA. EN AMARILLO ESTIAJE Y LLUVIAS, EN NARANJA SOLO ESTIAJE Y EN AZUL SOLO LLUVIAS. (IMAGEN DE: GOOGLE EARTH).	286
FIGURA IV. 21 : TRANSECTOS RECORRIDOS DURANTE LA CAMPAÑA DE MEDICIONES EL 22 Y 23 DE SEPTIEMBRE DE 2007, AL INTERIOR DEL MAR TILEME, (HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ. INÉDITO, 2007).	288
FIGURA IV. 22 : BATIMETRÍA (A, ISOBATAS, METROS) Y TEMPERATURA SUPERFICIAL (B, ISOTERMAS, ° C) DEL MAR TILEME PARA AGOSTO DE 2007, (HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, INÉDITO 2007).	289
FIGURA IV. 23 : CUENCA Y RÍOS QUE VIERTEN AL SISTEMA LAGUNAR HUAVE.....	292
FIGURA IV. 24 : SISTEMA FLUVIOLAGUNAR HUAVE (SFLH). 1) LAGUNA QUÍRIO (LQI); 2) LAGUNA OCCIDENTAL (LOC); 3) LAGUNA ORIENTAL (LOR). A) RÍO GUIGUCHUNI, B) RÍO LOS PERROS, C) ARROYO VERDE O SALINERO, D) RÍOS ESPÍRITU SANTO (CHICAPA) Y ESPANTA-PERROS, E) RÍO NILTEPEC (ARROYO SANTA ANA) Y F) RÍO OSTUTA.	293
FIGURA IV. 25 : MORFOLOGÍA Y BATIMETRÍA DEL SISTEMA FLUVIOLAGUNAR HUAVE (SFLH) (TOMADO DE: CROMWELL,1985).....	298
FIGURA IV. 26 : TEMPERATURA SUPERFICIAL (T EN °C, A 0.20 M DE PROFUNDIDAD) DENTRO DEL SISTEMA LAGUNAR HUAVE (SLH), EN LA TEMPORADA DE LLUVIAS DE 2007. A) TEMPERATURA POR ESTACIÓN, LAGUNA Y FECHA DE REGISTRO (DEL 14/VIII/07 AL 12/X/07) Y B) PRUEBA DE COMPARACIONES MÚLTIPLES DE DUNN.....	302
FIGURA IV. 27 : VISTA SINÓPTICA DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL (° C) DENTRO DEL SISTEMA LAGUNAR HUAVE (SLH) Y UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE REGISTRO DE VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS, DURANTE LA TEMPORADA DE LLUVIAS DE 2007. (REALIZADO POR: HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ. INÉDITO, 2007).	303
FIGURA IV. 28 : DISTRIBUCIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD SUPERFICIAL (EN $\mu S \cdot CM^{-1}$, A 0.20 M) DENTRO DEL SISTEMA LAGUNAR HUAVE, EN LA TEMPORADA DE LLUVIA DE 2007 A) CONDUCTIVIDAD POR ESTACIÓN, LAGUNA Y FECHA (DEL 14/VIII/07 AL 12/X/07) Y B) PRUEBA DE COMPARACIONES MÚLTIPLES DE DUNN.	305

FIGURA IV. 29 : DISTRIBUCIÓN DE STD SUPERFICIALES (EN GR·L ⁻¹ , A 0.20 M) DENTRO DEL SISTEMA LAGUNAR HUAVE, EN LA TEMPORADA DE LLUVIA DE 2007 A) STD POR ESTACIÓN, LAGUNA Y FECHA (DEL 14/VIII/ 07 AL 12/X/07) Y B) RESULTADOS DE LA PRUEBA DE COMPARACIONES MÚLTIPLES DE DUNN.....	308
FIGURA IV. 30 : VISTA SINÓPTICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS EN LA CAPA SUPERFICIAL DEL SISTEMA LAGUNAR HUAVE (STDDEL SLH, EN G·L ⁻¹ A 0.20 M DE PROFUNDIDAD), DURANTE LA TEMPORADA DE LLUVIAS (AGOSTO A OCTUBRE) DE 2007.	309
FIGURA IV. 31 : DISTRIBUCIÓN DE LA SALINIDAD SUPERFICIAL (EN UPS, A 0.20 M) DENTRO DEL SISTEMA LAGUNAR HUAVE, EN LA TEMPORADA DE LLUVIA DE 2007. A) SALINIDAD POR ESTACIÓN, LAGUNA Y FECHA (DEL 14/VIII/ 07 AL 12/X/07) Y B) RESULTADOS DE LA PRUEBA DE COMPARACIONES MÚLTIPLES DE DUNN.	310
FIGURA IV. 32 : VISTA SINÓPTICA DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA SALINIDAD SUPERFICIAL (UPS) DENTRO DEL SISTEMA LAGUNAR HUAVE (SLH) Y UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE REGISTRO DE VARIABLES FISIQUÍMICAS, DURANTE LA TEMPORADA DE LLUVIAS DE 2007. (REALIZADO POR HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ. INÉDITO, 2007).	311
FIGURA IV. 33 : A) COLIFORMES TOTALES (CT) Y B) FECALES (CF, <i>E. coli</i>), EN MAYO DE 2007.....	320
FIGURA IV. 34 : A) COLIFORMES TOTALES (CT) Y B) FECALES (CF, <i>E. coli</i>), EN AGOSTO DE 2007.	322
FIGURA IV. 36 : USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL ÁREA DEL POLÍGONO 1.	334
FIGURA IV. 37 : TIPOS DE VEGETACIÓN Y USO DE SUELO EN EL POLÍGONO 1.	335
FIGURA IV. 38 : TIPOS DE SUELO Y USOS DE VEGETACIÓN EN EL ESPINAL, POLÍGONO 2.	336
FIGURA IV. 39 : GANADO VACUNO CRUZANDO LA LAGUNA DE QUIRIO, FUENTE INGESA 2009.	343
FIGURA IV. 40 : EN EL GRÁFICO SE OBSERVAN LOS TOTALES PARA LAS CATEGORÍAS DE ESTACIONALIDAD DE LAS ESPECIES DE AVES REGISTRADAS PARA SANTA MARÍA DEL MAR. R = RESIDENTE, I= INVERNANTE, T=TRANSEÚNTE, V= RESIDENTE DE VERANO. .	347
FIGURA IV. 41 : NÚMERO TOTAL DE ESPECIES RESIDENTES, INVERNANTES Y TRANSITORIAS DEL SITIO DE SAN MATEO DEL MAR DURANTE EL OTOÑO.	348
FIGURA IV. 42 : COMPORTAMIENTO DE LOS VUELOS Y SOBREVUELOS REGISTRADOS PARA, REPORTADO EN NÚMERO DE INDIVIDUOS. .	350
FIGURA IV. 43 : COMPORTAMIENTO DE LOS VUELOS Y SOBREVUELOS REGISTRADOS PARA SANTA MARÍA DEL MAR, REPORTADO EN NÚMERO DE INDIVIDUOS.....	351
FIGURA IV. 44 : GRÁFICO CON EL NÚMERO DE INDIVIDUOS REGISTRADOS PARA CADA CATEGORÍA DE LAS DIRECCIONES DE VUELO.	353
FIGURA IV. 45 : GRÁFICO DE LAS ALTURAS DE VUELO MÁXIMAS, MÍNIMAS Y PROMEDIO EN CADA SESIÓN DE REGISTRO DEL MODO VERTICAL.	354
FIGURA IV. 46 : DIAGRAMA DE LAS ALTURAS DE VUELO ESTABLECIDAS EN FUNCIÓN DEL RIESGO DE COLISIÓN QUE LOS AEROGENERADORES REPRESENTAN PARA LAS AVES, CONSIDERANDO AEROGENERADORES CON UNA ALTURA DE 120 METROS.	357
FIGURA IV. 47 : NÚMERO TOTAL DE ESPECIES RESIDENTES, INVERNANTES Y TRANSITORIAS DEL SITIO DE EL ESPINAL DURANTE EL OTOÑO.	361
FIGURA IV. 48 : NÚMERO DE ESPECIES CON ALGÚN ESTADO DE CONSERVACIÓN EN EL SITIO DE EL ESPINAL PARA LA TEMPORADA DE OTOÑO 2007, DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2001.....	362
FIGURA IV. 49 : NÚMERO DE ESPECIES SITUADAS DENTRO DE LA LISTA ROJA PUBLICADA POR LA UICN. LC= MENOR RIESGO (LA MAYORÍA DE LAS ESPECIES SE UBICA EN ESTA CATEGORÍA) NT= CERCA DE AMENAZADA (NO ENTRA EN LOS CRITERIOS PERO PUEDE CALIFICAR EN UN FUTURO)	363
FIGURA IV. 50 : NÚMERO DE ESPECIES INCLUIDAS EN CITES (CONVENTION OF INTERNATIONAL TRADE IN ENDANGERED SPECIES AND WILD FAUNA AND FLORA) (APÉNDICES DEL 13 DE SEPTIEMBRE DE 2007)	364
FIGURA IV. 51 : ESPECIES CON MAYOR ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS REGISTRADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO LAS CUALES SE ENCUENTRAN EN UN RANGO > 10,000 INDIVIDUOS.....	366
FIGURA IV. 52 : ABUNDANCIA POR ESPECIE, QUE SE ENCUENTRAN EN UN RANGO DE 1000 –10,000 INDIVIDUOS	366
FIGURA IV. 53 : PORCENTAJE GENERAL DE INDIVIDUOS QUE SE OBSERVARON DENTRO Y FUERA DEL SITIO.....	367
FIGURA IV. 54 : REPRESENTACIÓN DENTRO Y FUERA DEL PARQUE DE LOS INDIVIDUOS REGISTRADOS PARA LAS ESPECIES MÁS ABUNDANTES.	368
FIGURA IV. 55 : CATEGORÍAS DE ALTURA DE VUELO. NO. DE INDIVIDUOS	370
FIGURA IV. 56 : ALTURAS DE VUELO CON SU RESPECTIVO PORCENTAJE DE INDIVIDUOS PARA CADA UNA DE LAS CATEGORÍAS.....	370
FIGURA IV. 57 : HORAS CON SU RESPECTIVO NÚMERO DE INDIVIDUOS REGISTRADO.....	371
FIGURA IV. 58 : UBICACIÓN DE LOS SITIOS ELEGIDOS PARA APLICAR EL MÉTODO DE PUNTOS DE CONTEO DE AVES EN EL SITIO DE EL ESPINAL. DONDE LOS PUNTOS ROJOS ES LA FUTURA COLOCACIÓN DE LOS AEROGENERADORES Y LOS PUNTOS NARANJAS LOS PUNTOS DE CONTEO ESTABLECIDOS. NOTA: EN EL PLANO ORIGINAL SE ESPECIFICA EL ESTABLECIMIENTO 33 AEROGENERADORES. EN LA MODIFICACIÓN ACTUAL SE PROPONEN 50 AEROGENERADORES.	372

FIGURA IV. 59 : NÚMERO DE ESPECIES E INDIVIDUOS OBSERVADOS EN EL SITIO DEL ESPINAL.	373
FIGURA IV. 60 : ESPECIES MÁS ABUNDANTES REGISTRADAS CON EL MÉTODO DE PUNTOS DE CONTEO EN EL SITIO DEL ESPINAL.	374
FIGURA IV. 61 : COMPORTAMIENTO DE VUELOS Y SOBREVUELOS DENTRO Y FUERA DEL RADIO ESTABLECIDO POR PUNTOS DE CONTEO.	376
FIGURA IV. 62 : PROPORCIÓN TIPO DE SUSTRATO O VEGETACIÓN PREFERIDO PARA ANIDAR.	387
FIGURA IV. 63 : PROPORCIÓN TIPO DE SUSTRATO O VEGETACIÓN PREFERIDO PARA ANIDAR.	390
FIGURA IV. 64 : CUADRO COMPARATIVO DE ESPECIES ENCONTRADAS EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC Y EN EL ÁREA DE ESTUDIO.	397
FIGURA IV. 65 : GRÁFICA COMPARATIVA DE LAS ESPECIES DE MANGLE QUE REPORTA LA LITERATURA EN COMPARACIÓN AL SITIO DE ESTUDIO.	398
FIGURA IV. 66 : GRÁFICA COMPARATIVA DE LA DENSIDAD RELATIVA EN TRE LAS ESPECIES MÁS FRECUENTES EN LOS MUESTREOS DE CAMPO, CUYA PRESENCIA EVIDENCIA FENÓMENOS DE DISTURBIO ANTRÓPICO.	399
FIGURA IV. 67 : GRÁFICA COMPARATIVA ESPECIES FAUNÍSTICAS EN EL ESTADO DE OAXACA Y EN SITIO DE ESTUDIO.	400
FIGURA IV. 68 : VENTA DE IGUANAS NEGRAS VIVAS AMARRADAS EN EL MERCADO MUNICIPAL DE JUCHITÁN.	402
FIGURA IV. 69 : VENTA DE HUEVOS DE TORTUGA EN EL MERCADO MUNICIPAL DE JUCHITÁN.	403
FIGURA IV. 70 : DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA ORIGINAL (ÁREA CLARA) Y ACTUAL DE <i>L. FLAVIGULARIS</i> (CÍRCULOS).	404
FIGURA IV. 71 : GRÁFICA COMPARATIVA DE DENSIDAD DE POBLACIÓN DE LIEBRE DEL ISTMO EN DIFERENTES LOCALIDADES (RIOJAS, 2008).	405
FIGURA IV. 72 : DEPREDACIÓN DE LA LIEBRE DEL ISTMO POR LA INTRODUCCIÓN DE PERROS DOMÉSTICOS EN SANTA MARÍA DEL MAR (TOMADA DE RIOJAS, 2008).	406
FIGURA IV. 73 : BOSQUE ESPINOSO: COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN (<i>ACACIA, CERCIDIUM, CRESCENTIA, PITHECELLOBIUM Y SENNA</i>). ESTA PARTE SE ENCUENTRA FUERA DEL SAR, SOLO SIRVIENDO DE MUESTRA PARA APRECIAR SU UNIDAD PAISAJÍSTICA.	407
FIGURA IV. 74 : BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO: TRECHOS DE <i>GLIRICIDIA, BURSERAY SPONDIAS</i> , JUNTO A TERRENOS DE CULTIVOS EN DESCANSO.	408
FIGURA IV. 75 : VEGETACIÓN HALÓFITA: LAS ESPECIES MÁS REPRESENTATIVAS DE ESTA VEGETACIÓN EN EL SITIO SON <i>JOUVEA Y ERAGROSTIS</i>	409
FIGURA IV. 76 : PALMAR AISLADO EN SANTA MARÍA. ESTA ASOCIACIÓN SE ENCUENTRA EN NORESTE DE LA AGENCIA MUNICIPAL.	410
FIGURA IV. 77 : ALTERACIÓN DEL HÁBITAT DE LA LIEBRE DEL ISTMO EN SANTA MARIA DEL MAR POR QUEMA DE PASTIZALES PARA LA GANADERÍA EXTENSIVA. TOMADO DE RIOJAS (2008).	411
FIGURA IV. 78 : UNO DE LAS UTILIDADES MÁS DIFUNDIDAS ES LA DE LA LEÑA (SAN MATEO DEL MAR Y SANTA MARIA DEL MAR) PARA COCINAR, LO QUE REPRESENTA EL EMPOBRECIMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS A MEDIANO PLAZO EN TODA EL ÁREA DE ESTUDIO.	412
FIGURA IV. 79 : DESMONTE DE BTC PARA ESTABLECER PASTOS PARA GANADERÍA EN SAN MATEO DEL MAR.	412
FIGURA IV. 80 : PREPARACIÓN DEL CHAHUITE.	413
FIGURA IV. 81 : ASENTAMIENTO HUMANOS (SAN MATEO DEL MAR) ESTABLECIDOS SIN PLANIFICACIÓN SOBRE HUMEDALES.	414
FIGURA IV. 82 : NIDO DE TORTUGA MARINA SAQUEADO. SE ACOSTUMBRA ENTERRAR UNA VARA PARA APARTAR EL NIDO Y ASI PODER IR A SAQUEAR MAS.	415
FIGURA IV. 83 : BASUREROS AL AIRE LIBRE AFECTANDO LA SALUD DEL ECOSISTEMA EMPOBRECIDO DE BTC.	417
FIGURA IV. 84 : GRÁFICA COMPARATIVA DEL ÍNDICE DE ESPECIES AMENAZADAS APLICADO A FAUNA.	422
FIGURA IV. 85 : GRÁFICA COMPARATIVA DEL ÍNDICE DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES APLICADO A LA FAUNA.	424
FIGURA IV. 86 : GRÁFICA COMPRATIVA DEL ÍNDICE DE ENDMICIDAD APLICADO ALA FAUNA.	425
FIGURA IV. 87 : GRÁFICA COMPARATIVA DE LA DENSIDAD RELATIVA DE ESPECIES EN SITIO VISUALMENTE CONSERVADO DE BOSQUE ESPINOSO.	442
FIGURA IV. 88 : ZONA DE BE AL NORESTE DE IXTEPEC.	443
FIGURA IV. 89 : GRÁFICA COMPARATIVA DE DENDIDAD RELATIVA DE UN SITIO CONSIDERADO VISUALMENTE CONSERVADO DE BTC.	444
FIGURA IV. 90 : ZONA DE BTC ENTRE JUCHITÁN Y SALINA CRUZ.	445
FIGURA IV. 91 : NIVELES DE FRAGILIDAD SOBRE EL TERRITORIO (INE-SEMARNAP, 2000).	468
FIGURA IV. 92 : RELACIÓN GLOBAL DE LA PESCA DE ESCAMA DENTRO DEL SISTEMA LAGUNAR HUAVE.	478
FIGURA IV. 93 : HUAZANTLÁN DEL RÍO (ESTRELLA) Y ZONA DE PESCA (PORCIÓN OSCURA EN LA PARTE INFERIOR IZQUIERDA DE LA IMAGEN; FUENTE: AVISOS DE ARRIBO DE LA SOC. COOP.).	480
FIGURA IV. 94 : GUAMÚCHIL (ESTRELLA ROJA) Y ZONA DE PESCA (ÁREA SOMBREADA).	481
FIGURA IV. 95 : CAPTURAS TOTALES MENSUALES DURANTE EL PERIODO DE JUNIO DEL 2001 A FEBRERO DEL 2007. EL PROMEDIO MENSUAL DE CAPTURAS FUE DE ALREDEDOR DE 11'300 KG, ASÍ COMO UNA TENDENCIA INTERANUAL POSITIVA, AUNQUE CON GRANDES VARIACIONES EN LAS CAPTURAS TOTALES (C7).	483

FIGURA IV. 96 : SAN DIONISIO (ESTRELLA ROJA) Y ZONAS DE PESCA (AVISOS DE ARRIBO DE LA SCPP)	483
FIGURA IV. 97 : SERIE HISTÓRICA DE CAPTURAS TOTALES (Ct) PARA LAS PRINCIPALES ESPECIES DE LA SCPP "PLAYA COPALITO". (FUENTE: AVISOS DE ARRIBO)	484
FIGURA IV. 98 : COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS CAPTURAS DE LA SOC. COOP. "PLAYA COPALITO" EN EL PERIODO CONSIDERADO. (FUENTE: AVISOS DE ARRIBO DE LA SCPP).....	485
FIGURA IV. 99 : SANTA MARÍA DEL MAR (ESTRELLA ROJA) Y ZONAS DE PESCA (FUENTE: AVISOS DE ARRIBO DE LA SCPP).....	486
FIGURA IV. 100 : SERIE HISTÓRICA DE CAPTURAS TOTALES (Ct) PARA LAS PRINCIPALES ESPECIES DE LA SOC. COOP. "FUERZA DEL PUEBLO", A PARTIR DE LOS AVISOS DE ARRIBO DE LA SCPP.....	487
FIGURA IV. 101 : COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LAS CAPTURAS DE LA SCPP "FUERZA DEL PUEBLO" EN EL PERIODO CONSIDERADO. (FUENTE: AVISOS DE ARRIBO DE LA SCPP.).....	488
FIGURA IV. 102 : SCPP "MAREÑOS DE LA REGIÓN HUAVE" S. DE R. L. DE C. V., DE SAN MATEO DEL MAR.	489
FIGURA IV. 103 : VARIACIÓN HISTÓRICA DE LA CAPTURA TOTAL DE CAMARÓN (Ct) Y ESFUERZO DE PESCA (DP, DÍAS DE PESCA), SEGÚN HOJAS DE ARRIBO DE LA SCPP "BAHÍA GUAMÚCHIL"	490
FIGURA IV. 104 : VARIACIÓN HISTÓRICA DE LA CAPTURA TOTAL DE CAMARÓN (Ct) Y ESFUERZO DE PESCA (DP, DÍAS DE PESCA), SEGÚN HOJAS DE ARRIBO DE LA SCPP "LA SANTA ROSA" DE SAN FRANCISCO DEL MAR, PUEBLO NUEVO.....	491
FIGURA IV. 105 : . VARIACIÓN HISTÓRICA DE LA CAPTURA TOTAL DE CAMARÓN (Ct) Y ESFUERZO DE PESCA (DP, DÍAS DE PESCA), SEGÚN LAS HOJAS DE ARRIBO DE LA SCPP "JALTEPEC DE LA MAR", EN SAN FRANCISCO DEL MAR (PUEBLO VIEJO).	492
FIGURA IV. 106 : VARIACIÓN HISTÓRICA DE LA CAPTURA TOTAL DE CAMARÓN (Ct) Y ESFUERZO DE PESCA (DP, DÍAS DE PESCA), SEGÚN LAS HOJAS DE ARRIBO DE LA SCPP "PLAYA COPALITO", DE SAN DIONISIO DEL MAR.....	493
FIGURA IV. 107 : VARIACIÓN HISTÓRICA DE LA CAPTURA TOTAL DE CAMARÓN (Ct) Y ESFUERZO DE PESCA (DP, DÍAS), SEGÚN HOJAS DE ARRIBO DE LA SCPP "FUERZA DEL PUEBLO"	493
FIGURA IV. 108 : VARIACIÓN HISTÓRICA DE LOS TIPOS DE CAPTURA DE CAMARÓN, SEGÚN LOS AVISOS DE ARRIBO DE LA SCPP "PESCADORES DE HUAZANTLÁN". Ct (CAPTURA TOTAL) Y DP (DÍAS DE PESCA).....	494
FIGURA IV. 109 : . PROMEDIO DEL ESFUERZO PESQUERO, EN DÍAS DE PESCA (DP) INVERTIDOS POR COOPERATIVA DENTRO DEL SISTEMA LAGUNAR HUAVE, DE 1999 A 2007.....	495
FIGURA IV. 110 : ESCENARIO DETERMINISTA ENTRE CPUEOBS Y CPUEESP, CONSIDERANDO EL ERROR DE OBSERVACIÓN (TOMADA DE: CALDERÓN – ROBLES, ET AL. INÉDITO, 2009).....	498
FIGURA IV. 111 : TENDENCIA DE LA PESQUERÍA RIBEREÑA DE CAMARÓN DENTRO DEL SISTEMA LAGUNAR HUAVE. (TOMADA DE: CALDERÓN – ROBLES, ET AL. INÉDITO, 2009).....	499
FIGURA IV. 112 : VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PESQUERA DE CAMARÓN Y ESCAMA EN KILOGRAMOS, DENTRO DEL SISTEMA LAGUNAR HUAVE, DE 2001 A 2006.	500
FIGURA IV. 113 : VARIACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN PESQUERA TOTAL, ESCAMA Y CAMARÓN DEL SISTEMA LAGUNAR HUAVE DE 2001 A 2006.....	502
FIGURA IV. 114 : RELACIÓN FINAL DE LOS PRODUCTOS COMERCIALIZABLES POR COOPERATIVA EN EL SISTEMA LAGUNAR HUAVE. BOLSA DE CAMARÓN COCIDO (CC) DE 10 GR A SÓLO \$10.00 EN "MAREÑOS DE LA REGIÓN HUAVE", DE SAN MATEO DEL MAR.	503
FIGURA IV. 115 : MERCADO DONDE SE VENDEN PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA CUBRIR LAS NECESIDADES ALIMENTARIAS DE SAN MATEO DEL MAR.....	507

Índice de Tablas

TABLA IV. 1: COORDENADAS GEOGRÁFICAS QUE DELIMITAN EL ÁREA DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.	229
TABLA IV. 2: SUPERFICIES DE LAS TRES ÁREAS MANEJADAS PARA EL PROYECTO.	230
TABLA IV. 3 CRITERIOS A TOMAR EN CUENTA PARA LA DELIMITACIÓN DEL SAR	232
TABLA IV. 4 : LOCALIZACIÓN DE LOS SITIOS DE LOS CORREDORES BIOLÓGICOS.	239
TABLA IV. 5 : VEGETACIÓN DENTRO DE MUNICIPIO DE JUCHITÁN DE ZARAGOZA.	240
TABLA IV. 6 : CLASIFICACIÓN DE LA POTENCIA DEL VIENTO (CONAE, 2004).	252
TABLA IV. 7 : DATOS DE TORRES ANEMOMÉTRICAS PARA LA MEDICIÓN DE LOS VIENTOS DEL ÁREA DE ESTUDIO.	252
TABLA IV. 8 : DATOS DE LAS TORRES ANEMOMÉTRICAS	253
TABLA IV. 9 : ESTACIONES Y SITIOS DE RECOLECTA DE MUESTRAS DE AGUA, PARA LOS ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS Y DE FITOTOXICIDAD, DEL SISTEMA FLUVIO-LAGUNAR HUAVE (SFLH), DURANTE MAYO Y AGOSTO DE 2007.	318
TABLA IV. 10 : COLIFORMES TOTALES Y FECALIS, REPORTADAS POR PROCOMAR (2006).	325
TABLA IV. 11 : TIPOS DE VEGETACIÓN (RZEDOWSKY, 1978) ENCONTRADOS EN LOS MUNICIPIOS DE INTERÉS	338
TABLA IV. 12 : EXTENSIÓN DE LOS TIPOS DE AFINIDAD DE VEGETACIÓN EXISTENTE EN EL SITIO DE ESTUDIO, POLÍGONO 1 PARA EL ÁREA DEL PROYECTO.	338
TABLA IV. 13 : EXTENSIÓN DE LOS TIPOS DE AFINIDAD DE VEGETACIÓN EXISTENTE EN EL SITIO DE ESTUDIO, POLÍGONO 2 PARA EL ÁREA DEL PROYECTO.	339
TABLA IV. 14 : ESPECIES VEGETALES BAJO LA PROTECCIÓN DE LA NORMATIVIDAD MEXICANA E INTERNACIONAL (SEMARNAT, 2001).	344
TABLA IV. 15 : CATEGORÍA POR TIEMPO QUE PERMANECE EL AVE EN EL ZONA	346
TABLA IV. 16 : ABUNDANCIA DE ESPECIES REGISTRADAS EN EL ÁREA POR ORDEN ASCENDENTE	349
TABLA IV. 17 : ESPECIES PROTEGIDAS DEL ESTUDIO EN LA NOM-059. PR; PROTECCIÓN ESPECIAL, A; AMENAZADA, P; PELIGRO DE EXTINCIÓN	352
TABLA IV. 18 : PORCENTAJE DE BLANCOS (AVES DETECTADAS) REGISTRADOS EN CADA CATEGORÍA DE VUELO (NO. DE BLANCOS = 355)	354
TABLA IV. 19 : ALTURAS DE VUELO QUE PRESENTARON LAS AVES REGISTRADAS EN LA ESTACIÓN DE MONITOREO.	356
TABLA IV. 20 : DEFINICIÓN DE LA ESTACIONALIDAD DE LAS AVES APLICADA PARA EL ISTMO DE TEHUANTEPEC (HOWELL Y WEBB 1995)	359
TABLA IV. 21 : ESPECIES LISTADAS EN EL APÉNDICE II DEL CITES.	364
TABLA IV. 22 : RELACIÓN DE ESPECIES CON SU RESPECTIVA ABUNDANCIA, LISTADAS EN FORMA DESCENDENTE	365
TABLA IV. 23 : PROBABILIDAD DE VOLAR A UNA ALTURA DE RIESGO	369
TABLA IV. 24 : ESPECIES OBSERVADAS CON MAYOR FRECUENCIA DENTRO DE LOS PUNTOS DE CONTEO A LO LARGO DE LA TEMPORADA DE MUESTREO. LOS 20 PUNTOS DE CONTEO SE RECORRIERON TRES VECES DURANTE LA TEMPORADA DE MUESTREO PARA DAR UN TOTAL DE 60 INSTANCIAS EN QUE CADA ESPECIE PUDO SER REGISTRADA.	374
TABLA IV. 25 : DENSIDADES APARENTES (INDIVIDUOS/HA) Y SU DESVIACIÓN ESTÁNDAR (D.E.) DE LAS ESPECIES QUE SE OBSERVARON CON MAYOR FRECUENCIA EN LOS PUNTOS DE CONTEO. EN ESTE CUADRO NO SE INCLUYEN ESPECIES OBSERVADAS FUERA DEL RADIO DE 15 M NI SOBREVUELOS FUERA DEL RADIO. LOS CUADROS SIN VALORES REPRESENTAN INSTANCIAS DONDE LA ESPECIE EN CUESTIÓN, NO FUE OBSERVADA EN EL PUNTO DE CONTEO.	375
TABLA IV. 26 : ABUNDANCIA RELATIVA DE MASTOFAUNA	381
TABLA IV. 27 : ABUNDANCIA RELATIVA DE HERPETOFAUNA Y ANFIBIOS	381
TABLA IV. 28 : ABUNDANCIA RELATIVA AVIFAUNA	382
TABLA IV. 29 : DISTRIBUCIÓN DE LA MASTOFAUNA OBSERVADA EN EL ÁREA DE ESTUDIO	383
TABLA IV. 30 : DISTRIBUCIÓN DE LA AVIFAUNA OBSERVADA EN EL ÁREA DE ESTUDIO	384
TABLA IV. 31 : DISTRIBUCIÓN DE LA HERPETOFAUNA OBSERVADA EN EL ÁREA DE ESTUDIO	384
TABLA IV. 32 : LISTA DE ESPECIES POTENCIALES QUE ANIDAN EN EL PREDIO DONDE SE CONSTRUIRÁ EL PARQUE EÓLICO DE SAN MATEO DEL MAR	387
TABLA IV. 33 : LISTA DE ESPECIES POTENCIALES QUE ANIDAN EN EL PREDIO DONDE SE CONSTRUIRÁ EL PARQUE EÓLICO DE SANTA MARÍA DEL MAR.	389
TABLA IV. 34 : EPOCAS REPRODUCTIVAS DE ESPECIES IMPORTANTES QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DEL POLÍGONO UNO	392

TABLA IV. 35 : AVIFAUNA OBSERVADA EN EL ÁREA DE ESTUDIO DENTRO DE LA NOM-59 (SEMARNAT, 2001) Y CITES (UCEP-WCMC, 2007)	393
TABLA IV. 36 : HERPETOFAUNA Y ANFIBIOS OBSERVADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO DENTRO DE LA NOM-59 Y CITES	393
TABLA IV. 37 : MASTOFAUNA OBSERVADA EN EL ÁREA DE ESTUDIO DENTRO DE LA NOM-059 Y CITES	393
TABLA IV. 38 : USOS DE LA FAUNA MUESTREADA EN EL SITIO DE ESTUDIO	394
TABLA IV. 39 : COMPARATIVO DE ESPECIES DE PLANTAS IDENTIFICADAS EN LOS ALREDEDORES DEL SAR Y REFERIDAS POR LA LITERATURA Y EL ESTUDIO REALIZADO EN EL SITIO DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PARQUE EÓLICO.	397
TABLA IV. 40 : ESPECIES BAJO PROTECCIÓN OBTENIDAS DE LA LITERATURA.	398
TABLA IV. 41 : DENSIDADES RELATIVAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.	399
TABLA IV. 42 : FAUNA REPORTADA POR LA LITERATURA Y ESTE TRABAJO	400
TABLA IV. 43 : COMPARATIVO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DE LA LIEBRE DE ISTMO DE TEHUANTEPEC.....	405
TABLA IV. 44 : LOCALIZACIÓN ÁREAS DEPÓSITO DE RESIDUOS SÓLIDOS AL AIRE LIBRE SIN NINGÚN CONTROL Y CON EL RIESGO DE PROVOCAR INCENDIOS QUE DAÑEN LOS HÁBITATS, EN ESPECIAL LA VEGETACIÓN HALÓFILA HOGAR DE LA LIEBRE DEL ISTMO.	416
TABLA IV. 45 : ÍNDICES DE FAUNA PARA EVALUAR LA CALIDAD AMBIENTAL EN EL SAR.....	418
TABLA IV. 46 : ÍNDICES DE FLORA PARA EVALUAR LA CALIDAD AMBIENTAL EN EL SAR.....	418
TABLA IV. 47 : ÍNDICE DE ESPECIES AMENAZADAS DE FLORA	419
TABLA IV. 48 : ÍNDICE DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES (BASADO EN ESPECIES CON ESTATUS).	419
TABLA IV. 49 : ESPECIES DE VALOR COMERCIAL Y SOCIAL	420
TABLA IV. 50 : ÍNDICE DE COBERTURA FORESTAL	421
TABLA IV. 51 : ÍNDICE DE ESPECIES AMENAZADAS BASADO EN LOS MUESTREOS LLEVADOS A CABO EN EL ÁREA DE ESTUDIO.	422
TABLA IV. 52 : ÍNDICE DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES (BASADO EN ESPECIES CON ESTATUS)	424
TABLA IV. 53 : ÍNDICE DE ENDEMICIDAD	425
TABLA IV. 54 : ICTIOFAUNA PRESENTE EN EL SISTEMA LAGUNAR, E=ESTUARINO, M= MARINO Y D= DULCEACUÍCOLA	432
TABLA IV. 55 : SERVICIOS AMBIENTALES PROPORCIONADOS POR ECOSISTEMAS FORESTALES.	433
TABLA IV. 56 : DENSIDAD RELATIVA DE UNO DE LOS SITIOS CONSIDERADOS VISUALMENTE CONSERVADOS	442
TABLA IV. 57 : DENSIDAD RELATIVA DE VEGETACIÓN, (<i>BURSERA SUBMONILIFORMIS</i>)	444
TABLA IV. 58 : POBLACIÓN TOTAL, EDAD MEDIANA Y RELACIÓN HOMBRES-MUJERES, (INEGI, 2005).....	447
TABLA IV. 59 : ÍNDICES DE MARGINACIÓN SEGÚN CONAPO (2005)	450
TABLA IV. 60 : FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LOS MUNICIPIOS DE INTERÉS, INEGI 2005	451
TABLA IV. 61 : SISTEMAS, TOMAS DOMICILIARIAS INSTALADAS Y LOCALIDADES CON RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE (INEGI, 2006)	451
TABLA IV. 62 : SISTEMAS Y LOCALIDADES CON EL SERVICIO DE DRENAJE, ALCANTARILLADO Y ELECTRIFICADAS, (INEGI 2005-2006).	452
TABLA IV. 63 : SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE BASURA Y VOLUMEN COLECTADO, (INEGI 2006)	452
TABLA IV. 64 : SERVICIO DE SEGURIDAD PÚBLICA, (INEGI 2005)	453
TABLA IV. 65 : DEMOGRAFÍA EN LOS NÚCLEOS POBLACIONALES AFINES AL SITIO DE ESTUDIO (INEGI, 2005).	454
TABLA IV. 66 : CARACTERÍSTICAS DE MIGRACIÓN, (SNIM-INEGI, 2000)	455
TABLA IV. 67 : VIVIENDAS PARTICULARES Y OCUPANTES (INEGI, 2006)	458
TABLA IV. 68 : CLASES DE VIVIENDAS (INEGI, 2006)	458
TABLA IV. 69 : FAMILIAS BENEFICIADAS POR EL SECTOR SALUD (INEGI, 2006)	459
TABLA IV. 70 : POBLACIÓN SEGÚN CONDICIÓN DE DERECHOHABIENTIA Y SERVICIOS DE SALUD,(INEGI, 2005).....	460
TABLA IV. 71 : CAUSAS DE MORBILIDAD Y MORTALIDAD.....	461
TABLA IV. 72 : CRITERIOS PARA ESTABLECER EL NIVEL DE FRAGILIDAD EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	468
TABLA IV. 73 : ESPECIES CAPTURADAS EN EL SISTEMA LAGUNAR HUAVE	473
TABLA IV. 74 : ESPECIES CAPTURADAS CON FINES COMERCIALES EN EL SISTEMA LAGUNAR HUAVE	476
TABLA IV. 75 :GANADO EN EL ESPINAL	505
TABLA IV. 76 : EMPLEO POR RAMA EN JUCHITÁN. (INEGI, 2000).....	508
TABLA IV. 77 : PORCENTAJE DE APORTACIÓN AL SECTOR PRODUCTIVO (INEGI, 2000).	510
TABLA IV. 78 : PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN AL SECTOR PRODUCTIVO EN SAN MATEO	511

IV. Descripción del sistema regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región.

El área de estudio se restringe a la Región Istmo de Tehuantepec,. El sistema regional se encuentra integrado políticamente en el distrito de Juchitán, el cual integra a los municipios de El Espinal y Juchitán (agencia municipal de Santa María del Mar) y una parte del Distrito de Tehuantepec que integra solo al municipio de San Mateo del Mar (Figura IV.1). Estos centros poblacionales son en su mayoría habitados por etnias zapotecas y huaves que llevan a cabo aprovechamientos de los recursos naturales sin planificación, sin tomar en cuenta la adopción de nuevas tecnologías que coadyuven a mejorar su calidad de vida.

La determinación del Sistema Ambiental Regional (SAR) está integrada por la existencia de un corredor biológico plasmado por las asociaciones vegetales (Rzedowsky, 1978) de Bosque Tropical Caducifolio, Bosque Espinoso, Manglar, Vegetación Halófito y Palmar. Las matices de vegetación mencionados anteriormente son sitios de paso de aves que migran de Norteamérica para dirigirse hasta Sudamérica (en algunos casos). Otro de los criterios que conforman el SAR son las áreas de influencia de corredores biológicos que amplían el polígono desde Ixtepec usando como vía de acceso la parte noreste de Salina Cruz (parte poniente) hasta Santa María del Mar. En la parte norte se extiende desde el municipio de Ixtepec hasta Unión Hidalgo. En la porción oriente se establece del municipio de Unión Hidalgo a Juchitán (agencia municipal de Santa María del Mar) en el extremo sur. Es importante señalar que los municipios involucrados directamente por el establecimiento de los polígonos del Parque Eólico son Juchitán (agencia Santa María del Mar), San Mateo del Mar y El Espinal, por ser los núcleos poblacionales que concentran la mayor actividad económica actividad socioeconómica en el SAR, por lo que las referencias estadísticas están centradas en los 3 municipios anteriormente mencionados.

La metodología que se utilizó para determinar el SAR consistió en la elaboración de diferentes polígonos de acuerdo a las criterios físicos, económicos, sociales y ambientales, cada uno de estos polígonos delimitan una parte del SAR y al final la interacción que guardan estos entre sí nos da un polígono final del área de este. Esta metodología se emplea con el propósito de dejar en claro cada uno de los aspectos que componen el SAR y sus interacciones.

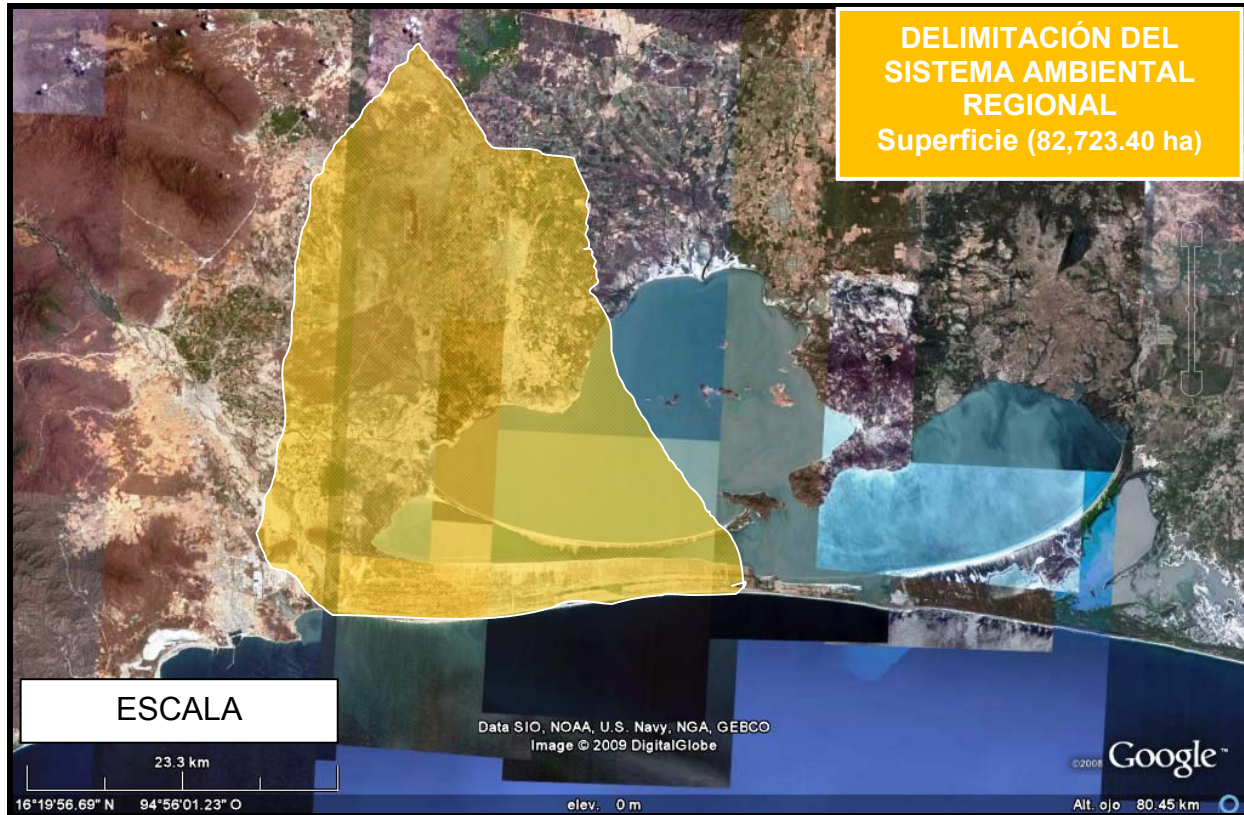


Figura IV. 1 :Delimitación del Sistema Ambiental Regional.

En la propuesta del Parque Eólico Istmeño se proyectan tres etapas: preparación, construcción y operación. Dentro de estas actividades están incluidas obras asociadas como talleres de mantenimiento, construcción de caminos, habilitación de caminos y almacenes, además de la subestaciones necesarias para la recolección de la energía y finalmente una línea de transmisión que conectará las subestaciones con el punto de interconexión asignado por CFE. Las obras están planeadas para ser iniciadas en Santa María del Mar, San Mateo del Mar y el Espinal.

El proyecto tiene contemplado la instauración de dos polígonos; Polígono 1 (Santa María del Mar y San Mateo del Mar) Polígono 2 (El Espinal)

Polígono 1 (San Mateo del Mar y Santa María del Mar)

El polígono uno se compone de un total de 141 máquinas o aerogeneradores. El proyecto se ha planteado con aerogeneradores marca FUHRLÄNDER, concretamente el modelo FUHRLÄNDER FL 2250-80, con 2270 kW de potencia instalada neta y 2500 MVA's, una

altura al buje de 80 m y un diámetro de rotor de 80 m. La torre de cimentación de cada aerogenerador será de 240 m². La superficie que ocuparán los aerogeneradores para el área total de maniobras será de 28.2 Ha.

La subestación llamada "Virgen del Carmen" tendrá un transformador de potencia de 260 MVA, relación 230/34 kV, de intemperie, aislado con aceite mineral, con regulación en carga en el lado de alta tensión y grupo de conexión YNd11. La superficie aproximada de la subestación es de 20000 metros cuadrados o 2 ha..

Polígono 2 (El Espinal)

El polígono dos se compone de un total de 33 máquinas. El proyecto se ha planteado con aerogeneradores marca FUHRLÄNDER, concretamente el modelo FUHRLÄNDER FL 2250-80, con 2.270 kW de potencia instalada neta y 2500 MVA's, una altura al buje de 80 m y un diámetro de rotor de 80 m. La superficie que ocuparán los aerogeneradores para su cimentación será de 240 m², mientras que el área total de maniobras será de 6.6 Ha.

La subestación llamada "Virgen de Guadalupe" que se compone de dos transformadores de potencia de 75 MVA, relación 230/34 kV de intemperie, aislado con aceite mineral, con regulación en carga en el lado de alta tensión y grupo de conexión YNd11. La superficie aproximada de la subestación es de 20000 metros cuadrados o 2 ha.

Los polígonos de interés forman parte geomorfológicamente a la subprovincia de Depresión Istmica de Tehuantepec (Ortiz, et.al. 2004). Este forma parte de una gran bloque morfoestructural de carácter deprimido que limita al este con la Sierra Madre de Oaxaca, al oeste con la Sierra Madre del Sur de Chiapas, al norte con la Planicie Costera del Golfo y al Sur con la Planicie Costera de Tehuantepec. Su superficie es de 2114. 12 Km².

Como ya se ha mencionado anteriormente el lugar objeto de los estudios pertenece al distrito de Juchitán (Agencia municipal Santa María del Mar y Municipio del Espinal) y Tehuantepec (municipio de San Mateo del Mar). Tal extensión forma parte de la región económica conocida como "Istmo de Tehuantepec". El arreglo vegetal regional presente está distribuido por 6 asociaciones vegetales: Bosque Espinoso, Bosque Tropical Caducifolio, Manglar, Vegetación acuática y Subacuática, Palmar y Vegetación Halófito (Rzedowsky, 1978). Respecto a los fenómenos de infiltración formadores de cuencas se puede decir que no se puede determinar

con claridad la disposición hidrológica. Las pendientes predominantes son las comprendidas entre 0° y 3° con un 67% y entre 3° y 6° con un 17.4 %, el resto de los intervalos, superiores a 6% de inclinación, está por debajo del 15.6, lo cual indica su carácter llano o ligeramente inclinado.

Las razones para la delimitación del territorio sometido al análisis comprenden: El hecho de ser comunidades indígenas (zapotecos y huaves) que manejan los recursos disponibles en base a los usos y costumbres en conjunto con algunas tecnologías disponibles. Este constante e intenso modo de manejo del paisaje y del hábitat (evidente a simple vista) ha provocado un empobrecimiento de la calidad de la diversidad de materias primas para el comercio en detrimento de la vegetación y de la fauna que ha resentido procesos extensivos de desmonte y siembra de pastos mejorados para ganadería, además del aprovechamiento de la pesca sobre todo en los lugares cerca de la costa.

La falta de empleo y alternativas para diversificar el suelo en pro de la recuperación de la biota ha llevado al abandono de la tierra y disminución de la calidad de vida de los pobladores del área, por lo que es necesario un arreglo e iniciativa de nuevas vocaciones de producción que aprovechen y optimicen el uso del suelo fomentando la recuperación del entorno ecológico con elementos propios del sistema. Contrario a la situación actual donde los sistemas productivos dependen del temporal, donde las condiciones para sostener cultivos son muy desfavorables (suelos salinos con problemas de drenaje, compactados por ganadería desordenada), especialmente en la franja costera, convirtiéndose en áreas poco productivas para las etnias residentes.

El entorno ecológico forma un sistema complejo que aparte de ser un medio de subsistencia para las comunidades poseedoras de estos recursos, estas también son un nicho para cientos de aves que migran utilizando esta parte de la República Mexicana como refugio temporal durante el otoño y el invierno, siendo un paso importante de migración de aves. La integración de estos factores nos debe llevar a empalmar modos de mejorar la calidad de vida, siempre y cuando se planteen escenarios de iniciativa productiva ad hoc a la diversificación productiva armónica con el medio ambiente, como los proponen los Mecanismos de Desarrollo Limpio (Neeff, T y Henders, 2007), poniendo énfasis en la generación y aprovechamiento adecuado de las energías renovables, como la eólica, en un marco de respeto con los procesos ambientales.

IV.1 Delimitación del área de estudio

El área de interés incluye a los municipios de las zonas de geoformas planas con escasos lomeríos de Juchitán (Santa María del Mar), San Mateo del Mar y El Espinal. Estos forman parte de los distritos de Tehuantepec y Juchitán, de la zona económica conocida como "Istmo", Los municipios y los aspectos que se incluyen dentro de la delimitación del Sistema Ambiental Regional forman un polígono de estudio 82,723 ha que se localiza desde Santa María, cruzando al sur de San Mateo del Mar y llegando al norte hasta el municipio del Espinal. A continuación se presenta la tabla de ubicación distrital y municipal de los núcleos poblacionales de importancia en el SAR.

Distritos	Municipios	Agencia municipal
Juchitán	Juchitán	Santa María del Mar
Juchitán	El Espinal	
Tehuantepec	San Mateo del Mar	

Tabla IV.1. Ubicación distrital y municipal de las áreas del SAR

Otro de los límites cruza al Oeste de la Laguna Superior e Inferior, llegando hasta El Espinal. La otra parte del Sistema Ambiental Regional cierra cruzando las Lagunas Superior e Inferior llegando al Este de Santa María del Mar. La localización que delimita el Sistema Ambiental Regional se muestra en la siguiente Tabla IV.1

POLÍGONO-SAR	
X	Y
277225	1834941
303793	1793990
273806	1790635
266143	1794292
265967	1810725
268240	1824933
277225	1834941

Tabla IV. 1: Coordenadas geográficas que delimitan el área del Sistema Ambiental Regional.

Es importante destacar que dentro de la delimitación del área de estudio se forman tres áreas de análisis para efectos de la evaluación de los impactos ambientales y sus interacciones con todo los aspectos que tendrá el proyecto, esta tres áreas son: el Sistema Ambiental Regional o Área Regional del Proyecto, el Sistema Ambiental Local o Áreas de influencia del proyecto y

finalmente el Área de proyecto. El Sistema Ambiental Regional conforma el área en su totalidad conteniendo los criterios que definen el SAR (ver criterios de definición del SAR abajo, pag. 216). El Sistema Ambiental Local involucra a las extensiones territoriales cercanas que interactuarán con el área operativa del Parque Eólico. El Área del proyecto hace referencia al sitio donde se encontrará la infraestructura de captación de energía eólica y las edificaciones asociadas. Las superficies de cada una de ellas se muestran en la Tabla IV.2.

Área	Superficie (Ha)
Sistema Ambiental Regional o Área del proyecto regional	82,723.40
Sistema Ambiental Local o Área de influencia del proyecto	19,783.25
Área del proyecto	5267.00

Tabla IV. 2: Superficies de las tres áreas manejadas para el proyecto.

El área que le corresponde al municipio de Juchitán dentro del Sistema Ambiental ocupa 9 Km² de topografía predominantemente plana que comparte una barra que limita con la Laguna inferior y el Océano Pacífico. La parte sur del área municipal continental limita con la Laguna Superior, al Noroeste con El Espinal y al Noreste con San Pedro Comitancillo y Unión Hidalgo.

En las zonas delimitadas por los sistemas mencionados coinciden los grupos étnicos huave y el zapoteco. La topografía plana se ha aprovechado para establecer ganadería extensiva y algunos cultivos de poca rentabilidad como el maíz, el sorgo y la pesca que se extiende en la zona huave (7 cooperativas pesqueras) donde las pesquerías más sobresalientes son el huachinango y el camarón. Dentro del Sistema Ambiental Regional se encuentran 6 tipos de vegetación según la clasificación de Rzedowsky (Bosque Tropical Caducifolio (BTC), Bosque Espinoso (BE), Vegetación Halófito (VH) y Vegetación Acuática y Subacuática (VAS), Palmar y Manglar).

San Mateo del Mar pertenece al distrito de Tehuantepec (polígono uno) colindando al Norte con la Laguna Inferior, al Sur con el Océano Pacífico, al Este con la agencia municipal de Santa María del Mar que pertenece al municipio de Juchitán (también distrito de Juchitán) y al Oeste con Salina Cruz. El área perteneciente al polígono uno mide 19 783 ha aproximadamente, que es la suma del territorio de San Mateo del Mar y Santa María del Mar que juntos forman el Sistema Ambiental Local. Particularmente el Municipio de San Mateo del Mar mide 7 716 ha.

Santa María del Mar es la agencia municipal correspondiente al municipio de Juchitán y que también conforma el polígono uno. Se encuentra al este del municipio de San Mateo, al sur de San Dionisio, colindando con la entrada que comunica al Océano Pacífico con la Laguna inferior y Superior (boca barra). Los tipos de vegetación presentes son BTC, Manglar, VAS y Palmar y tiene una superficie aproximada de 3 773 ha.

El Espinal se encuentra ubicado al Norte con San Pedro Comitancillo, al Sur con Juchitán. La extensión del municipio es de 8 293 ha. El grupo humano asentado es el zapoteco. Las actividades productivas más difundidas son la ganadería extensiva y la agricultura. Los tipos de vegetación presentes son El BE Y BTC. La localización que delimita el Sistema Ambiental Regional muestran en la siguiente Tabla IV.1.

COPIA PÚBLICA

Criterios para delimitar el sistema ambiental regional (SAR).

Para delimitar el SAR se tomó como referencia todas las interacciones bióticas, abióticas y sociales que se tendrán con el proyecto desde que inicia hasta su abandono, así como los criterios básicos que se muestra en la Tabla IV.3 que permiten delimitar el área por las características física o económicas del lugar y del proyecto.

No	Criterios para elegir SAR
1	Límites geomorfológicos
2	División política
3	Corredores biológicos
4	Hidrológicos
5	Vegetación
6	Fauna

Tabla IV. 3 Criterios a tomar en cuenta para la delimitación del SAR

Límites geomorfoedafológicos

La topografía plana, propia del Istmo de Tehuantepec es demasiado extensa para tomarla como un polígono para delimitar nuestra área, ver Figura IV.2. La carencia de cuencas hidrográficas bien delimitadas en subcuencas no permite usar este criterio para la determinación del Sistema Ambiental Regional. Desde el punto de vista edafológico no existe ninguno de los tipos de suelo existentes que permitan definir un área que ayude a analizar las propiedades de Sistema Ambiental Regional en su conjunto dado que la variedad de tipos de suelos hacen que el área no se acote de manera práctica. La Figura IV.2 muestra que la superficie topográfica uniforme del istmo es demasiado extensa como para ser el criterio fundamental de delimitación del Sistema Ambiental Regional. Es por eso que el criterio topográfico no se considerará práctico para delimitación de Sistema Ambiental Regional al no definir una cantidad de aspectos bióticos y abióticos que se involucren directamente con el proyecto.

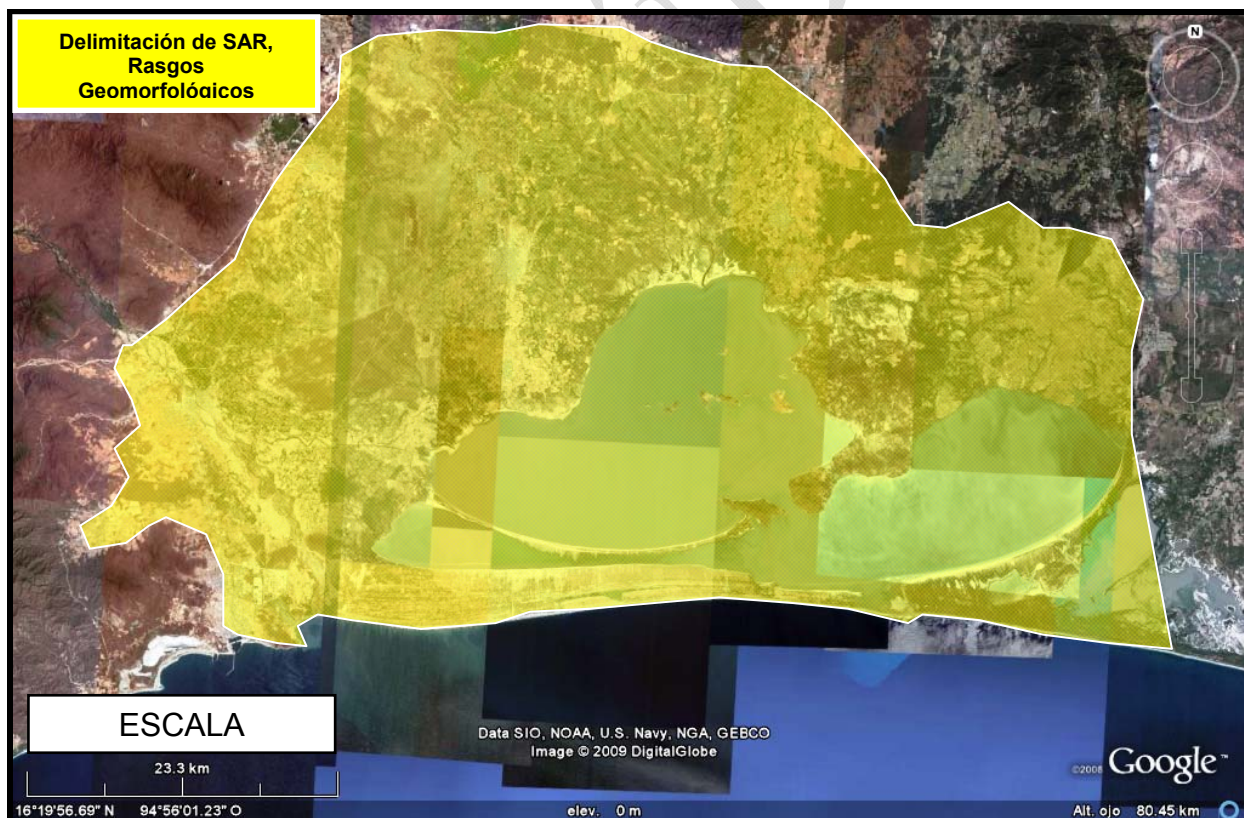


Figura IV. 2 : Representación gráfica (área en amarillo) del Criterio Geomorfoedafológico en la elección del SAR, siendo demasiado extensa el territorio de planicie para ser usado.

División política

Las áreas de influencia humana que fungen como fronteras para el área de estudio son desde Ixtepec usando como vía de acceso la parte Noreste de Salina Cruz (parte Poniente) hasta Santa María del Mar en la porción Norte que se extiende desde el municipio de Ixtepec hasta Unión Hidalgo. En la porción Oriente se establece del municipio de Unión Hidalgo a Santa María del Mar (extremo sur). A partir de lo anterior los municipios a ser beneficiados por el establecimiento de los polígonos del Parque Eólico son Juchitán, San Mateo del Mar, Santo Domingo y Asunción Ixtaltepec y El Espinal. Los municipios antes mencionados son de importancia para el SAR en la generación de condiciones de uso de suelo (roza, tuba y quema) para producción de materias primas e insumos alimentarios.

Es importante mencionar que en la región de interés se explota fuentes de proteína provenientes de la fauna residente (liebres, iguanas, carne y huevos de tortuga, camarón, pescado), sin regulaciones para su aprovechamiento (salvo algunas vedas de productos marinos). La falta de satisfactores para el mantenimiento de la calidad de vida de las etnias y la cultura local ha provocado la venta de fauna silvestre bajo la protección de la legislación mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001). A continuación se presentan los municipios que se verán involucrados directa o indirectamente con el proyecto de energía eólica. La Figura IV.3 muestra la ubicación de los municipios que tendrán interacción con la construcción del proyecto.

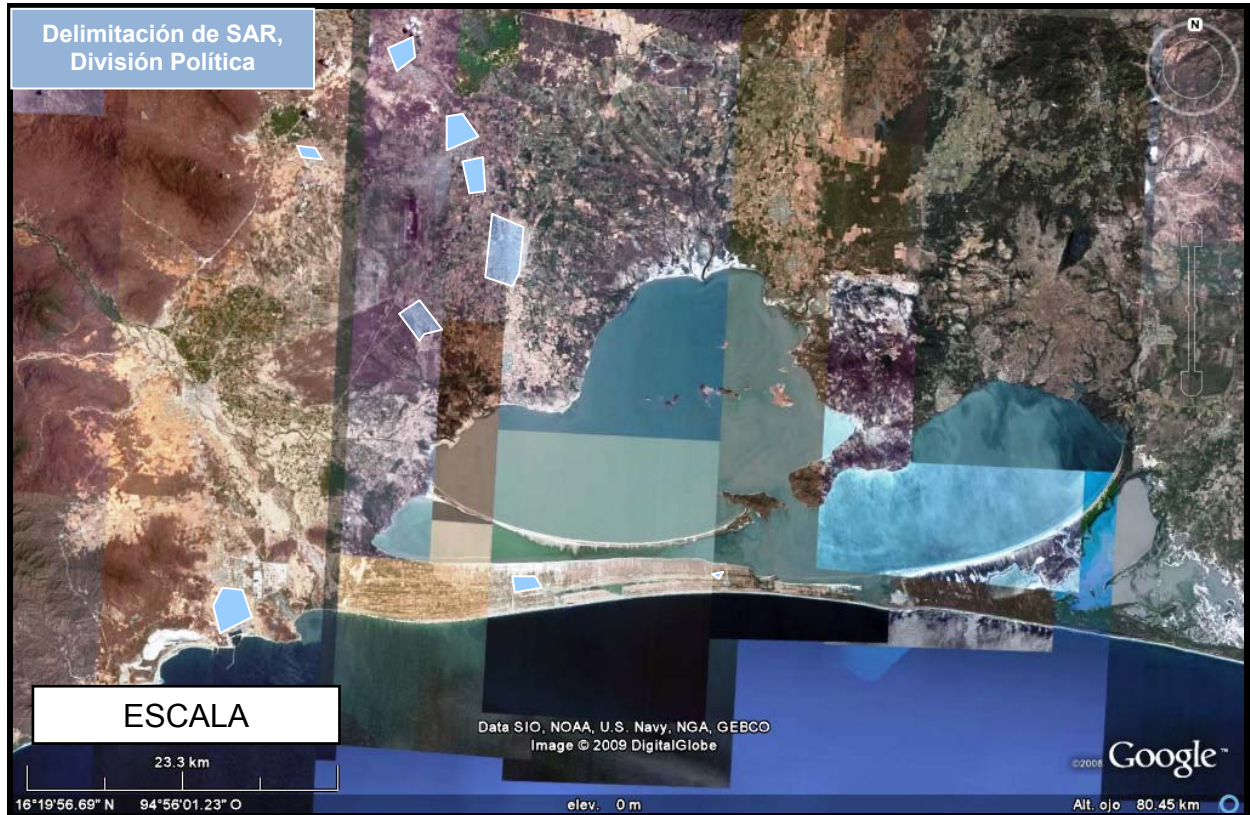


Figura IV. 3 : Cabeceras municipales involucradas en la provisión de capital material y humano en el SAR.

COPIA

Corredores biológicos

Se ha considerado que las regiones con mayor número de especies son las tierras bajas tropicales como las Selvas Altas Perennifolias del Atlántico y los Bosques Tropicales Caducifolios del Pacífico y el Istmo de Tehuantepec. Existen algunos puntos en nuestro sitio de interés con vegetación que visualmente se ve conservada por mantener un estrato arbóreo establecido de hasta unos 10 m de alto la cual sirve de medio de migración para la fauna terrestre el perchado y paso de la avifauna.

Muestreos anteriores en el área donde se propone el polígono del SAR manifiestan la importancia del lugar por ser zonas de migración hacia el Sureste de Salina Cruz (Navarro et.al. 2004 y González et.al, 2004) Estas extensiones de vegetación son el medio de sostenimiento (alimentación, refugio, anidación y zonas de descanso) para estas poblaciones. Cabe mencionar que hay un alto grado de fragmentación en el polígono del SAR que interrumpe el paso a la fauna y flora en zonas desmontadas para la agricultura y la ganadería, de modo que funcionan como islas donde la fauna puede descansar para migrar al siguiente punto de vegetación (como es el caso con las aves).

Estas zonas intermedias entre las islas de cobertura vegetal son ahora parcelas para agricultura y han aislado paulatinamente a la fauna que es objeto de cacería para la obtención de fuentes de proteína para los pobladores de las zonas contiguas de refugio, anidación, perchado y alimentación para fauna. El crecimiento poblacional desmedido provocará el empobrecimiento de la heterogeneidad de las especies de vertebrados, tanto a nivel poblacional como genético llevando a la extinción local. A continuación se presenta en la Figura IV.5 las zonas que representan islas de vegetación, las cuales se encuentran como sitios potenciales de corredores biológicos dentro de Sistema Ambiental Regional.

Zonas de corredores biológicos dentro de SAR

Este de Juchitán

Este lugar es el límite con la Laguna Superior. La vegetación predominante es el Bosque Espinoso. Este manchón de vegetación al sureste de Santa María Xadani le permite migrar a la fauna y en especial a las aves por toda la costa rodeando la Laguna Superior.

Noreste de Ixtepec

Esta masa vegetal pertenece al tipo de Bosque Espinoso y Bosque Tropical Caducifolio. Esta sección forma parte de la última parte de las geoformas montañosas que dan lugar al comienzo de la planicie del Istmo de Tehuantepec. Aquí es el término de un área montañosa que forma un territorio continuo de cobertura arbórea que llega hasta la Planicie Costera del Golfo

Noreste de San Pedro Huilotepec

Esta masa vegetal le permite a la fauna migrar desde un sitio a 15 kilómetros al Suroeste de Juchitán hasta 10 kilómetros al Noreste de San Pedro Huilotepec lo que le permite a las aves migrar hasta la masa de tierra que lleva a la barra de Santa María del Mar. La vegetación aquí es de Bosque Espinoso.

Debe hacerse notar que a pesar del buen estado de conservación que posee el lugar, se hace corta de recursos maderables, ver Figura IV.5 con facilidad por encontrarse esta extensión junto a la carretera que lleva de Juchitán a Salina Cruz lo que provoca que sean constantes los disturbios como incendios e introducción de ganado o estableciendo viviendas precarias acentuando el efecto de borde y dañando el corredor biológico.



Figura IV. 4 : Disturbios de origen antrópico al borde de uno de los manchones de vegetación mejor conservados que sirven de corredor de fauna.

San Pedro Yutniotic

Esta población se encuentra junto a un área forestal de afinidad del Bosque Tropical Caducifolio en su lado Noroeste. Este sitio juega el papel de un área de llegada de avifauna y de refugio de mastofauna y reptiles hacia la barra de San Santa María del Mar.

Área contigua a la refinería de PEMEX

Este sitio se encuentra a un lado de las instalaciones de PEMEX en Salina Cruz. El Bosque Tropical Caducifolio que se erige en este manchón es delimitado al Oeste por el Río Tehuantepec que se encuentra cercana al área cerril al Este de San Pedro Yutniotic, dando cabida a zonas de anidación y descanso de fauna. La vegetación que da protección a la fauna es el Bosque Tropical Caducifolio.

Barra de San Mateo del Mar y Santa María del Mar

Este es sin duda uno de los corredores biológicos más importantes que se encuentran dentro del Sistema Ambiental Regional por la relevancia que guarda para la migración de aves.

Las coordenadas que delimitan a los corredores biológicos dentro de SAR se presenta en la, Tabla IV.4 y Figura IV.5 de los sitios anteriormente mencionados que representan zonas de descanso, anidación y refugio para la fauna en su camino a la barra de Santa María del Mar.

Corredores Biológicos, ubicación (UTM)		
Corredor	X	Y
Noreste Ixtepec	284147	1840766
	281274	1837201
	274155	1836979
Este Juchitán	X	Y
	275730	1814209
	284040	1808976
	269867	1806037
Noreste San Pedro Huilotepec	X	Y
	271108	1801498
	272617	1802060
	273654	1800779
San Pedro Yutnitioc	X	Y
	271811	1799555
	271507	1795470
	271066	1795491
Contiguo a la refinería de PEMEX	269766	1797426
	272220	1796260
	X	Y
	269046	1796086
Coordenadas San Mateo del Mar- Santa María del mar	269307	1795375
	267527	1794989
	267234	1795170
	X	Y
	275652	1795667
	274679	1790556
286444	1791172	
2877507	1795488	
302959	1795836	
304206	1793458	

Tabla IV. 4 : Localización de los sitios de los corredores biológicos.

Cabe mencionar que también hay otras zonas que muestran potencial para considerarse aptas para la fauna, pero su cercanía con centros urbanos como es el caso de Juchitán donde existe un manchón de vegetación afín al Bosque espinoso donde se tiene un acceso principal

para llegar al sitio, pudiéndose evidenciar una fuerte actividad ganadera, así como la falta de ventajas orográficas que dificulten el acceso (como ser zonas de cerro o falta de caminos rurales) para la intrusión de habitantes para realizar actividades de roza, tumba, quema, cacería ilegal y obtención de leña para cocinar. A continuación se muestra las coordenadas del área donde se tiene este manchón de vegetación vulnerable a una rápida degradación como consecuencia de actividades antropogénicas, ver Tabla IV.5.

Coordenadas de Vegetación al sureste de Juchitán		
	X	Y
Vegetación al Sureste de Juchitán	285084	1808378
	284856	1806988
	288754	1806947

Tabla IV. 5 : Vegetación dentro de municipio de Juchitán de Zaragoza.

La Figura IV.5 muestra los corredores biológicos mencionados del Sistema Ambiental Regional, estos corredores se toman en cuenta por la diferentes interacciones que tendrá el proyecto con el movimiento de personal para las labores de preparación y construcción del sitio.

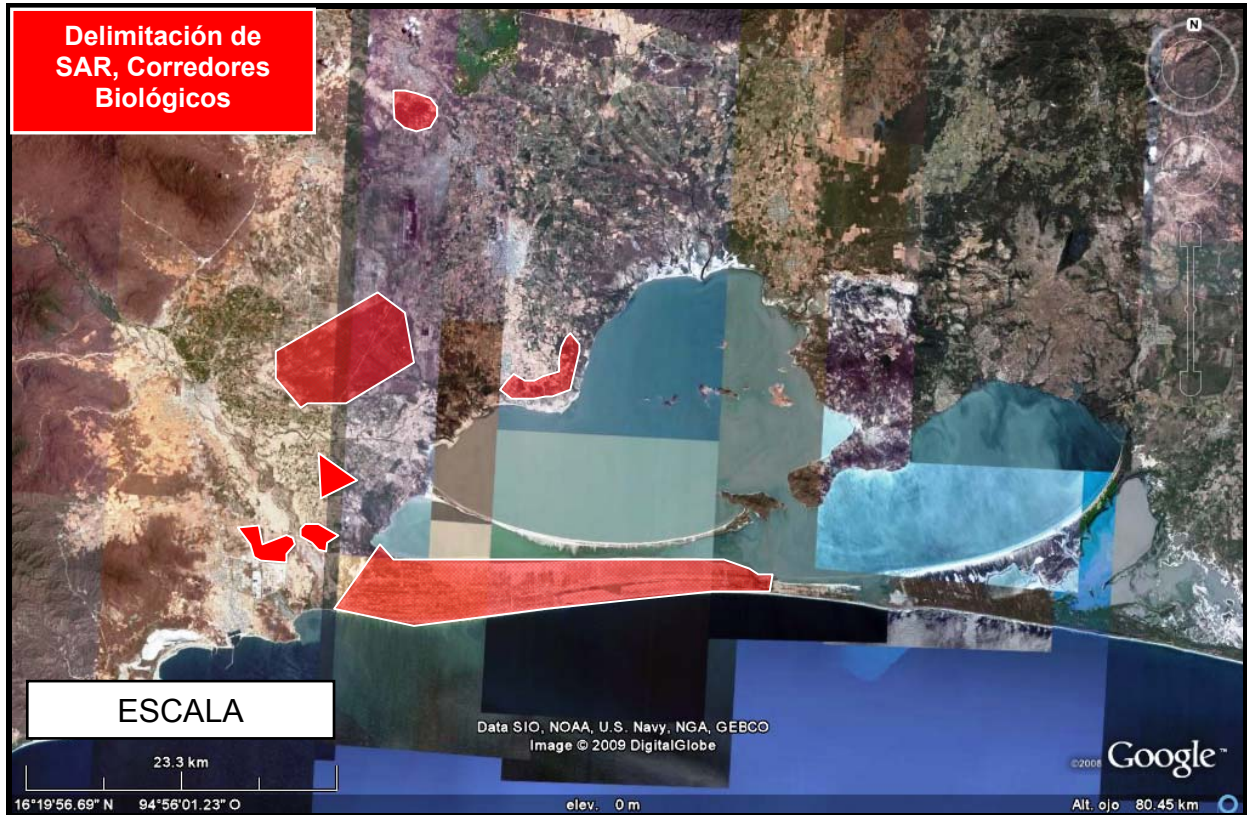


Figura IV. 5 : Corredores biológicos donde existe tránsito de fauna y flora.

Criterios hidrológicos

Los cuerpos de agua involucrados son La Laguna Superior, Laguna Inferior y el Mar Tileme en su parte Oriente así como todos los ríos que alimenta a estos cuerpos de agua, siendo los límites Noreste a Sureste.. Las 3 estructuras hídricas constituyen una barrera que limita el paso de las aves sobre las lagunas, principalmente por las condiciones poco favorables que se producen para formar corrientes de aire termales de aire caliente que faciliten el planeo. Por lo que las aves deben optar por utilizar la zona continental, al Norte de la Laguna Superior para llegar a la Barra de Santa María del Mar y San Mateo de Mar. La zona Lagunar se encuentra poblado por unas 72 especies de peces y 14 de crustáceos que representan fuentes de alimentación para las etnias residentes y sustento ecológico de las redes tróficas de las lagunas.

Este sistema acuático es marco de competencia entre las comunidades de San Mateo del Mar y Santa María del Mar en el Sistema Lagunar Huave (SLH), que tratan de sobrevivir a la precaria situación económica que por falta de empleo, enfoca gran parte de su tiempo a las actividades de búsqueda de fuentes de proteína por medio de la pesca de individuos como el huachinango, curvina, róbalo y camarón. La Figura IV.6 muestra el área hidrológica respecto al Sistema Ambiental Regional y se hace notar que el área en materia de cuencas es demasiado extensa para delimitar por sí sola al Sistema Ambiental Regional, además de no incluir de manera directa al municipio del El Espinal que también entra dentro del proyecto. Sin embargo se tomará en cuenta la parte de la Laguna Superior e Inferior que son las áreas más cercanas al proyecto y donde su importancia radica en las interacciones con aves, el movimiento de mano y las comunidades de pescadores que estarán involucrados con el proyecto.

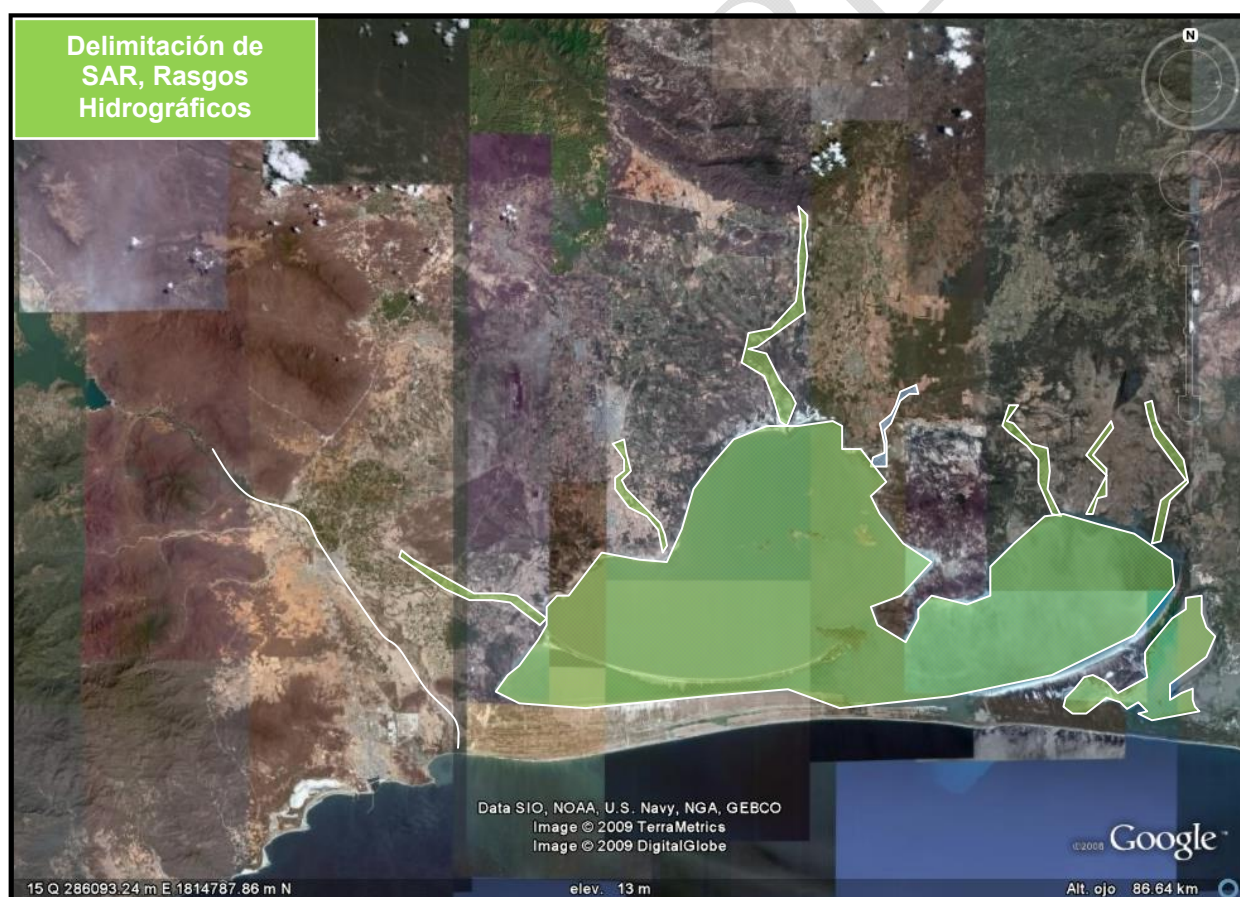


Figura IV. 6 : Aplicación del criterio hidrológico para la elección del SAR, demostrando ser demasiado extenso para utilizar toda esa área por completo

Fauna

La fauna se conforma de diversos organismos formando poblaciones que se entremezclan según el nicho y las condiciones de habitat que sean capaces de tolerar durante la escala de tiempo que transcurra mientras puedan continuar teniendo la capacidad de producir progenies que tengan la viabilidad genética y mecanismos precigóticos adecuados para sobrevivir. Los organismos que interactúan en nuestra área de estudio son mastofauna, avifauna, herpetofauna, anfibios, ictiofauna que se integran a nuestra zona utilizando los corredores biológicos. Un punto de importancia de seres vivos radica en el modo en que entramos en contacto con ellos al ser objeto de nuestra alimentación y regulación de sobrepoblación de otros organismos dentro de los ecosistemas, volviéndose controladores de desequilibrios que puedan afectar las comunidades faunísticas y humanas. A continuación se presenta las áreas de donde se puede aglomerar la fauna en función de la cobertura forestal y dentro del Sistema Ambiental Regional, Figura IV.7.

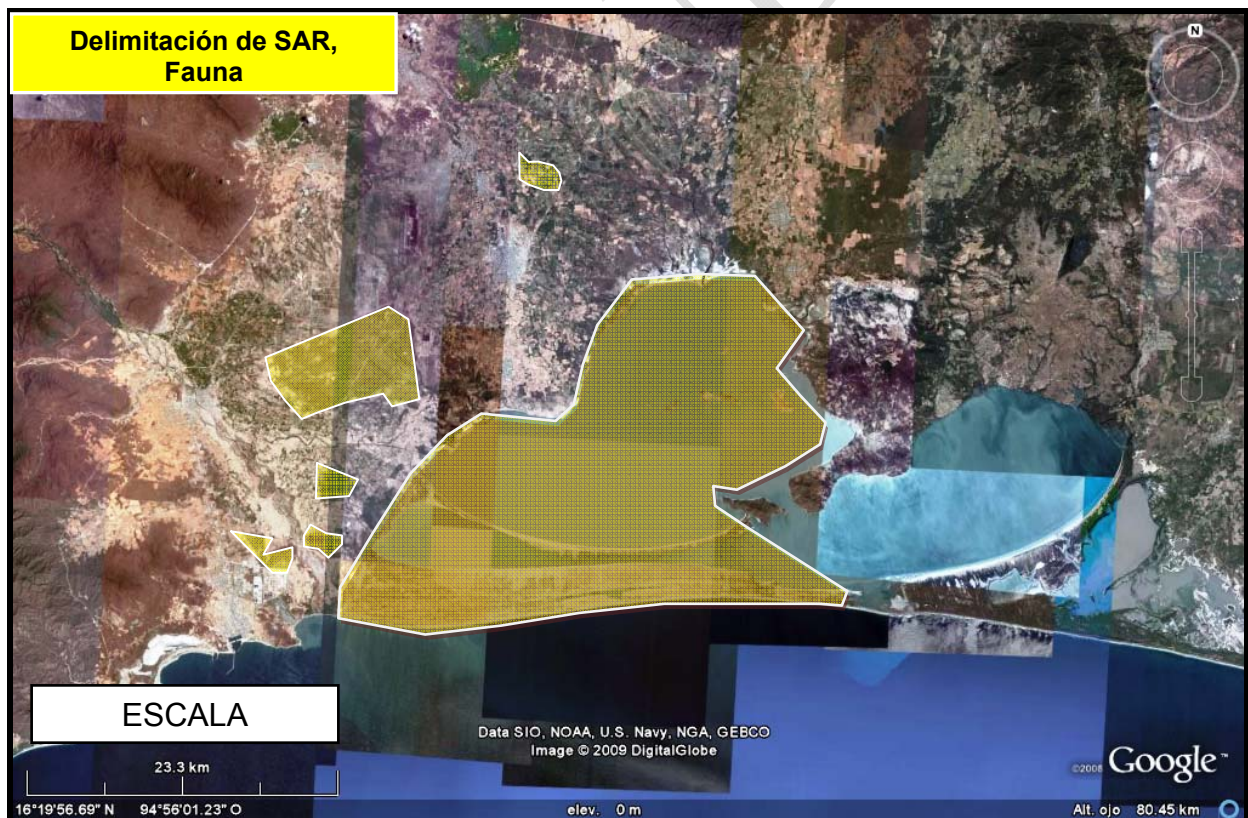


Figura IV. 7: Criterio de fauna dentro del SAR en función de zonas cobertura forestal y cuerpos lacustres.

Vegetación

La vegetación es una condición de la naturaleza resultado de la combinación de factores ambientales, que se repiten a través del tiempo. Estas condiciones son aprovechadas por las entidades vegetales que logran perpetuarse aclimatándose y desarrollando estrategias ecológicas, fisiológicas y reproductivas para dominar a través de estadíos sucesionales. La vegetación se ha tomado como un criterio para ser integrado al SAR por encontrarse en contacto formando parte de las actividades de aprovechamiento y amortiguamiento de efectos climáticos. La vegetación que se encuentra dentro de estas áreas cumple con los criterios estructurales de la literatura pertinente (Rzedowskii, 1978) que encuadran a las asociaciones de plantas como BTC, BE, VH, VAS, Palmar y Manglar en el tema (ver sección de medio biótico). La Figura IV.8 muestra los lugares de mayor interés en el aspecto de Vegetación.

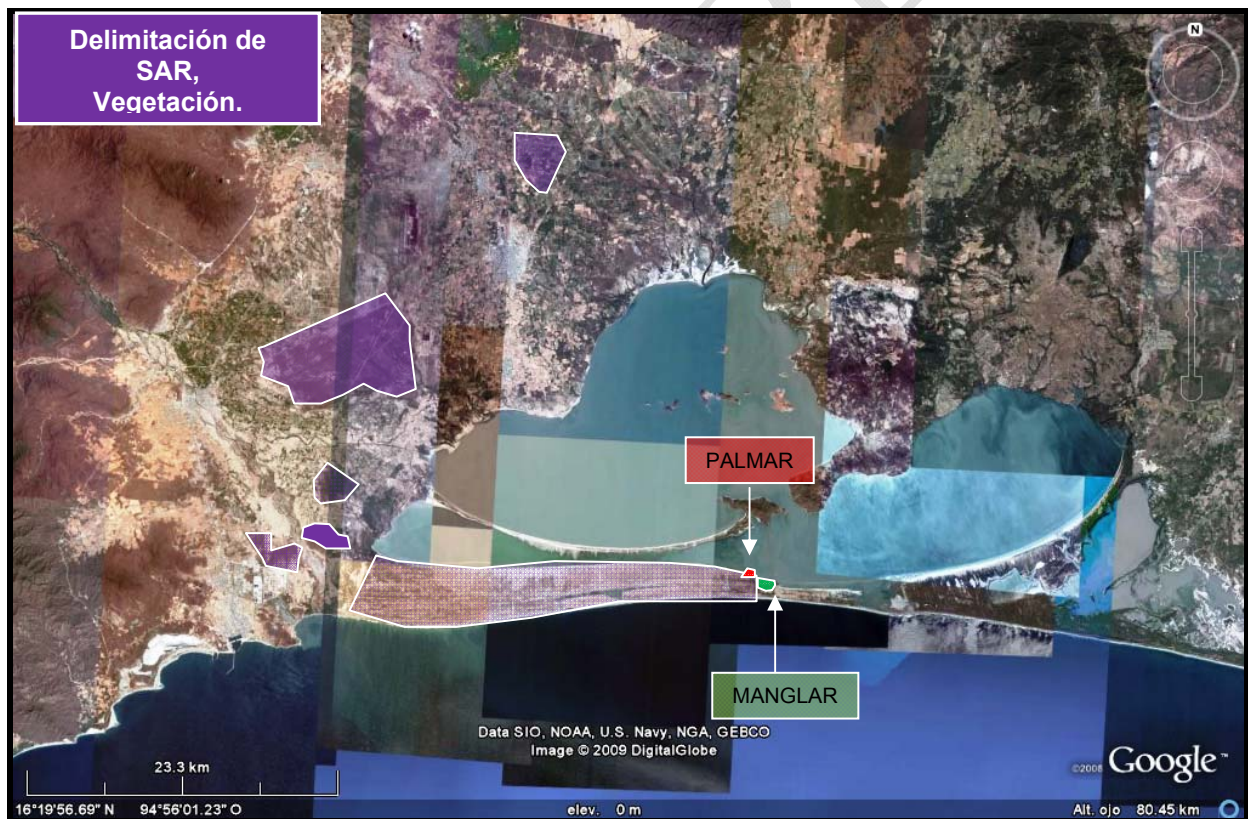


Figura IV. 8 : Zonas de vegetación basadas en muestreos de campo y sensores remotos.

Sistema ambiental regional elegido

El SAR elegido bajo el cual se rigen todas las actividades del Parque Eólico y donde interactúan todos los factores y criterios antes mencionados, estará constituido de la siguiente forma: en función del criterio geomorfoedafológico está constituido por un 45% del área, debido a que la porción restante queda alejada de la influencia ambiental y socioeconómica que pueda ejercer el Parque. En lo que respecta a la división política se incluyen 8 cabeceras municipales, de las cuáles 3 (Juchitán, El Espinal y San Mateo del Mar) son las que ejercen mayor actividad socioeconómica por lo que en lo sucesivo solo se hablará de ellas por ser las proveedoras de capital humano e insumos para las operaciones del Proyecto Eoloelectrico. Las zonas de vegetación que conforman zonas de paso y refugio para los componentes faunísticos quedaron incluidas estos sitios, quedando en los límites Sur-Suroeste y Norte. La cuestión hidrológica integra una pequeña porción del Río Tehuantepec y Río Perros. Así como de un 40% de la Laguna Superior y un 85% del Mar Tileme. El incluir en el SAR las Lagunas Superior e Inferior en su totalidad implicaría anexar entornos ecológicos y flujos socioeconómicos fuera de la influencia del sistema productivo-ambiental de interés. Pero en secciones posteriores del documento se decidió incluir la información del SLH con mayor amplitud para conocer todo el entorno y diferenciar los alcances con respecto al SAR. En la cuestión faunística se integran las zonas de actividad en función de la extensión física del territorio, quedando integrados en el bloque faunístico zonas de vegetación conservadas de modo visual (ver tema de áreas más conservadas del SAR y corredores biológicos). La variable vegetación queda inmersa en el SAR con 6 tipos (BE, BTC, VH, VAS, Palmar y Manglar) distribuidos como secciones aisladas. Siendo la parte de VH la que forma la extensión más continua, seguido de la porción de BTC, quedando VAS, Palmar y Manglar como las más reducidas. Vale la pena mencionar que el proyecto no pretende incursionar en el Manglar, respetando todas las integralidades y beneficios que trae al elemento biótico y humano. En la Figura. IV.9 se presenta el SAR establecido habiendo utilizado diversas porciones territoriales definidas por criterios anteriormente mencionados, quedando un área total de 82,723.40 ha.

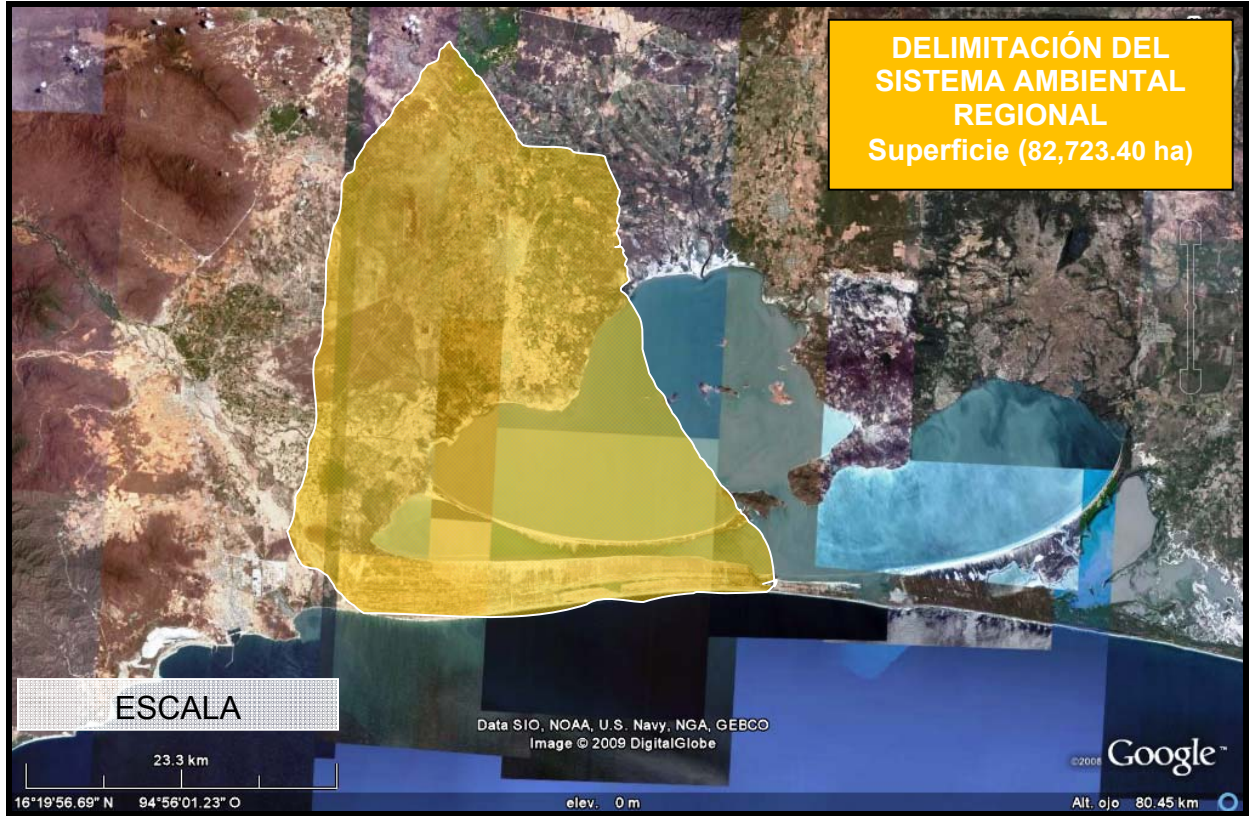


Figura IV. 9 : SAR elegido que conjunta fracciones de territoriales según los criterios definidos con antelación.

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

IV.2.1. Medio físico

Clima

Tipo de clima

El SAR se localiza sobre un clima Cálido Subhúmedo con lluvias en verano, con dos máximos de lluvia, con una oscilación térmica menor a 5°C y con una marcha tipo Ganges Aw0(w"). De forma general, los climas cálidos se producen a lo largo de la costa del Océano Pacífico, en los terrenos colindantes con los estados de Chiapas y Veracruz, y en algunos valles y cañones del Oeste-Noroeste, desde el nivel del mar a cerca de los 1000 m de altitud. Abarcan 46.75% del territorio de Oaxaca, los caracterizan temperaturas medias anuales de 22.0° a 30.0°C y temperaturas medias mensuales en los meses más fríos por arriba de los 18.0°C; la precipitación anual varía desde 700 hasta 5,000 mm. Ahora bien, el clima Cálido Subhúmedo de menor humedad ocurre en 12.54% del territorio estatal, ocupa la franja costera más próxima al Océano Pacífico, de Santiago Tepextla en el oeste a las inmediaciones de la Laguna Inferior en el este, se introduce por el último punto hasta el origen del río Tehuantepec; además comprende parte de los terrenos del valle del río Mixteco y de los cañones cercanos a Calihualá, San Pedro Juchatengo y Zapotitlán del Río. La primera zona tiene una altitud del nivel del mar a 400 m, y las otras, alrededor de los 1 000 m. La temperatura media anual que lo caracteriza va de 22.0° a poco más de 28.0°C, el mes más frío tiene una temperatura media mayor de 18.0°C y la precipitación total anual varía entre 700 y 1 200 mm.

Información Climática y de Vientos

La información climática y de vientos se presenta en los siguientes apartados de abajo para el SAR de las estaciones en Salina Cruz y Juchitán, se desprenden los siguientes estimados:

Estación Salina Cruz

La temperatura media anual de la zona de estudio y áreas aledañas es de 27.4°C, con una oscilación térmica de 3.9°C. La temporada de calor, se presenta en dos picos (uno mayor que otro), de finales de Primavera y a lo largo del Verano, ya que los meses de Mayo (el más caluroso), Julio y Agosto tienen registros de temperaturas medias mensuales de 29.4°C, 28.5°C y 28.6°C, respectivamente. Es importante el mencionar que la época de calor es

irregular ya que en Junio (28.2°C) la temperatura baja como resultado de la alta precipitación (mes más lluvioso) presentada. Por su parte la época fría del año es en Invierno, donde la temperatura no rebasa los 26°C; teniéndose que Diciembre, Enero (el más frío) y Febrero, tienen registros medios mensuales de 25.8°C, 25.5°C y 28.8°C, respectivamente. A manera de conclusión se observa en la zona de estudio y áreas aledañas un comportamiento uniforme de la temperatura, sin variaciones abruptas que impacten directa o indirectamente sobre el sistema físico-natural) (INEGI. Síntesis Geográfica del Estado de Oaxaca).

Estación Juchitán

La temperatura media anual para esta estación meteorológica es de 27.4°C. La oscilación térmica a lo largo del año, se encuentra en el orden de los 4.4°C. La época de calor se extiende a mediados y finales de la primavera, así como a lo largo del verano. La temperatura muestra dos picos, separados por un período corto de temperatura menor, que corresponde con el inicio de la temporada de lluvias, lo cual amortigua el calor en la zona. Los meses de Abril, Mayo (más caluroso), Junio, Julio y Agosto (segundo pico), presentan temperaturas medias mensuales de 28.9°C, 29.5°C, 28.4°C, 28.3°C y 28.7°C, respectivamente. Como se mencionó anteriormente Junio y Julio, son los meses que separan a los dos picos de temperatura. Por su parte, la época de menor temperatura en la zona es típica de invierno, pues aunque no se presenta un clima templado, sí hay una disminución de calor aproximadamente de 4.4°C, con respecto al mes de Mayo. En Diciembre, Enero (el más fresco) y Febrero, el registro medio indica temperaturas de 25.6°C, 25.1°C y 25.8°C, respectivamente. Al igual que en Salina Cruz, la temperatura no muestra cambios abruptos (INEGI, 1999).

Precipitación

Datos de Precipitación

La carencia de datos de precipitación locales y precisos de nuestros sitios de estudio, nos lleva a buscar la información promedio de las estaciones de Salina Cruz y Juchitán.

Estación Salina Cruz

La precipitación media anual en el SAR y áreas aledañas es de 1057,8 mm, con una oscilación anual en el orden de los 279,6 mm, lo cual hace una diferencia considerable de la época húmeda a la seca. La temporada de lluvias es marcadamente de verano y principios de otoño, y al igual que la de temperatura, muestra dos picos, separados por un corto periodo de menor

humedad. Los meses de Junio (de mayor humedad), Julio, Agosto y Septiembre (segundo pico), tienen precipitaciones medias mensuales de 281 mm, 164.1 mm, 190.1 mm y 255.2 mm, respectivamente.

Es importante el mencionar que hacia esta zona se observa un claro ejemplo de la relación temperatura/humedad, pues en los meses de Julio y Agosto donde la precipitación baja la temperatura aumenta pues además de que disminuye el efecto de amortiguador climático que provee el agua, existe una mayor evapotranspiración en la zona. En la precipitación (a diferencia de la temperatura) es importante el mencionar que se comporta de una forma irregular muy pronunciada, ya que en la época seca (Invierno y principios de Primavera), las precipitaciones no rebasan los 4 mm. En los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo (el más seco) los registros de precipitación media mensual son de 4mm, 4mm, 3mm y 1.4 mm, respectivamente.

Estación Juchitán

La precipitación media anual reportada en un período de 35 años por esta estación, es de 935,1 mm, con una oscilación anual de 212,9 mm. La temporada de lluvia abarca totalmente al Verano, y se extiende a principios de Otoño; mostrando dos picos máximos de precipitación, separados por un pequeño período de humedad menor (Julio y Agosto). En los meses de Junio (primer pico), Julio, Agosto y Septiembre (segundo pico y mes más húmedo), el registro medio mensual indica una precipitación de 216,8 mm, 136,3 mm, 149 mm y 241,4 mm, respectivamente. Por su parte, la época seca del año se presenta a lo largo del Invierno y a principios y mediados de Primavera, donde los meses de Diciembre, Enero, Febrero, Marzo y Abril (el más seco) se reportan con datos medios mensuales de 7.1 mm, 3.9 mm, 3.9 mm, 5.6 mm y 2.8 mm, respectivamente. Al igual que la estación Salina Cruz, el comportamiento de la precipitación es irregular, habiendo las mayores variaciones tanto al inicio como a finales de la temporada de lluvia (INEGI, 1999).

Granizadas

La estación ubicada en Juchitán tiene datos (Sistema Meteorológico Nacional) de 1971 al 2000, y no se tienen registradas granizadas para esta área.

Niebla

Según los datos de la estación de Juchitán no se tienen registrados fenómenos de niebla, por lo que no hay dificultades en cuanto la visibilidad del área.

Vientos

El SAR, pertenece al Istmo de Tehuantepec, y dentro del sistema marino, se considera como parte del Golfo de Tehuantepec. En esta zona los vientos dominantes provienen del sector Norte, sin embargo, las velocidades máximas generalmente ocurren del Noreste por tratarse de ciclones (depresiones, tormentas y huracanes tropicales en Verano y Otoño), y del Suroeste (Enero-Marzo), que provienen del Golfo de México en las áreas próximas al estado de Chiapas, que durante la temporada cálida del año (Verano y Otoño) debido a un efecto monzónico el aire húmedo de las porciones oceánicas penetra al Altiplano de Chiapas, el ascenso orográfico del aire permite que se condense y se produzca una abundante precipitación; especialmente en las laderas occidentales de la Sierra Madre de Chiapas. En esta época puede ocurrir un total de 10 a 13 ciclones tropicales (normalmente 2/ mes). Durante el paso de ciclones tropicales se generan pulsos de viento que se propagan a lo largo de la costa del Sureste al Noroeste. Durante la época invernal (Noviembre a Mayo) soplan los vientos Tehuanos de gran potencial energético generados durante la propagación de los vientos del 'Norte' a través del Paso de Chivela en el Istmo de Tehuantepec, desde el Golfo de México. Estos vientos alcanzan velocidades de 20 a 40 nudos, forzando las aguas superficiales del centro del Golfo de Tehuantepec hacia el Sur, desplazan aguas subsuperficiales a la capa superficial y afectan el patrón de circulación costera a lo largo de las márgenes Occidental y Oriental (SEMAR, Atlas de Dinámica Costera de la República Mexicana).

Estación Santa María del Mar

En la estación de Santa María del Mar cuenta con datos de 1971 al 2000 (Sistema Meteorológico Nacional), registrando una temperatura máxima anual de 31.3 °C, siendo mayo el mes más caluroso con una temperatura promedio de 34.4 ° C. La temperatura mínima anual promedio llega a los 23.1°C. El mes más frío del año es enero (20.2°C). Esta estación registra una precipitación anual promedio de 1288.2 mm. Los días con lluvia llegan a los 56.3, siendo junio el mes con más días de lluvia (12.8). La estación registró lluvia y granizo, por lo que se puede interpretar que la zona de influencia marítima tropical no favorece el

enfriamiento que lleve el agua a temperaturas de congelación (en el caso del granizo). En el caso de la niebla es probable que la entrada de vientos del Golfo y Del Océano Pacífico no permitan momentos estacionarios en la acumulación de vapor de agua.

Frecuencia de Vientos

Para conocer la frecuencia de vientos a lo largo del año se mencionará la información reportada por las estaciones meteorológicas de Juchitán (20-047), Unión Hidalgo (20-133) y la localizada en el Cerro El Potero (20-177), Estaciones que permiten conocer el comportamiento de los vientos en el Istmo, y por ende, el de la zona de estudio.

Período de vientos de Noviembre-Abril

En este periodo de tiempo la dirección del viento regional dominante es del Norte.

Estación Meteorológica Juchitán: en el periodo de Noviembre a Abril, la presente estación, menciona la presencia de 4 tipos de viento, cuya frecuencia es la siguiente: a) los vientos del Noroeste, se presentan en una frecuencia del 50%, seguido por los del Norte con un 20%, los del Noreste también con 20% y por último aquellos provenientes del Sur, con tan sólo un 10% de frecuencia.

Estación Unión Hidalgo: En este período de tiempo se observan solamente dos tipos de viento, los del Norte, con una frecuencia del 75% y los del Sur con un 10%.

Estación Cerro El Potrero: Presenta 4 tipos del viento: los del Norte con una frecuencia de 30% y del Noreste, Este y Sur con frecuencias de 5%, respectivamente. En la Tabla IV.6 se muestran una relación de las condiciones óptimas para la instalación de un parque eólico. En la Figura IV.10 se muestra un mapa del recurso eólico del Istmo de Tehuantepec.

Potencial de Viento			
No	Potencial de recursos a escala comercial	Densidad de potencia del viento W/m ² @ 50m agl	Velocidad del viento (a) m/s 50 m agl
1	Pobre	0-200	0.0-5.3
2	Escaso	200-300	5.3-6.1
3	Moderado	300-400	6.1-6.7
4	Bueno	400-500	6.7-7.3
5	Excelente	500-600	7.3-7.7
6	Excelente	600-800	7.7-8.5
7	Excelente	>800	>8.5

Tabla IV. 6 : Clasificación de la potencia del viento (CONAE, 2004).

Estaciones anemométricas de PRENEAL

Se cuenta con información de torres anemométricas (Espinal, Juchitán, Unión Hidalgo, Ranchito, Tileme, Santa María del Mar, San Blas) durante varios años (2004-2005), lo que nos proporciona estimados más precisos sobre el potencial eólico presente en el área.

En la zona de estudio se dispone de 3 torres (ver anexo informativo IV.3) de medición con un número de meses de datos diferentes para cada una de ellas. A continuación se presenta un cuadro con las coordenadas UTM, fecha de instalación y altura de las mediciones (Tabla. IV.7)

Estaciones	Datos	Coordenadas		Altura
		X	Y	Anemómetros
Espinal	Jn05 a Act.	287110	1825559	49 y 24 m
Juchitán	Sep05 a Act.	292516	1821486	49 y 24 m
Unión Hidalgo	Ab04 a Act.	303255	1825834	49 y 24 m

Tabla IV. 7 : Datos de torres anemométricas para la medición de los vientos del área de estudio.

En otra parte del SAR (ver ficha de cálculo 2 en anexo) hay otras se dispone de 7 torres de medición (incluyendo Espinal, Juchitán y Unión Hidalgo) con un número de meses de datos diferentes (2004-2007) para cada una de ellas. A continuación se presenta un cuadro con las coordenadas UTM, fecha de instalación y altura de las mediciones: (Tabla IV.8)

Estaciones	Datos	Coordenadas	Altura
------------	-------	-------------	--------

		X	Y	Anemómetros
Espinal	Jn05 a Act.	287110	1825559	49 y 24 m
Juchitán	Sep05 a Act.	292516	1821486	49 y 24 m
Unión Hidalgo	Ab04 a Act.	303255	1825834	49 y 24 m
Ranchito	Fb05 a Act.	282238	1798576	30 y 21 m
Tileme	Ag05 a Act.	295647	1796763	80, 60, 49 y 21 m
Santa María del Mar	Dc06 a Act.	305416	1793868	60 y 49 m
San Blas	Feb07 a Act.	272151	1810930	49 y 21 m

Tabla IV. 8 : Datos de las torres anemométricas

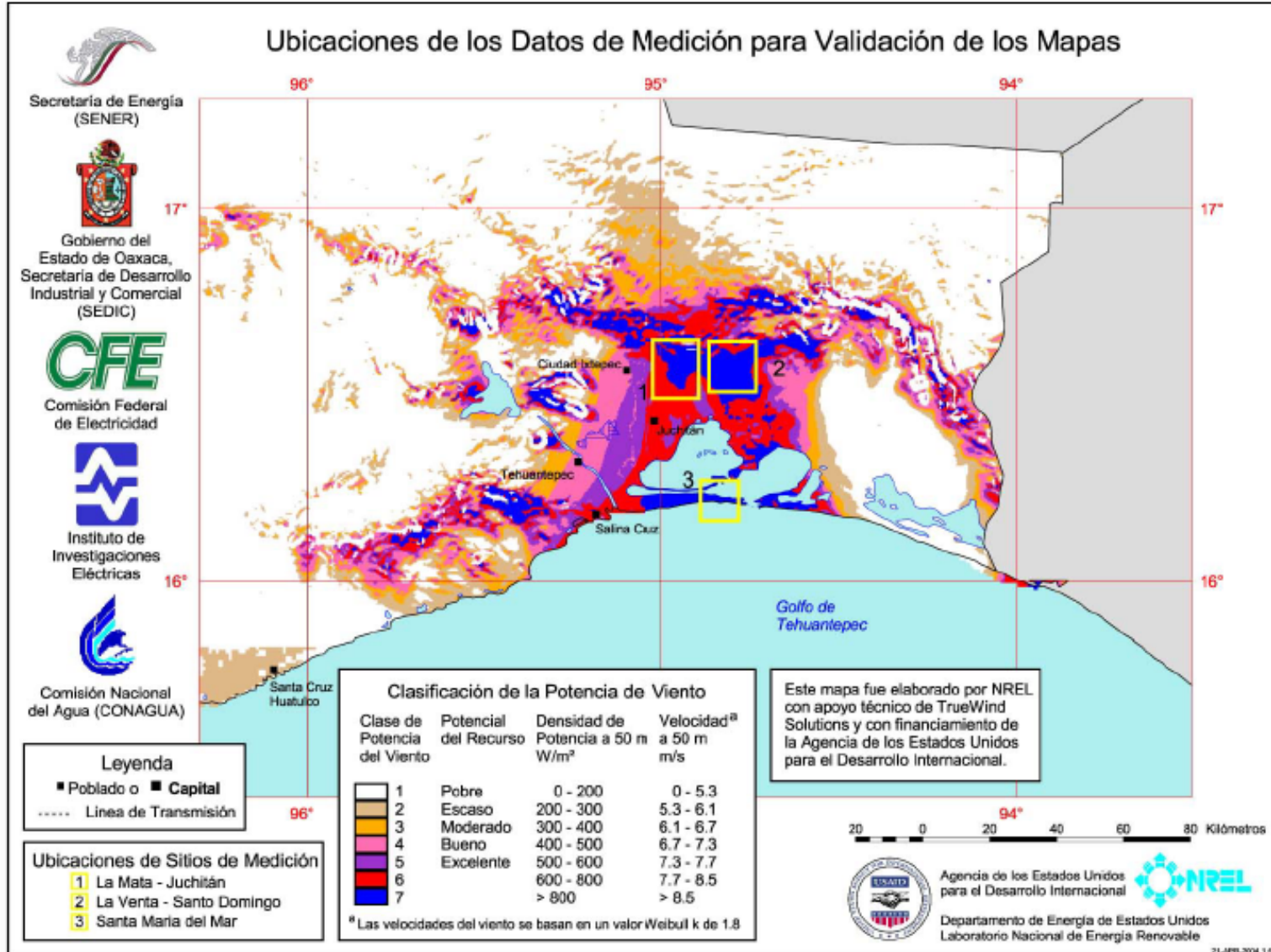


Figura IV. 10 : Mapa del recurso eólico en el Istmo de Tehuantepec. Fuente: CONAE

Radiación o incidencia solar

En México la variación de radiación solar oscila entre los 220 y 120 kcal/(cm²/año), en diversas poblaciones encontramos dependiendo el nivel de suelo la cantidad de radiación solar, la radiación solar en el istmo de Tehuantepec (Juchitlán) es de 160 kcal/(cm² / año) (Calipedia, 2008).

Calidad del Aire

Existen tres fuentes de emisiones que independientemente de su naturaleza causan un deterioro en la calidad del aire, estas pueden provenir de fuentes fijas, fuentes móviles o fuentes difusas. La normatividad vigente en la materia para el estado Mexicano regula de manera directa a las emisiones provenientes de fuentes fijas y de manera indirecta a las fuentes móviles. Las fuentes difusas no cuentan con regulación.

No se cuenta con registros de monitoreo de calidad del aire en la zona de estudio dentro del Istmo de Tehuantepec que sean representativos para realizar un análisis del comportamiento de los diferentes indicadores a lo largo del tiempo. Sin embargo, se cuentan con los registros de las industrias pesadas con mayor potencial de contaminación se ubican al sur, en las cercanías al puerto de Salina Cruz. Estas instalaciones industriales cuentan con fuentes fijas de emisiones, en su mayoría compuestas por partículas suspendidas, óxidos de nitrógeno, azufre y carbono y dióxido de carbono como contaminantes primarios emitidos.

De esta manera, debido a las características del viento y de la amplia dispersión de contaminantes presentes en el Istmo, la escasa presencia de grandes fuentes fijas de emisión de contaminantes a la atmósfera, la ausencia de grandes aeropuertos, y la predominancia en el uso agropecuario de la tierra, no es de esperarse que en la zona se presenten condiciones con una calidad del aire disminuida, por lo que se puede decir que la calidad del aire en la zona es de buena a excelente.

Geología y geomorfología

De forma general, el SAR forma parte de la Región Istmo de Tehuantepec, una zona que conceptualmente se describe como la porción de tierra con topografía predominantemente plana, que permite por ello, la libre circulación de vientos del Golfo de México al Océano Pacífico, más en específico hacia el Golfo de Tehuantepec. En San Mateo del Mar y Santa María del Mar, se consideran como terrenos planos, con alturas menores a los 6 y 10 msnm, respectivamente. La Figura IV.11 (abajo) muestra la topografía del lugar donde se llevará a cabo la construcción del Parque Eólico Istmeño.

COPIA PÚBLICA

Manifiestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional Sector Eléctrico
"PARQUE EÓLICO ISTMEÑO"



Figura IV. 11 : Topografía del lugar del proyecto Parque Eólico Istmeño. (Carta Topográfica INEGI Salina Cruz E-15-10,D15-1)

A un nivel de estudio más detallado, el SAR pertenece Subprovincia Discontinuidad Llanura del Istmo, que inicia unos cuantos kilómetros al oeste de Santo Domingo Tehuantepec en Oaxaca y se extiende con rumbo sursureste hasta Tonalá, Chiapas; tiene una longitud y un ancho máximo aproximados de 185 y 50 Km., respectivamente. El origen de esta llanura costera con línea de costa cóncava hacia el Océano Pacífico, que encierra a las lagunas Superior, Inferior y del Mar Muerto (Mar Tileme) por medio de barras anchas de bocas estrechas, se relaciona tanto con el depósito de materiales del Pleistoceno al Reciente, provenientes de la sierras cercanas, como con procesos de emersión de la zona. Tiene la particularidad de presentar al norte del Mar Muerto, afloramientos pequeños de rocas ígneas intrusivas, extrusivas y metamórficas. Abarca 4.92% de la superficie estatal de Oaxaca, en terrenos pertenecientes a parte de los distritos de Juchitán y Tehuantepec; limita al oeste con las subprovincias Costas del Sur y Sierras Orientales, al norte y noreste con la de Sierras del Sur de Chiapas y al sur con el Océano Pacífico.

El sistema de topoformas del SAR en su área de influencia, es de Playa o barra inundable y salina. En la porción Oeste de la zona, hacia la salinera, la topoforma es de Llanura Costera Salina, mientras que en la elevación Este de la Bocana Santa teresa, la topografía observada es de Llanura Costera (INEGI. Carta Estatal. Regionalización Fisiográfica; INEGI. Síntesis Geográfica del Estado de Oaxaca). El Espinal, se ubica al Este del pueblo del Espinal y al Norte de Juchitán de Zaragoza con alturas que oscilan entre los 22m y los 33m, por lo que su topografía es predominantemente plana (PRENEAL, 2008). En la Figura IV.12 (abajo) se muestra la división fisiográfica de zona del Istmo de Tehuantepec.



Figura IV. 12 : División de unidades fisiográficas para el estado de Oaxaca. INEGI 2007

Fallas y fracturamientos

No obstante a que la región Istmo de Tehuantepec se considera como zona sísmica debido al dinamismo de la Placa de Cocos y la influencia de la Placa del Caribe, la zona de estudio y su zona de influencia ambiental carecen en su totalidad de cualquier sistema de Fallas y Fracturas. Las fallas y fracturas (ver Figura IV.13 abajo) más cercanas se encuentran más allá de un radio de 30 km respecto al polígono uno y a 15 km respecto al polígono 2. (INEGI. Carta Geológica. Juchitán. E15-10 D15-1, escala 1:250 000).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional Sector Eléctrico
"PARQUE EÓLICO ISTMEÑO"

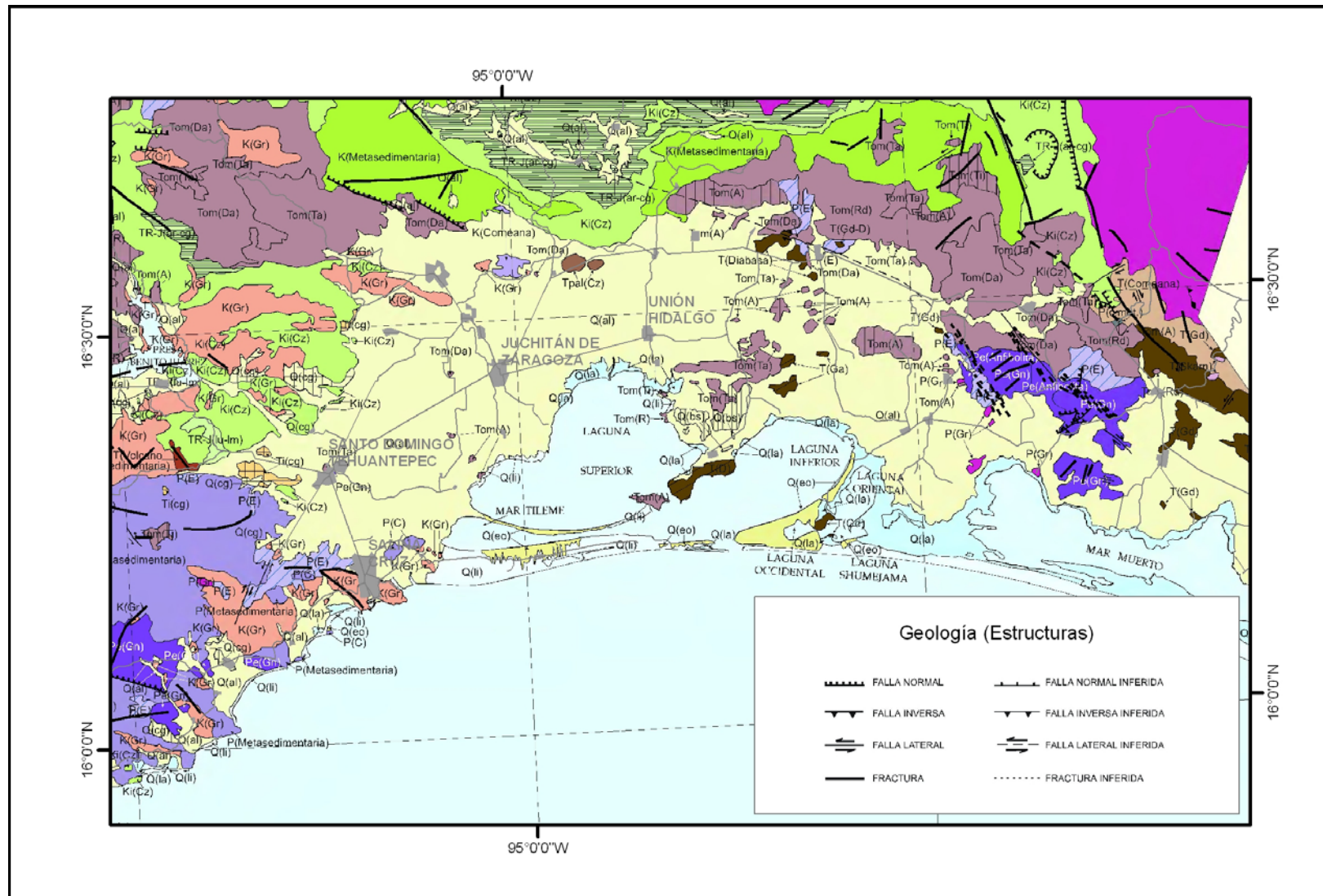


Figura IV. 13 : Mapa geológico del área de estudio zonas adyacentes donde se aprecian fallas y fracturas existentes.

Susceptibilidad

Sismicidad

El SAR se considera como de baja susceptibilidad, aunque se han registrado sismos de intensidad significativa (www.ssn.gov.mx) como el que ocurrió el 12 de febrero de 2008 (6.6 grados), aunque por lo general son sismos de intensidad baja a media (ver **anexo** informativo IV. 3).

La sismicidad en el estado de Oaxaca tiene lugar debido a la liberación súbita de energía que se concentra a partir de los esfuerzos acumulados por la interacción de las placas tectónicas. La región en donde se localiza el evento sísmico es una área bien identificada, en esta zona donde se encuentra en contacto convergente las placas tectónica de Cocos y de Norteamérica, en donde la placa de Cocos subduce por debajo de la placa de Norteamérica a una razón de aproximadamente 6,8 cm al año.

Desde enero del 2008, el Servicio Sismológico Nacional (www.ssn.gov.mx) ha reportado un total de 181 eventos, de los cuales 5 de ellos han sido de magnitud > 5 y uno de magnitud 6, el día de hoy. Tan sólo en el estado de Oaxaca se han reportado 15 sismos con magnitudes $3.9 < M < 6.6$.

A pesar de lo anterior cabe mencionar que cuando no se encuentran fallas o fracturas dentro en el SAR la zona del Istmo de Tehuantepec tiene sismos frecuentemente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Sobresaliendo por su actividad sísmica el Golfo de Tehuantepec (SSN,. En Línea. Regiones Sísmicas de México, 2005). La Figura IV.14 (abajo) muestra el mapa de regiones sísmicas dentro de la republica mexicana y la zona de estudio.



Figura IV. 14 : Sismicidad de la zona de estudio y áreas aledañas.

Deslizamientos y Derrumbes

El SAR se considera de nula susceptibilidad a deslizamientos y derrumbes, ya que no comprende sistemas topográficos con pendientes pronunciadas o áreas de corrimientos de suelo.

Inundaciones

La zona de estudio se considera como de alta susceptibilidad a inundaciones por parte del polígono uno. Lo anterior se infiere al observar que el área donde se ubica el polígono uno es un sistema de brazo de tierra el cual se encuentra rodeado por dos cuerpos de agua. Es importante mencionar que la ubicación de los aerogeneradores será una distancia 300 m de los dos cuerpos de agua.

Lo que corresponde al polígono dos se puede apreciar que la red de canales ayudan a evitar inundaciones. El distrito de riego al que pertenece el área de El Espinal cuenta con una serie de canales de riego y drenes de agua que canalizan el agua a las tierras de cultivo o sirven como bases receptores de agua ayudando con esto a evitar inundaciones.

Actividad Volcánica

El SAR no es susceptible a los efectos del vulcanismo ya que a grandes rasgos, la influencia ambiental, carecen en su totalidad de aparatos volcánicos. La misma condición se presenta en un radio de 30 km., hacia el Istmo de Tehuantepec. (INEGI. Carta Geológica. Juchitán. E15-10 D15-1, escala 1:250 000).

Características Litológicas del Área

Esta zona está compuesta por cuerpos batolíticos de rocas graníticas del Paleozoico al este de la Sierra atravesada que se expresa como una serie de lomeríos bajos, localizados sobre la porción Noroccidental de esta unidad. A su vez, dicha estructura se encuentra circundada por lechos rojos continentales de lutitas, areniscas y conglomerados que forman un paquete sedimentario del Triásico, el cual se extiende a la porción central de la depresión con una morfología de llanura, donde sobresalen testigos de erosión. Sobre esta unidad se encuentra una secuencia sedimentaria de rocas calizas y dolomitas del Cretácico, las cuales rodean la periferia de los lechos rojos y de los cuerpos intrusivos.

La Sierra plegada de la Ventosa ubicada en la porción meridional del Istmo, pertenece a esta secuencia de calizas, junto con los depósitos del Jurásico, consistentes en limolita arcillosa, conglomerado cuarzoso, lutitas y areniscas. Esta unidad hace contacto por el lado Suroriental con rocas metamórficas del Mesozoico e ígneas intrusivas del Terciario. En la porción oriental hay rocas de origen volcánico del Jurásico y del Terciario. El Cuaternario se desarrolla extensamente en la porción central rodeado de aluviones. (INEGI. Carta Geológica. Juchitán. E15-10 D15-1, escala 1:250 000). En la Figura IV.15 se muestra la litología del lugar de estudio.

COPIA PÚBLICA

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional Sector Eléctrico
"PARQUE EÓLICO ISTMEÑO"

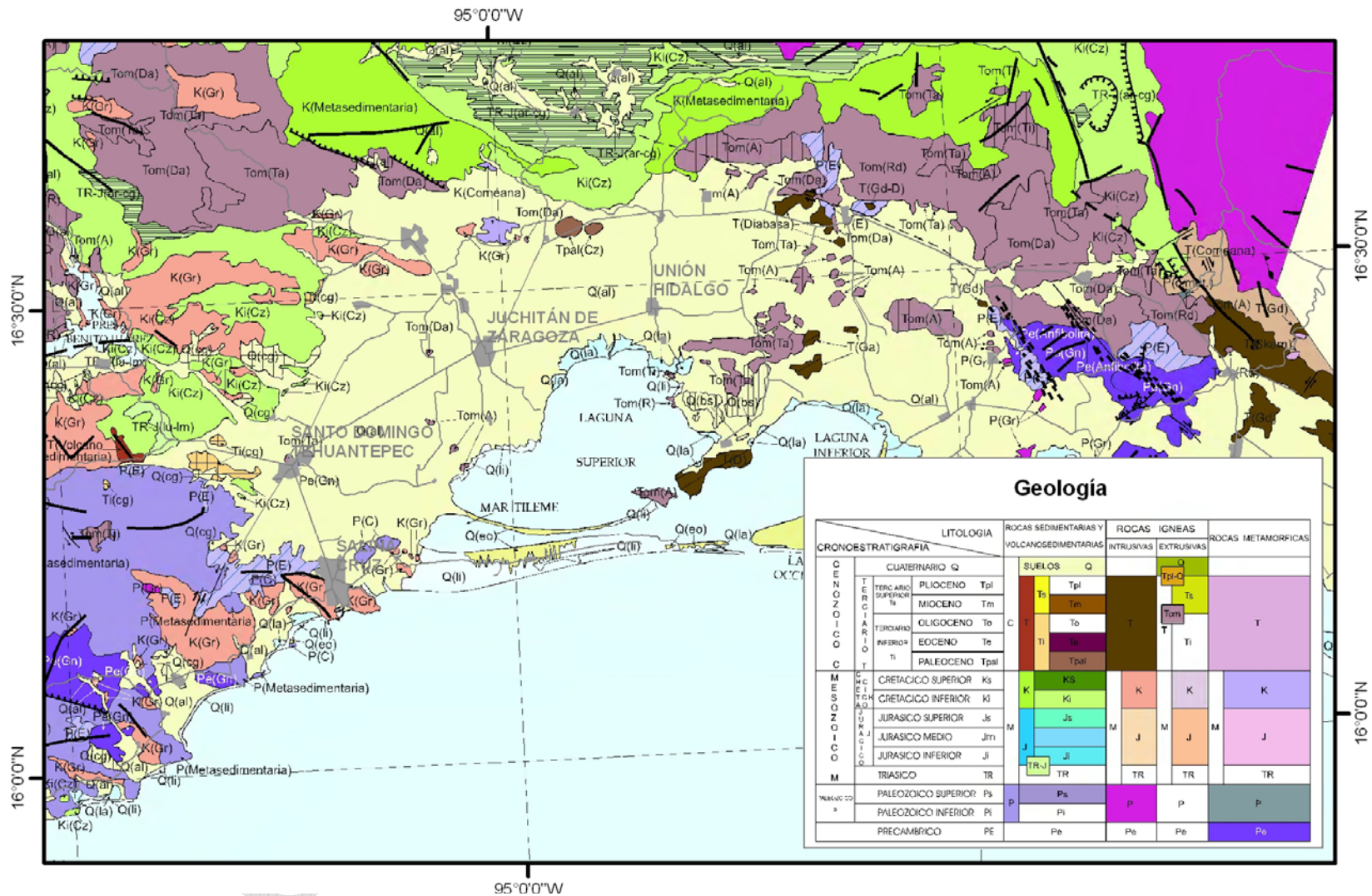


Figura IV. 15 : Geología y litología del lugar de estudio.

Características del relieve (descripción breve, con mapa fisiográfico)

La zona de estudio es parte de un extensión plana casi en su totalidad con algunos cerros de mas de 200 msnm. El SAR se origina en su relieve de la Provincia Fisiográfica Cordillera centroamericana (XV), la cual cubre el 100% de los Municipios de Juchitán. De forma general, esta provincia abarca el 12.0% de la superficie Estatal, inicia en el Istmo de Tehuantepec y se extiende en dirección sureste hasta la República de Nicaragua, atravesando los territorios de Guatemala, Honduras y El Salvador, es otro gran batolito ígneo emergido sobre el sitio de subducción de la placa de Cocos.

Suelos

En el SAR se registraron los siguientes suelos de acuerdo con la clasificación publicada por INEGI (1982-1988) utilizando el sistema de clasificación de suelos de FAO/UNESCO. En la Figura IV.16 se muestra el tipo de suelo para la zona de estudio.

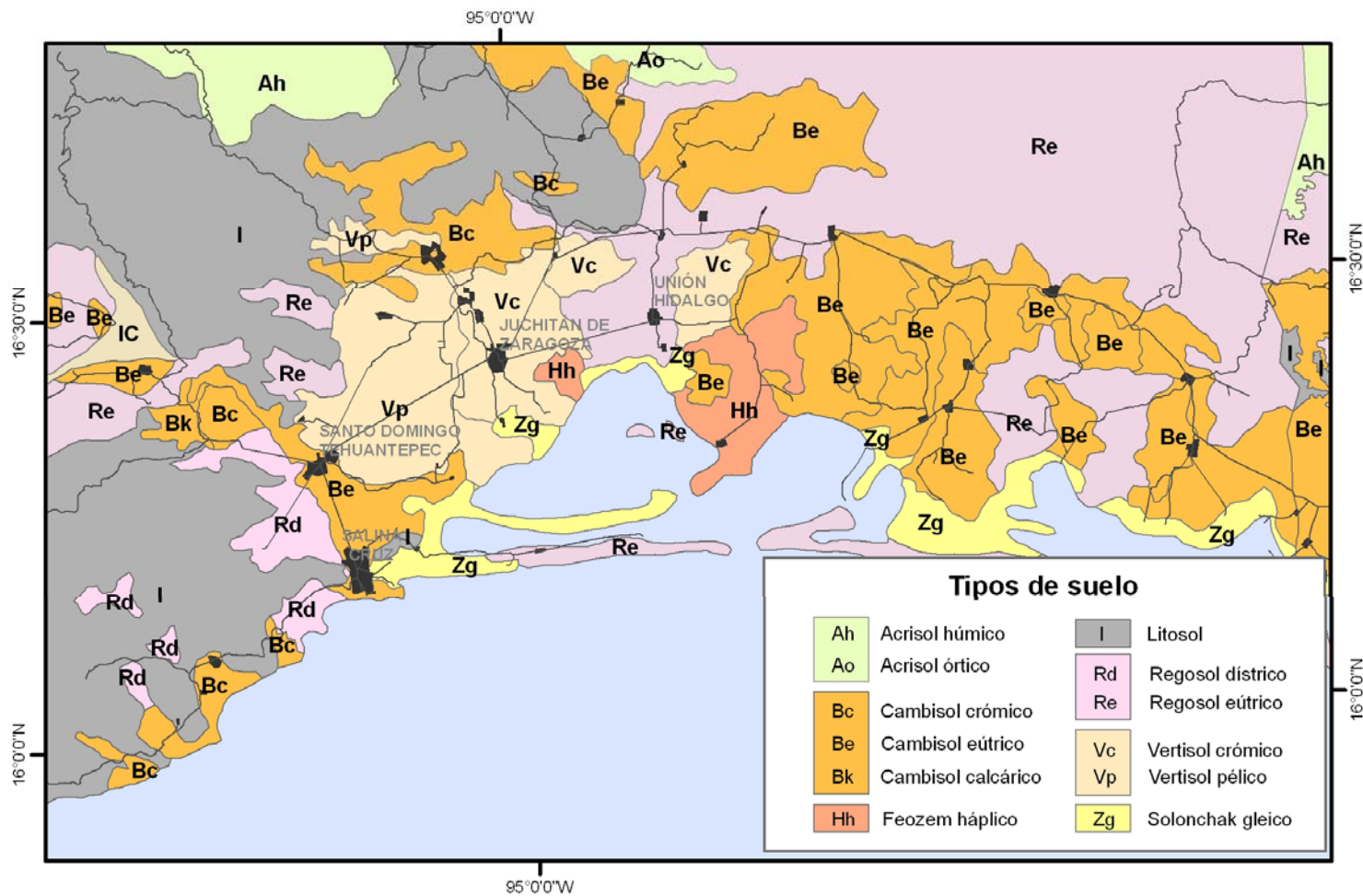


Figura IV. 16 : Tipo de suelo en el área del estudio.

Clave

VERTISOL (V). Suelo que contiene 30% o más de arcillas en los primeros 50 cm de profundidad. Muestra grietas al menos de 1 cm de ancho y 50 de profundidad en la época de sequía, salvo que estén sujetos a riego. Tienen una o más de las siguientes características: gígal, facetas de presión y estructuras poliédricas entre los 25 y 100 cm de profundidad. (Fuente: FAO/UNESCO 1970 modificado por el INEGI).

CAMBISOL (B). Suelo con horizonte B cámbico y A ócrico o úmbrico con profundidades de 25 cm o más de espesor. Puede presentar unidades hidromórficas, cálcicas o gypsicas. (Fuente: FAO/UNESCO 1970 modificado por el INEGI).

SOLONCHAK (Z). Suelo derivado de materiales con propiedades flúvicas. Durante parte del año contienen alta salinidad en los primeros 30 cm de profundidad: Puede presentar los siguientes horizontes: A místico, B cámbico, un cálcico o gypico. (Fuente: FAO/UNESCO 1970 modificado por el INEGI).

REGOSOL (R). Suelo sin horizonte de diagnóstico. En ocasiones desarrolla un horizonte ócrico incipiente (modificaciones FAO/UNESCO, 1985).

Grado de erosión del suelo

La erosión es moderada considerando la topografía plana del área y la condición de zona de deposición aluvial. A pesar de las extensiones deforestadas existentes, existe un nivel de erosión moderado, debido a la mayoría de las parcelas se encuentran empastadas, evitando la exposición del suelo desnudo.

Estabilidad edafológica

Se evaluará con el estudio de mecánica de suelos para dirigir la toma de decisiones de las obras civiles para el establecimiento del proyecto eólico en la región donde será llevado a cabo el proyecto y muy específicamente en los polígonos uno y dos.

Hidrología superficial y subterránea

Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio

Los recursos hidrológicos cercanos involucrados en el área de estudio son el Río de los Perros, así como las Laguna Inferior, Superior y Laguna de Quirio. Cabe señalar que la naturaleza del proyecto no requiere hacer uso de estos recursos hídricos por lo que la integridad del balance ecológico de estos recursos no será alterada.

COPIA PÚBLICA

Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio

Hidrología superficial

La zona de estudio respecto al polígono uno se encuentra en una zona importante respecto a su hidrología superficial ya que forma parte de un sistema de lagunas (Lagunas Superior, Inferior y el Golfo de Tehuantepec) que son reguladas por la Bocana Santa Teresa y la Boca de San Francisco.

La hidrología del polígono dos fue modificada con la construcción del distrito de riego que se encuentra dentro del municipio de El Espinal. La red de canales de riego y drenes de agua hacen que la hidrología superficial se comporten de una manera lineal en épocas de lluvias.

Embalses

La zona de Santa María del Mar y San Mateo del Mar está situada dentro de la Región Hidrológica 22 Tehuantepec, en la cual se ubica la Cuenca Laguna Superior e Inferior; o también denominado sistema lagunar huave, el cual recibe flujos provenientes de los ríos Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-Usumacinta, además del Río Tehuantepec. La laguna superior recibe las aguas de pequeños ríos que bajan principalmente de la sierra Atravesada. Entre ellos están los ríos Perros, Espíritu Santo y Ostuta. La laguna Superior desemboca en la laguna Inferior, que a su vez desagua (solo en ocasiones) directamente en el golfo de Tehuantepec.

La zona de El Espinal cuenta con una serie de canales para riego y drenes de agua que conforma el distrito de riego. El río Los Perros atraviesa en los terrenos de la población y el de Zopiloapam, teniendo el primero su nacimiento en el cerro Picacho, y el segundo en la Laguna Encantada de ciudad Ixtepec, desembocándose ambos en la Laguna Superior.

Cercan al municipio de Juchitán y El Espinal esta el Río de los Perros. En San Mateo del Mar se encuentra La Laguna Superior, Inferior y el Océano Pacífico.

Cuerpos de agua.

El polígono uno cuenta con tres cuerpo de agua a su alrededor y dentro de el. Hacia el lado norte se encuentra la laguna superior, hacia el sur el Golfo de Tehuantepec y dentro del área del polígono se encuentra la Laguna de Quirio.

Laguna Superior: La Laguna Superior presenta una forma irregular, con un ancho de 20.5 Km. y un largo de 33 Km, abarcando un área de 350 km² y se conecta con la Laguna Inferior por medio de la Bocana Santa teresa. Si bien las lagunas Superior e Inferior son muy someras, pues en el caso de la primera su profundidad no rebasa los 6 metros, mientras que la segunda tiene una profundidad no mayor de 2.5 metros. Los sedimentos de la Laguna superior son generalmente oscuros a grises, cubiertos en la mayor época del año por algunas conchas y menos de un 5% de arena. La información más puntual referida a las lagunas, con sus interacciones se encuentra en la sección de Ecosistema Lagunar (ver adelante en el tema de especies de los ecosistemas terrestres de valor científico, comercial, estético, cultural y para autoconsumo).

El Golfo de Tehuantepec se encuentra hacia el lado sur del polígono uno, este golfo forma parte del océano pacífico que rodea por el lado sur oeste a la Republica Mexicana.

La Laguna de Quirio se forma dentro del polígono uno y es un cuerpo de agua que se alimenta del agua de lluvia y de corrientes internas que se forman dentro del polígono.

El SAR y áreas de influencia del Proyecto del parque eólico pertenecen al distrito de riego 19. La Superficie municipal (Juchitán) de cultivo del distrito de riego 19 se distribuye en el municipio se como área bruta (%ha) de 41 707 57. y 30 662 650 (área neta (ha) %) respectivamente (<http://www.pa.gob.mx/publica/pa070414.htm>, 2006). El Espinal se encuentra ubicado en la parte norte del distrito a 5 km de Juchitán. Santa Maria del Mar y San Mateo están a al sur del distrito de riego a unos 42 km de Juchitán

Calidad del agua

Aunque no se contempla el uso del agua para el proyecto, se hizo un estudio para determinar las condiciones del agua en la zona lagunar que se encuentran dentro del

Sistema Ambiental Regional y se presentará los resultados más adelante con relación al Sistema Ambiental Regional..

Localización y distancias al predio del proyecto

El polígono se encuentra rodeado de dos cuerpos de agua y uno más dentro de él. Los cuerpos de agua que lo rodean son la Laguna Superior y el Golfo de Tehuantepec, mientras dentro del área del polígono se encuentra la Laguna de Quirio.

COPIA PÚBLICA

Hidrología del sistema de Lagunas Superior e Inferior.

Las Lagunas Superior e Inferior (Mar de Tileme y Laguna Inferior), tienen comunicación directa con el Mar a través de Boca San Francisco, teniendo por ello una influencia indirecta del sistema marino (principalmente en la porción Sureste de la laguna Inferior, no afectando de forma directa al Mar Tileme), que permite un intercambio del agua entre el océano y las lagunas, afectando la salinidad, la temperatura, el nivel del agua, los organismos, y otras características. La Laguna Superior se conecta con la Laguna Inferior por medio de la Bocana de Santa teresa, mientras que esta última se comunica al Océano por la Boca de San Francisco (Cromwell, 1984). Por lo tanto, la influencia del Océano Pacífico se siente en la Laguna Superior y Mar Tileme solamente después de pasar a través de dos entradas de restricción y de la porción de la Laguna Inferior próxima a la Boca de San Francisco: De forma general, el efecto de las mareas del Golfo de Tehuantepec (predominante semi-diurnal con una gama registrada máxima de 2.41 y un radio de acción de 1.09 m), tiene una influencia indirecta sobre el sistema de Lagunas, pues se observa que:

Las mareas dentro de la Laguna Inferior son semi-diurnos y en la orden de 10-20 cm. Las mareas dentro del Mar Tileme y de la Laguna Superior son predominante diurnos y están en la orden de 20-40 cm. El efecto del prisma de marea oceánico esencialmente se restringe a la Laguna Inferior.

Por su parte, los factores principales de salida de agua en el sistema de lagunas son por medio de la Boca de San Francisco, la evaporación y el intercambio de mareas. El sistema de Lagunas recibe una salida anual de $1.81 \times 10^9 \text{ m}^3$. De esto, a la Laguna Superior le corresponden $1.12 \times 10^9 \text{ m}^3$ anualmente. Parte de las aguas del sistema de Lagunas o de sus afluentes principales, se utilizan para la irrigación de las tierras de cultivo de las inmediaciones. La salida para uso humano es a lo largo del año, mientras que la salida natural es estacional (Cromwell, 1984). De acuerdo a los registros, una estimación conservadora de la cantidad de agua que se pierde por evaporación para las lagunas es de sería 200 cm./año; la cual se compensa tanto por la precipitación en la temporada de lluvias, como el agua evaporada que se deposita en las lagunas, procedente del mar (especialmente en la temporada seca del año).

La salinidad de la Laguna Superior y Mar Tileme varían de hiposalina (14-22%) a levemente salina (34-38%), respecto a la salinidad del mar. Es importante el mencionar que la conexión y flujo de agua entre las lagunas, evitan que la Laguna Superior tome un comportamiento Hipersalino. Respecto al ciclo de nutrientes, el sistema de lagunas comprende una zona importante para peces y crustáceos ya que su variado alimento es el resultado tanto del intercambio de marea como los ríos que vierten en ellas, entre otros factores (Cromwell, 1984). Ver Figura IV.17.

COPIA PÚBLICA

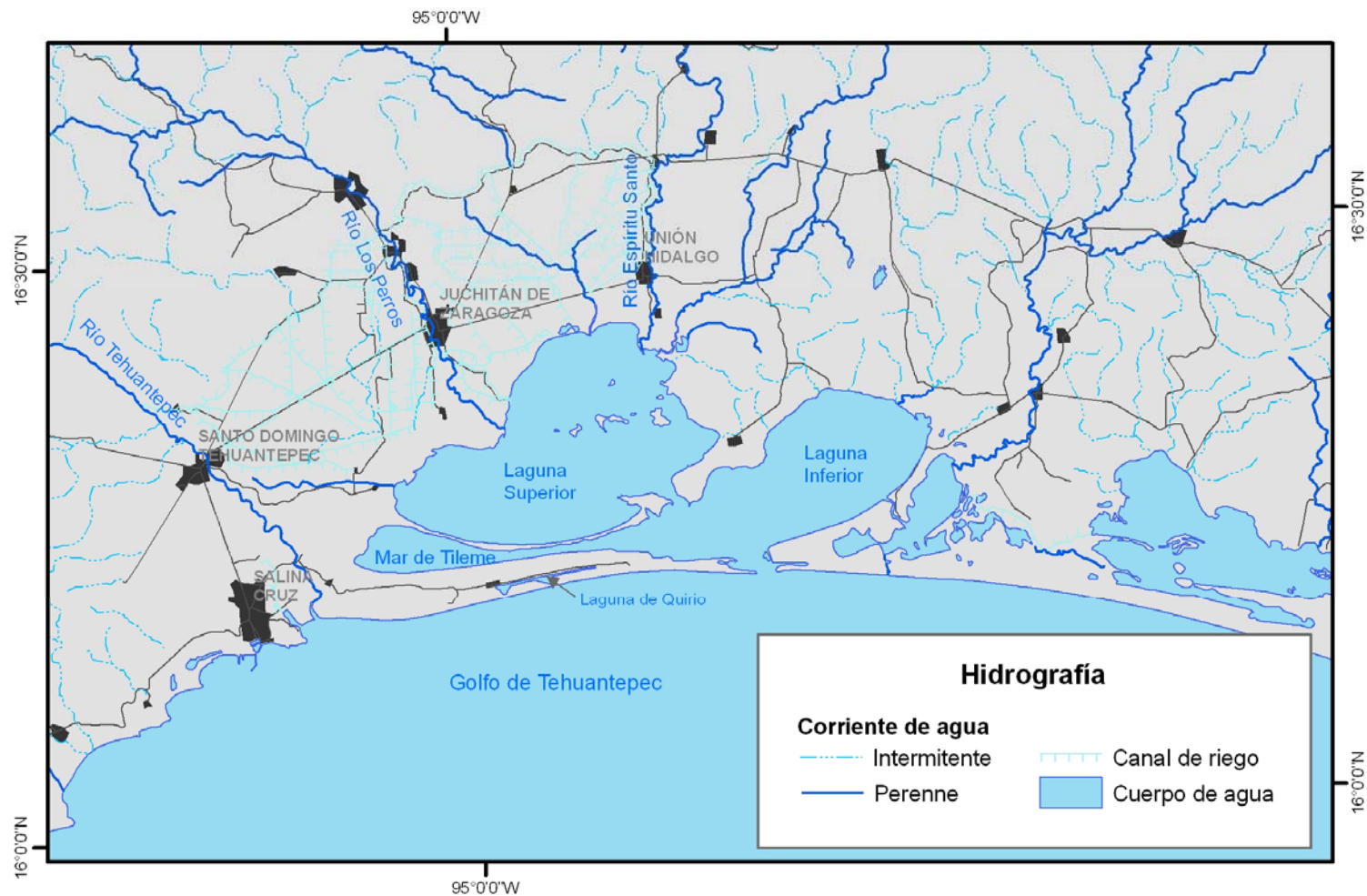


Figura IV. 17 : Hidrografía del área de estudio.

Hidrología Subterránea

La zona de estudio se localiza en el sistema Acuífero Istmo (20-18), Está compuesto por dos zonas de explotación: Tehuantepec-Salina Cruz y Astuta. Por su ubicación y características se infiere que la zona de estudio pertenece al Acuífero de Ostuta, que se localiza en el extremo sureste del estado y debe su nombre al río Ostuta e incluye importantes localidades como son Reforma de Pineda, San Francisco Ixhuatán, San Pedro Tapanatepec, Chahuites, Unión Hidalgo, Santiago Niltepec y Santo Domingo Zanatepec; se trata de un acuífero costero y aluvial de tipo libre, formado por depósitos de material granular con espesores que van de 30 a 100 m. Las descargas subterráneas se incorporan y alimentan con agua dulce a la Laguna Superior, Laguna Inferior y Mar Muerto. La condición geohidrológica de este acuífero es de subexplotación, en general la calidad del agua es buena; sin embargo, existen algunas zonas de Unión Hidalgo, Santiago Niltepec y Chahuites donde el agua de algunos aprovechamientos rebasa los límites tolerables para ser utilizada como agua potable (INEGI. Síntesis Geográfica del Estado de Oaxaca).

Existe una agrupación de pozos en acuíferos libre de agua dulce (2) en el municipio de Juchitán. Existe otra serie de pozos en acuífero confinado o semiconfinado en (2) Juchitán y uno en El Espinal.

Cuerpos de agua superficiales permanentes o intermitentes

Los tres cuerpos de agua que se encuentran rodeando y dentro del polígono uno es permanente. La Laguna Superior presenta fluctuaciones a través del año sobre todo en época de lluvia, mientras que el Golfo de Tehuantepec esa regulado a su vez por los niveles del Océano Pacífico. La Laguna de Quirio es un cuerpo de agua permanente que presenta grandes fluctuaciones de nivel a lo largo de todo el año.

Patrones de drenaje en sistemas terrestres e hidrodinámica en aguas superficiales y subterráneas.

Localización del recurso

Como ya se mencionó anteriormente (hidrología subterránea) existe una agrupación de acuíferos Profundidad y dirección localizados en los municipios de El Espinal y Juchitán.

Los patrones de drenaje de la cuenca hacen derivar las corrientes superficiales hacia Laguna Superior. No se cuenta con información de la profundidad de los acuíferos por falta de registros de la exploración de agua, como un reflejo de la suficiente cobertura de las necesidades de agua para hacer exploraciones en busca de acuíferos y llevar a cabo todos los estudios técnicos necesarios para las labores de búsqueda y extracción de agua.

Estudios Específicos sobre el Sistema Lagunar.

Dado que la información sobre las características del Sistema Lagunar que forma parte del Sistema Ambiental Regional es escasa el promovente del proyecto comprometido con la calidad y veracidad de la información pidió a la Universidad del Mar (UMAR) que llevará a cabo un estudio específico de este cuerpo de agua, para que así se pudiera dar una información más completa del Sistema Ambiental Regional y donde el Sistema Lagunar Huave forma parte de este. Es importante mencionar que la calidad del agua varía de acuerdo a las condiciones del año entre otras características. A continuación se presentan los resultados de estos estudios para detallar claramente las condiciones actuales del Sistema Lagunar..

Estado del agua de mar, al interior del Sistema Lagunar Huave (SLH)

Durante la temporada de lluvia (agosto a octubre) de 2007, se determinó el estado del agua de mar en el interior del sistema lagunar Huave, utilizando la *ecuación de estado del agua de mar* $\rho_{(S,t,p)}$, que es un polinomio no lineal, construido a partir de determinaciones de laboratorio, que involucra a las principales variables termodinámicas que definen las propiedades de un cuerpo de agua. El polinomio $\rho_{(S,t,p)}$ establece que la densidad del agua de mar (ρ , en $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$) es dependiente de la salinidad (S , en ups), la temperatura (t , en $^{\circ}\text{C}$) y la presión hidrostática (p , en bares) (UNESCO, 1981a; Gill, 1982; Pond y Pickard, 1983; Pickard y Emery, 1990).

Se consideran como factores relevantes:

- i) el aperiódico y actual aislamiento del SLH con el Golfo de Tehuantepec por el cierre de la boca de San Francisco (junio-julio de 2006);
- ii) la retención y encausamiento del Río Tehuantepec mediante la construcción de la presa Benito Juárez, concluida en junio de 1961.

El análisis del estado del agua del SLH se realizó despreciando el efecto de la presión hidrostática sobre la densidad, puesto que todos los registros de t y S , se obtuvieron a 0.20 m de profundidad. Para describir la variabilidad del estado del agua al interior del sistema, se utilizó la *anomalía de la densidad (sigma-t, σ_t)*, que se calculó mediante la expresión $\sigma_t = \rho_{(S,t,0)} - \rho_a$, donde ρ_a es la densidad del agua pura (1000 kg/m^3) y $\rho_{(S,t,0)}$ es la densidad de una muestra de agua, sin el efecto de la presión hidrostática.

La variable (σ_t) proporciona información sobre el exceso o déficit de densidad de una muestra de agua, con respecto a una muestra de agua pura a presión atmosférica, considerando valores *in situ* de salinidad, (S , ups) y temperatura (t , $^{\circ}\text{C}$), (Pickard y Emery, 1990, con unidades de

densidad, $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$), sin embargo en este trabajo se presenta a dimensional, ya que para algunos intervalos de salinidad y temperatura dentro del SLH, se obtuvieron valores negativos de σ_t , indicativos de muestras de agua con un estado similar al del *estado del agua pura*, es decir sin anomalía de densidad.

Cuando el par de propiedades (S , t : salinidad y temperatura, despreciando la presión hidrostática) se grafican sobre un diagrama de dispersión de temperatura-salinidad (diagrama t - s) (Figura IV.18), a dicho par fisicoquímico (valores *in situ* de salinidad y temperatura) se le denota como: *agua tipo* (Pickard y Emery, 1990) que también establece el valor de σ_t . La anomalía de densidad (σ_t) proporciona una mejor evaluación de la diferencia de densidad entre dos *aguas tipo* (Pond y Pickard, 1983).

Procesos climáticos tienden a formar aguas tipo en la capa superficial oceánica (Pickard y Emery, 1990), sin embargo en el presente trabajo, se pretendió caracterizar el *agua tipo* correspondiente a cada uno de los 5 diferentes cuerpos de agua que comprende el sistema lagunar Huave (SLH), para el periodo comprendido entre el 14 de agosto al 12 de octubre de 2007, correspondiente a la temporada de lluvias.

La Figura IV.18, es un diagrama t - s donde se grafican los datos de salinidad (S , ups) y temperatura (t , °C) dentro del SLH. También se grafican las isopicnas (líneas de igual valor de anomalía de densidad, σ_t), que se calcularon sustituyendo los valores *in situ* de salinidad y temperatura en la ecuación descrita al inicio ($\sigma_t = [\rho_{(S,t,0)} - 1000] \text{ kg/m}^3$) que a su vez, hace uso de la ecuación de estado del agua de mar $\rho = \rho_{(S,t,p)}$ (UNESCO, 1981a y b). Aunado al diagrama de dispersión t - s se proporciona el mapa de la distribución espacial de la anomalía de la densidad σ_t (Figura IV.18). Donde resulta claro que la distribución espacial de la anomalía σ_t , está supeditada a los patrones de distribución espacial de temperatura y salinidad, representados en la Figura IV.19 (p. 11) y 3 (p. 18).

En la Figura IV.49, los puntos rojos (\bullet), corresponden a datos generados en el Golfo de Tehuantepec (Salina Cruz) y representan las condiciones del agua de mar al exterior del SLH, el 21 de septiembre de 2007.

Durante el periodo de muestreo (agosto-octubre de 2007) el intervalo de variación térmica, fue de 5.1 °C (de 26.4 a 31.5 °C), mientras que el intervalo de variación salino fue de 54.6 unidades (de 0.7 hasta 55.3 ups), la relación 5.1:54.6 indica que para el periodo de muestreo, la salinidad varió cinco decenas de unidades, mientras que la temperatura, sólo cinco unidades.

El diagrama t - s permite observar la distribución de las isopicnas σ_t y establece un gradiente espacial para la anomalía de densidad, mostrando diferentes aguas tipo dentro del SLH (Figura

IV.18). El cambio de σ_t con respecto al gradiente de salinidad es prácticamente uniforme sobre todo el intervalo halino, mientras que el cambio de σ_t con respecto a la temperatura es distintivamente no uniforme (Pickard y Emery, 1990).

COPIA PÚBLICA

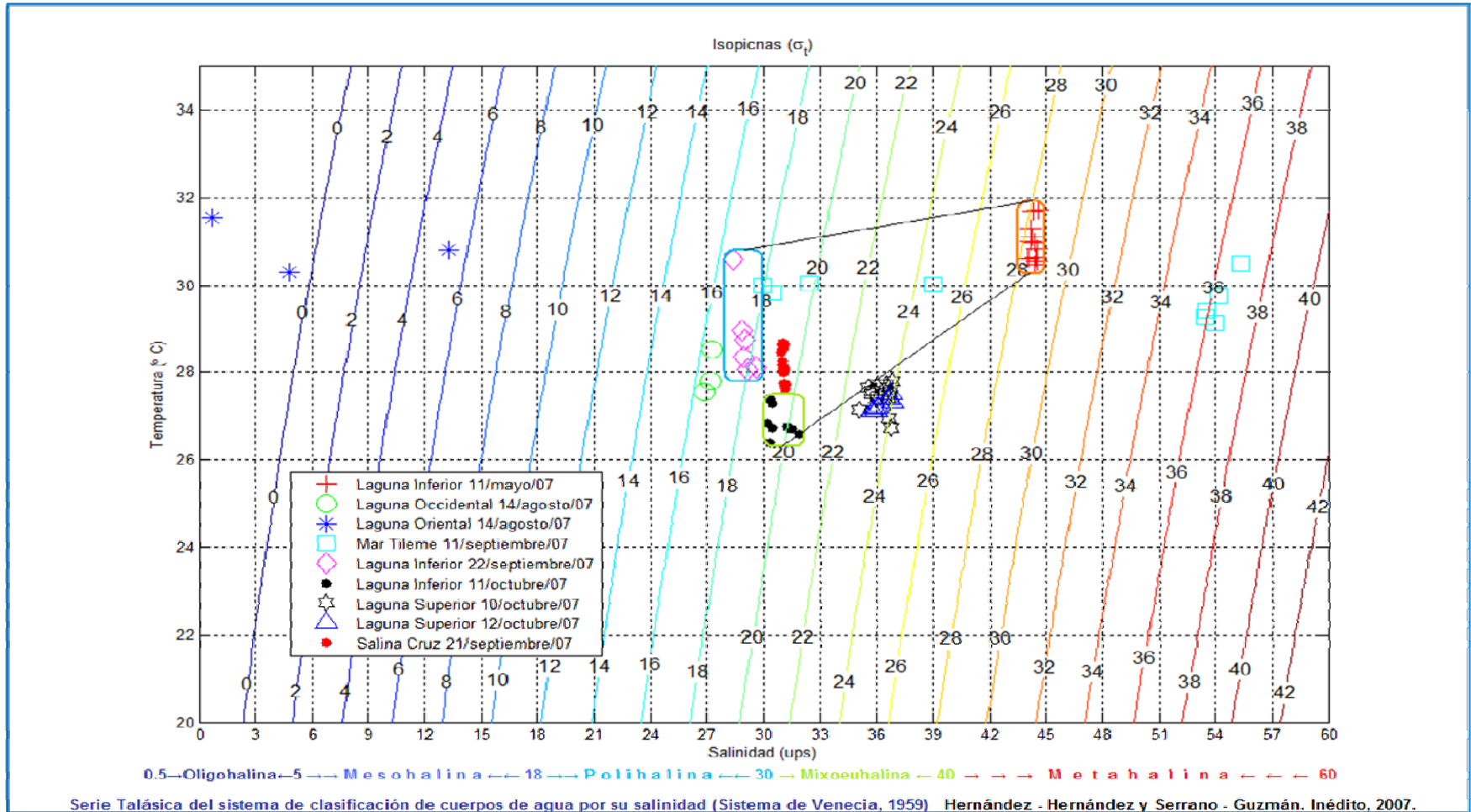


Figura IV. 18 : Diagrama t-s, para el sistema lagunar Huave (SLH). Isopícnas (σ_t), salinidad (S, ups) y temperatura (t, °C), a partir de datos obtenidos en mayo y de agosto a octubre de 2007.

Agua tipo, Laguna Oriental (L Or: *). Se reconoció únicamente un tipo de agua, con las anomalías más bajas de todo el SLH ($\sigma_t < 6$), incluso con estaciones donde se registró agua sin anomalía de densidad, indicando que el agua era prácticamente dulce, debido a los aportes del Río Ostuta (Figura IV.18 y Figura IV.19).

Agua tipo, Laguna Occidental (L Oc: O). Los datos son muy parecidos a los de la L. Oriental (L Or). El tipo de agua de la L Oc tiene baja anomalía ($\sigma_t \sim 16$), que se explica por la proximidad geográfica entre ambas lagunas (Figura IV.19 y Figura IV.20).

Agua tipo, Laguna Inferior (LI: \diamond , \bullet y $+$). Se contó con datos de la época de estiaje ($+$) y de la temporada de lluvia (\diamond y \bullet). En el diagrama (Figura IV.18) se observa que en la época de estiaje la serie talásica es mixoeuhalina (de 29-30 a 44 ups, provocando que la anomalía de densidad (σ_t) se incremente (de 16.5 – 20 a 28). Por lo que, el estado del agua de la L. Inferior sobrepasa las condiciones mixoeuhalinas, alcanzando condiciones metahalinas. Mientras que en la temporada de lluvia (\diamond y \bullet), el estado del agua es similar al del agua del mar adyacente y Golfo de Tehuantepec (\bullet).

En el diagrama t - s (Figura IV.18) se distinguen tres diferentes tipos de agua en la L. Inferior, una corresponde a la época de estiaje ($+$) y dos a la temporada de lluvias (\diamond y \bullet). En los recuadros se observa la dispersión en los valores S y t ; correspondiendo a septiembre de 2007 (\diamond) una mayor variación de temperatura (2.5 °C, de 28.1 a 30.6 °C), con respecto a mayo (1.3°C, de 30.5 a 31.8 °C) u octubre (1 °C, de 26.4 a 27.4). Resultando evidente la acentuada disminución halina de 14 a 13 ups, entre mayo ($+$, 44.0 a 45 ups) y octubre de 2007 (\bullet , 30 a 32 ups).

Agua tipo, Laguna Superior (LS, \star y Δ). En el diagrama t - s se observa claramente la dispersión de puntos relacionados con la Laguna Superior, diferenciándose de los puntos pertenecientes a los otros cuerpos de agua del SLH, (Figura IV.18). En la L. Superior se registraron mayores anomalías ($\sigma_t \sim 24$).

La mayor magnitud de la anomalía calculada, con respecto a las anomalías encontradas en las lagunas Oriental, Occidental e Inferior puede estar relacionada con el parcial aislamiento de la L. Superior a través de la "Boca de Santa Teresa".

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional Sector Eléctrico
 "PARQUE EÓLICO ISTMEÑO"

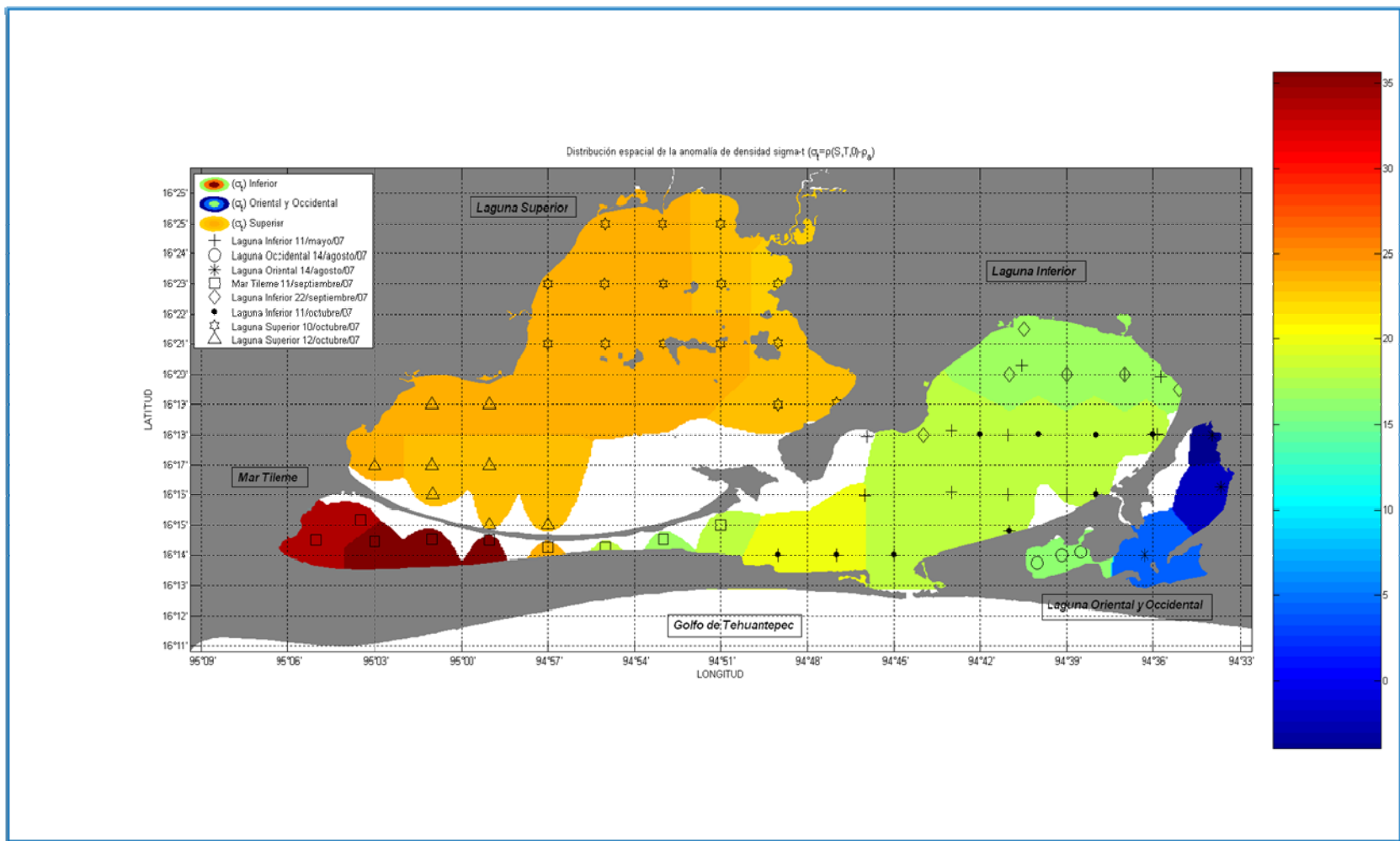


Figura IV. 19 : Vista sinóptica de la distribución espacial de la anomalía de densidad (σ_t) dentro del sistema lagunar Huave (SLH) y ubicación geográfica de las estaciones de registro de variables fisicoquímicas, durante la temporada de lluvias de 2007. (Realizado por Hernández-Hernández. Inédito, 2007).

Agua tipo, Mar Tileme (MT, □). En el diagrama $t-s$ (Figura IV.18) se identifican tres tipos de agua asociados a la geomorfología del Mar Tileme. El primer tipo de agua presentó las anomalías más grandes de todo el sistema lagunar ($\sigma_t = 35 - 36$), esta primer agua tipo se encuentra contenida hacia la "Cabeza del Mar Tileme". Los altos valores de σ_t se relacionan con un aislamiento de ésta porción interna del Mar Tileme, con respecto a las otras lagunas del SLH, debido a la existencia del estrecho canal o "Angostura del Mar Tileme", que desemboca en la Laguna Inferior (Figura IV.18, 19 y 20).

El segundo tipo de agua tuvo una anomalía ($\sigma_t = 25$) asociada a la "Angostura del Mar Tileme", que corresponde a la zona de transición entre el Mar Tileme y la Laguna Inferior (Figura IV.18 y 19, 20).

Un tercer tipo de agua, se encuentra relacionado con la "Boca del Mar Tileme", que es una zona de interacción y transición entre el Mar Tileme y la L. Inferior. Esta tercer agua tipo es similar al agua tipo característica de la L. Inferior, con una anomalía $\sigma_t = 18 - 20$ (Figura IV.18).

El registro de variables físico-químicas se realizó a 4 profundidades, (0, superficie; 1, 2 y 3 m). Sin embargo los valores de salinidad y temperatura a diferentes profundidades son prácticamente los mismos, lo que indica la existencia de una sola capa bien mezclada influenciada por el viento y la radiación solar.

La distribución espacial de variables fisicoquímicas y la condición actual de aislamiento del Mar Tileme producto del cierre natural de la boca del SLH, indican que el Mar Tileme se encuentra en estado hipóxico y mixoeuhalino, con tendencia a metahalino e hiperhalino en las zonas muy someras (como la porción NNO, donde se encuentra la salina), que se ven favorecidas por la falta de aporte de agua dulce por ríos o arroyos de temporal.

Estas condiciones se pueden traducir en una disminución de la productividad biológica de la cuenca, que a su vez ocasionaría una disminución de la actividad pesquera en el cuerpo de agua. Por lo tanto puede inferirse que las condiciones hidrológicas en que se encuentra actualmente el Mar Tileme podrían repercutir negativamente en la calidad del agua, modificando drásticamente la biota presente e impactando muy desfavorablemente a los productos pesqueros en la zona.

Sin la entrada de agua del Pacífico, por el cierre de la boca del SLH (Boca de San Francisco), existe la posibilidad de que el Mar Tileme llegue a un nivel anóxico (ausencia de oxígeno),

convirtiéndose en una cuenca de evaporación aún mas hiperhalina, lo que seguramente tendría efectos negativos en la actividad económica de la cooperativa y los pescadores libres que operan en el cuerpo de agua costero.

Bajo esta perspectiva parece urgente favorecer una comunicación entre la cuenca occidental del Mar Tileme y el Golfo de Tehuantepec, que baje la salinidad y temperatura de su cuenca a condiciones similares a las del mar adyacente y permita una renovación de sus masas de agua, las cuales muy seguramente no lo podrán hacer, aunque se abra la boca de San Francisco nuevamente, porque la región del "cuello" o "la angostura", es casi un metro más somera que la cuenca del fondo o "cabeza".

Sintetizando la información del estado del agua de mar, podemos concluir:

Dentro del sistema lagunar Huave (SLH), se encontró un *agua tipo* asociada a cada cuerpo de agua (L. Oriental, L. Occidental, L. Inferior, L. Superior y Mar Tileme). Con excepción del Mar Tileme, donde se identificaron 2 aguas tipo dentro de su cuenca. La existencia de un agua tipo asociada a cada cuerpo de agua se relaciona con las características geomorfológicas de sus cuencas.

De esta manera, el grado de aislamiento que tienen los cuerpos de agua, por la existencia de bocas o estrechos determina en gran medida la distribución espacial de las anomalías de densidad (σ_t , Figura IV.18), así como de las variables fisicoquímicas independientes (t , $^{\circ}\text{C}$ y s , μps).

El análisis describe la variación espacial de las condiciones del estado del agua, donde los principales procesos asociados son:

- i)* la variabilidad estacional de la intensidad de la radiación solar incidente,
- ii)* la variabilidad estacional de los procesos de evaporación-precipitación y por consiguiente
- iii)* la variabilidad estacional de los aportes fluviales de los ríos o arroyos de temporal que desembocan en el SLH.

Esto demuestra que la zona lagunar que forma parte del Sistema Ambiental Regional esta expuesta a diferentes patrones de cambio que son influenciados directamente por los temporales de lluvia y el paso de agua de Golfo de Tehuantepec por la boca barra.

Metales y metaloides en afluentes del sistema lagunar

En agosto de 2007 y marzo de 2009 se recolectaron en bolsas de plástico estéril, 23 y 13 muestras de sedimentos y agua de los afluentes del Sistema Lagunar Huave (SLH) (Figura IV.20), a partir de donde se analizó la granulometría y con un equipo Thermo-Electron de la Universidad del Istmo (UNISTMO, *campus* Tehuantepec) por ICP – OES, metales y metaloides disueltos (As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, V y Zn), a la par de tomar muestras para análisis bacteriológicos de las mismas muestras y afluentes, que se analiza en el apartado de contaminación bacteriana.



Figura IV. 20 : Estaciones costeras de recolección de agua para análisis de metales, metaloides (temporada de lluvias) y carga bacteriana. En amarillo estiaje y lluvias, en naranja solo estiaje y en azul solo lluvias. (Imagen de: Google Earth).

De forma general y en base a los criterios ecológicos de calidad del agua (CE-CCA-001/89) para la protección de la vida acuática, Mendoza-Amézquita (Inédito, 2007 y 2009) concluye que en la temporada de lluvias de 2007 (agosto) al igual que en la época de estiaje de 2009 (marzo), los metales y metaloides analizados y detectados solo están como trazas (con concentraciones menores a $0.07 - 0.05 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), no representaron un riesgo para la vida silvestre que aquí habita.

Las concentraciones presentadas de metaloides y metales dentro del sistema lagunar hacen notar y son evidencia de la poca industria química que existe en el Istmo de Tehuantepec, lo cual beneficia directamente a la calidad del agua y por consiguiente a biota de las lagunas.

Batimetría y temperatura del Mar Tileme (Mar Muerto) en Septiembre de 2007.

En la campaña de mediciones realizada del 22 al 23 de septiembre, se usó un perfilador acústico Doppler ADCP (por sus siglas en inglés: Acoustic Doppler Current Profiler) para medir profundidad y temperatura del agua de la cuenca del Mar Tileme. El ADCP se programó para medir de la superficie hacia el fondo y se instaló en un remolque especial, que fue arrastrado por una lancha de 20 pies de eslora, impulsada por un motor fuera de borda Mercury de 40 HP, a menos de 5 millas·h⁻¹.

En el Figura IV. 21 se muestra el recorrido realizado con el instrumento. La línea verde indica los transectos del 22 de septiembre (de las 15:50 a las 19:13 hrs), y el rojo corresponde a los transectos del 23 de septiembre (de las 12:24 a las 18:08 hrs). Los puntos azules indican la línea de costa usada para delimitar la región de interpolación al construir los contornos de igual profundidad y temperatura (isobatas e isotermas, respectivamente). Finalmente se indica en el mapa (puntos negros) donde se trazó la malla regular sobre la que se realizó la interpolación lineal de los datos.

En el Figura IV.22 a se proporciona la batimetría generada con los datos registrados por el ADCP en la campaña de medición del 22 al 23 de septiembre. En él se observan dos regiones con rasgos batimétricos disímiles.

La primer región más interna, se caracteriza como una cuenca hacia la cabeza del Mar Tileme, con una profundidad máxima de 3.6 metros. Esta cuenca se localiza al Oeste de los 94° 58' longitud y sigue la forma de la línea de costa (o isobata de cero metros).

La segunda región, es la parte más estrecha del Mar Tileme, se localiza al Este de los 94° 58' longitud, entre los 94° 58' y los 94° 53' Longitud, y en ella la profundidad disminuye, con isobatas de 1 a 1.5 metros de profundidad.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional Sector Eléctrico
"PARQUE EÓLICO ISTMEÑO"

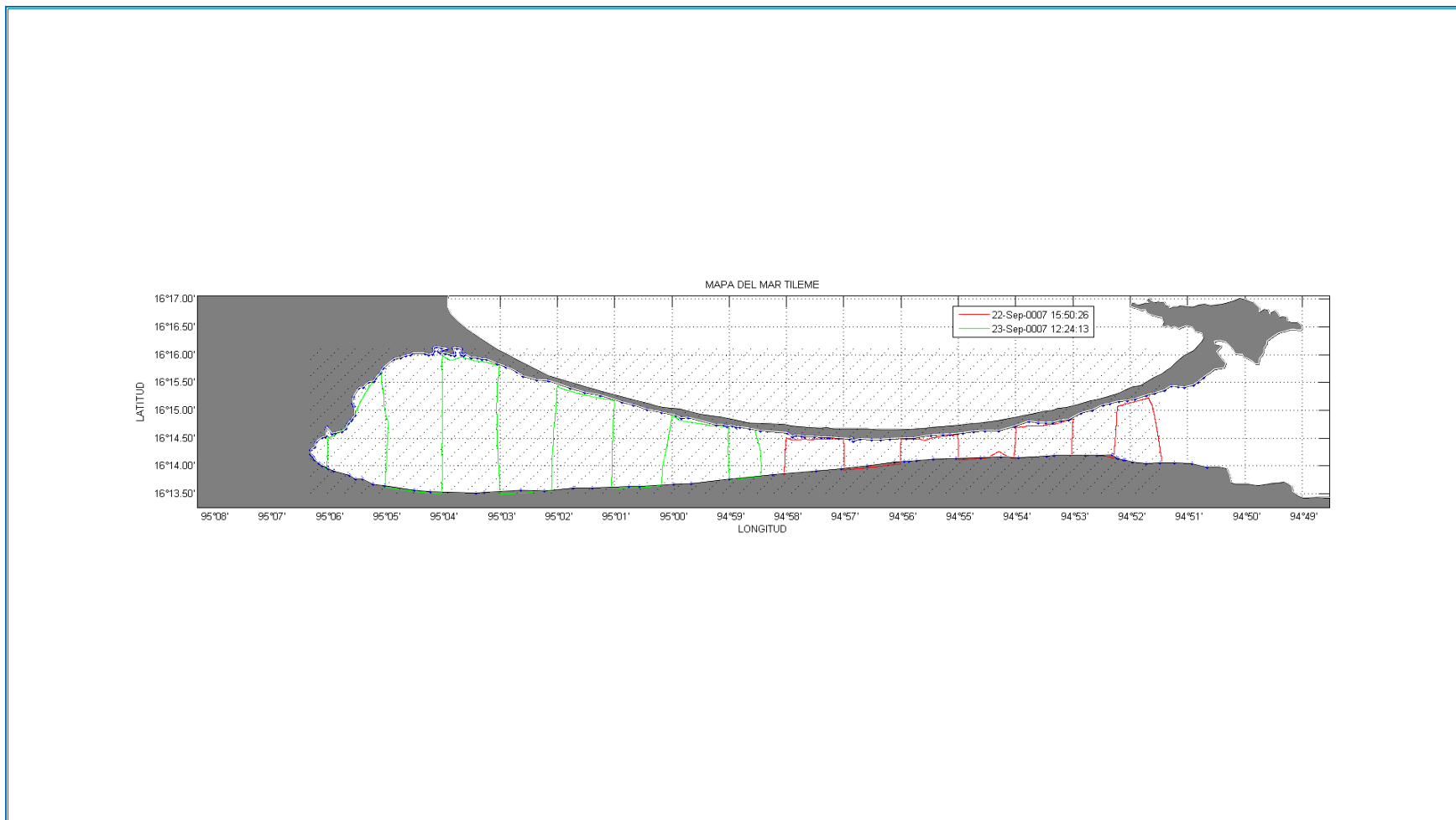


Figura IV. 21 : Transectos recorridos durante la campaña de mediciones el 22 y 23 de septiembre de 2007, al interior del Mar Tileme, (Hernández-Hernández. Inédito, 2007).

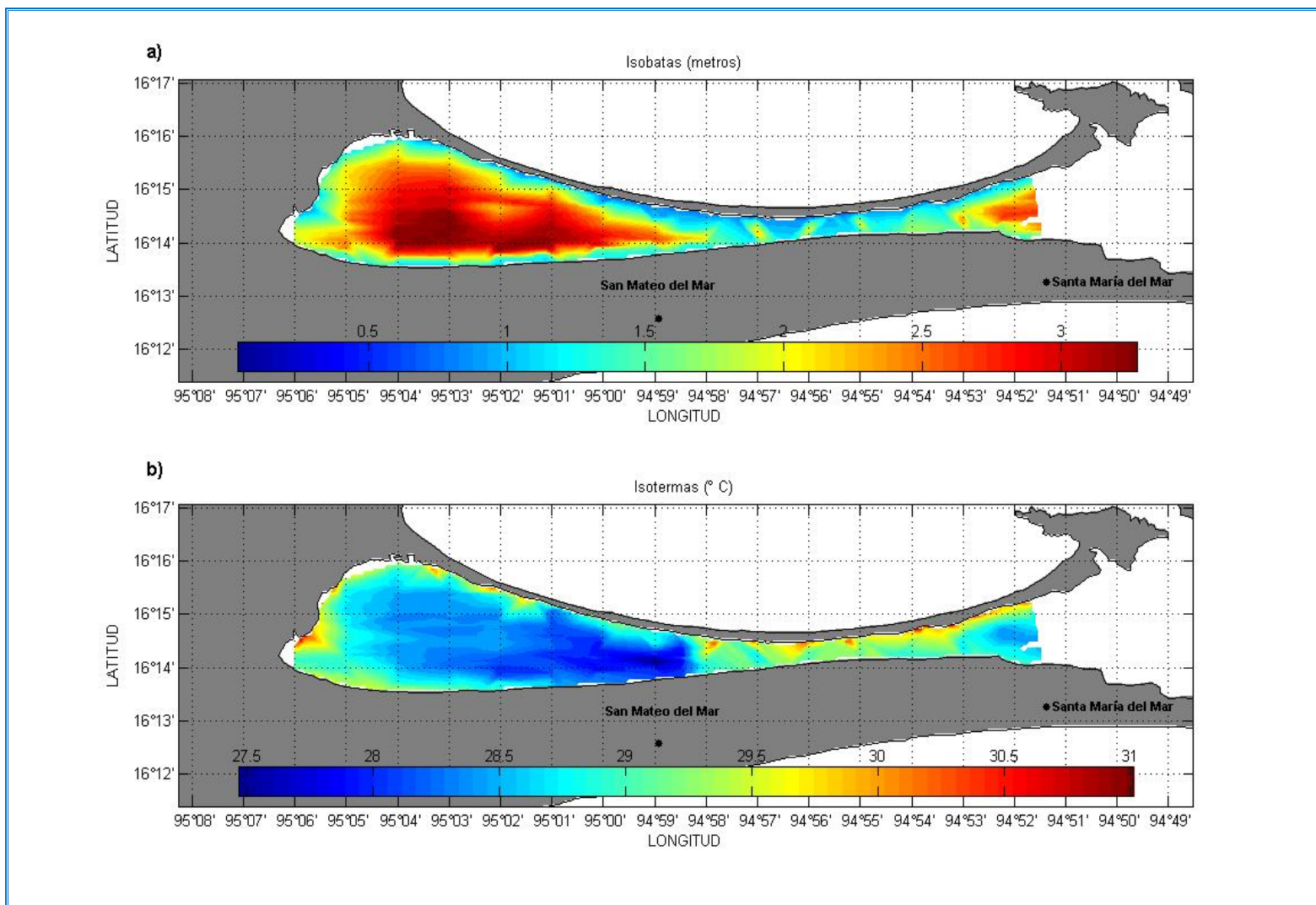


Figura IV. 22 : Batimetría (a, isobatas, metros) y temperatura superficial (b, isothermas, ° C) del Mar Tileme para agosto de 2007, (Hernández-Hernández, inédito 2007).

En el estrecho del Mar Tileme ($94^{\circ} 58'$ - $94^{\circ} 53'$ Longitud) se distinguen 4 depresiones de forma elíptica con una dirección casi perpendicular a la línea de costa. Estas depresiones, "plazuelas o pozas" son utilizadas como canales de navegación por los pescadores. Finalmente al este de los $94^{\circ} 53'$ longitud, se encuentra un ensanchamiento donde la profundidad cambia rápidamente a más de 2 metros y comunica al Mar Tileme con la Laguna Inferior.

La distribución espacial de isobatas e isotermas del Mar Tileme indicadas en el *Figura IV.22b* tienen una tendencia consistente, ya que en la parte más interna (la cabeza del Mar Tileme), se ubica la región menos cálida ($t < 29^{\circ} \text{C}$), mientras que el estrecho del cuerpo costero ($94^{\circ} 58'$ - $94^{\circ} 53'$ Longitud) coincide con la zona de menor profundidad ($z \leq 1.5$ metros) y mayor temperatura (29° a 30°C). En la zona de transición (al este de los $94^{\circ} 53'$ Longitud) del Mar Tileme hacia la Laguna Inferior, la temperatura disminuye ($t < 29^{\circ} \text{C}$), lo que es consistente con el aumento de la profundidad y la influencia de la L. Inferior, que es un cuerpo costero de mayores dimensiones.

De acuerdo con la información obtenida en la campaña de medición de variables fisicoquímicas, dentro del Mar Tileme se pueden diferenciar 3 regiones con características batimétricas y fisicoquímicas sustancialmente diferentes, (Figura IV.22).

La cabeza del Mar Tileme, ($94^{\circ} 06'$ - $94^{\circ} 58'$ Longitud) donde se localiza la cuenca descrita en párrafos anteriores, con registros elevados de salinidad (50-51 ups), con bajos valores de concentración de oxígeno disuelto ($[\text{O}_2] < 1.9 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

El cuello del Mar Tileme, ($94^{\circ} 58'$ - $94^{\circ} 53'$ Longitud) es la conexión con la Laguna Inferior. Esta región es la parte más estrecha y somera del cuerpo de agua, aquí aumenta la temperatura ($29^{\circ} < t < 30^{\circ} \text{C}$) debido a que disminuye el tirante de agua. Por otro lado la salinidad disminuye ($30 < S < 30.8$ ups) y la concentración de oxígeno disuelto aumenta ($[\text{O}_2] > 2.7 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

La boca del Mar Tileme, ($94^{\circ} 53'$ - $94^{\circ} 49'$ longitud), es un región de transición entre el Mar Tileme y la Laguna Inferior. Aquí se registró una mayor concentración de oxígeno disuelto ($3.8 < [\text{O}_2] < 4.6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) y salinidades más bajas, de alrededor de 30 ups.

En el estrecho del Mar Tileme ($94^{\circ} 58'$ - $94^{\circ} 53'$ Longitud) se distinguen 4 depresiones de forma elíptica con una dirección casi perpendicular a la línea de costa. Estas depresiones, "plazuelas o pozas" son utilizadas como canales de navegación por los pescadores. Finalmente al este de los $94^{\circ} 53'$ longitud, se encuentra un ensanchamiento donde la profundidad cambia rápidamente a más de 2 metros y comunica al Mar Tileme con la Laguna Inferior.

La distribución espacial de isobatas e isotermas del Mar Tileme indicadas en el Figura IV.22 b tienen una tendencia consistente, ya que en la parte más interna (la cabeza del Mar Tileme), se ubica la región menos cálida ($t < 29^{\circ} \text{C}$), mientras que el estrecho del cuerpo costero ($94^{\circ} 58'$ - $94^{\circ} 53'$ Longitud) coincide con la zona de menor profundidad ($z \leq 1.5$ metros) y mayor temperatura (29° a 30°C). En la zona de transición (al este de los $94^{\circ} 53'$ Longitud) del Mar Tileme hacia la Laguna Inferior, la temperatura disminuye ($t < 29^{\circ} \text{C}$), lo que es consistente con el aumento de la profundidad y la influencia de la L. Inferior, que es un cuerpo costero de mayores dimensiones.

Los estudios batimétricos realizados a la parte de la Laguna que se encuentra dentro del SAR hacen ver que las profundidades que se tienen en las diferentes áreas provoquen cambios en concentraciones de oxígeno disuelto lo cual viene a destacar que la mejor calidad de agua en cuanto a concentración de oxígeno es la que se encuentra cerca de la boca barra del Mar Tileme.

Es importante hacer notar que las variables de la calidad del agua como oxígeno disuelto y azolvamiento de cuerpos de agua vienen influenciadas por las descargas de aguas residuales que tienen los ríos hacia las lagunas. Estas descargas de aguas residuales no reciben tratamiento antes de ser vertidas en el cuerpo de agua lo cual hace que la calidad del agua vaya decreciendo. Además si le sumamos el cerramiento natural de la boca barra podemos observar que la suma de fenómenos naturales y antropogénicos son parte de los problemas de la calidad del agua que pudieran sucederse.

Ríos y tributarios del Sistema Lagunar Huave

La región hidrológica No 22 (RH 22)

Tiene una forma alargada de Este a Oeste, limita al Norte con las cuencas de los ríos Papaloapan y Coatzacoalcos; al Oriente, con los orígenes del Río Grijalva y otros ríos de poca importancia de la Región Hidrológica No. 23; al Sur con el Golfo de Tehuantepec y las cuencas de los Ríos Copalita, Zimatlán y otros menos notables de la Región No. 21; y al Oeste, con la cuenca del Río Verde o Atoyac (Región No. 20). Álvarez (1961), indicó que la zona en estudio incluye siete corrientes principales: tres de ellas son ríos o arroyos no aforados (Río Guiguchuni, Arroyo Verde y Río Espanta perros); y cuatro restantes, son corrientes aforadas en su cuenca media o alta (Río de Los Perros, Río Chicapa o Espíritu Santo, Río Niltepec y Río Ostuta; éste último aforado en sus dos afluentes principales). También se incluye, la zona del Distrito de Riego 019 (DR 019), alimentado por la Presa Benito Juárez (en Jalapa del Marques), al aprovechar los escurrimientos del Río Tehuantepec (Figura IV.23 y IV.24).

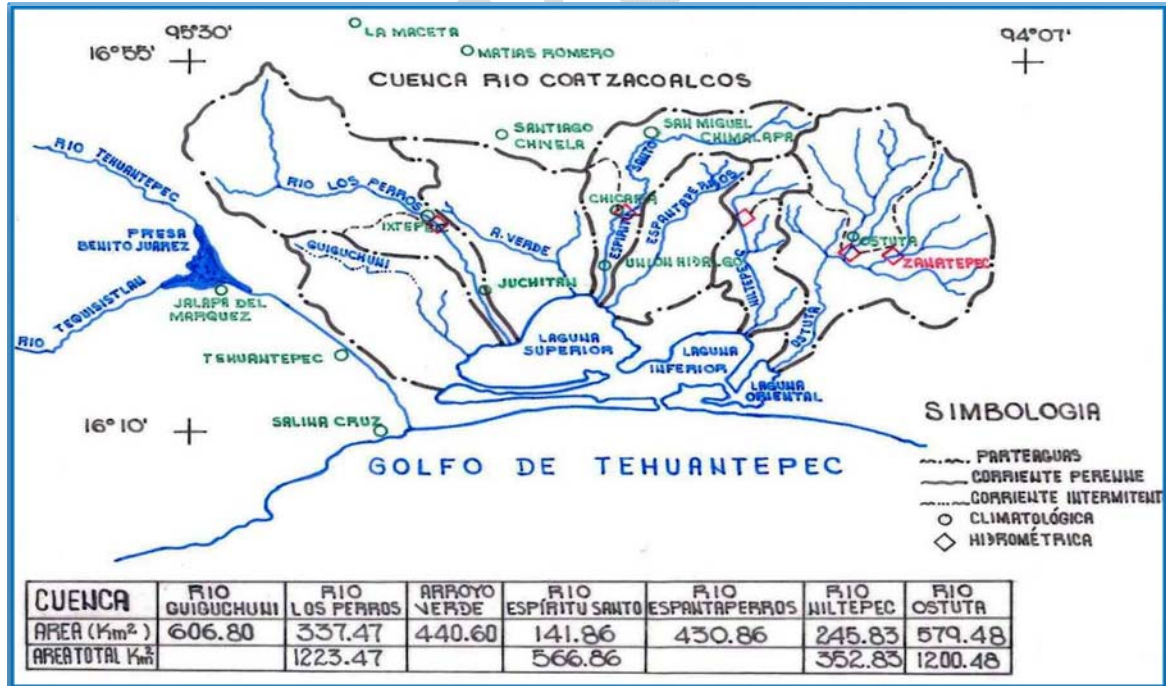


Figura IV. 23 : Cuenca y ríos que vierten al sistema lagunar Huave

El límite Oriental de la RH 22 está constituido por la Sierra Atravesada, que sensiblemente separa también las últimas corrientes oaxaqueñas de las primeras chiapanecas (situadas dentro de la Región Hidrológica No. 30) (Figura IV.24). En la margen Occidental de la RH 22, se localiza la mayor parte de la cuenca del Río Tehuantepec, que correr de Oeste a Este en busca de una salida, por la presencia de la Sierra Madre del Sur que le cierra el paso, y que de Oeste a Este, impide su acceso directo al mar. Por lo que su trayectoria se prolonga hacia el Oriente hasta cerca de Salina Cruz, donde la Sierra Madre del Sur desaparece.

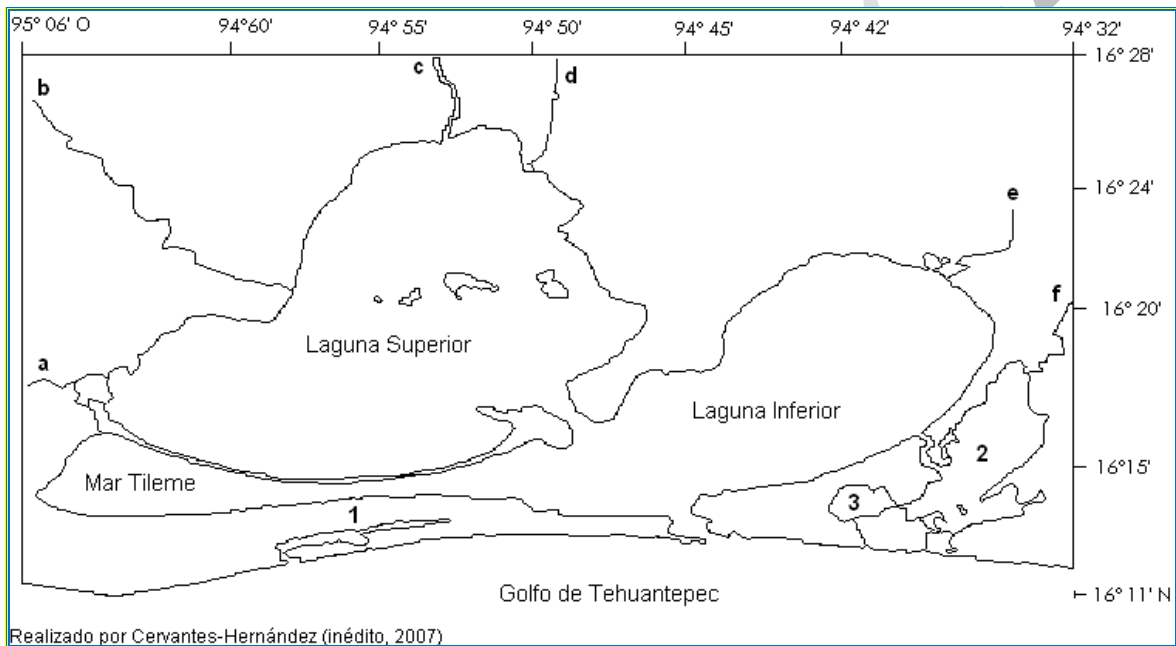


Figura IV. 24 : Sistema Fluviolagunar Huave (SFLH). **1)** Laguna Quírio (LQi); **2)** Laguna Occidental (LOc); **3)** Laguna Oriental (LOr). **a)** Río Guiguchuni, **b)** Río Los Perros, **c)** Arroyo Verde o Salinero, **d)** Ríos Espíritu Santo (Chicapa) y Espanta-Perros, **e)** Río Niltepec (Arroyo Santa Ana) y **f)** Río Ostuta.

Río Tehuantepec. Su cuenca abarca varios distritos del estado de Oaxaca que son los de: Miahuatlán, Ejutla, Ocotlán, Tlacolula, Mixe, Yautepec y Tehuantepec. Nace al Sureste de Miahuatlán a 3'200 metros sobre el nivel del mar (msnm), fluye al Norte con el nombre de Río de la Ciénaga. Después recorrer 20 Km y desvía su curso al Noreste, hasta Totolapan, donde recibe el nombre de Río Mijangos. En Totolapan se desvía al Este, hasta Nejapa y en ese punto, inicia una amplia convexidad al Norte, donde al principio se llama Río Grande, y el tramo descendente que conserva hasta la desembocadura lo lleva hacia el Sureste, donde adquiere su denominación final de Río Tehuantepec porque

atraviesa esa ciudad, 20 Km antes de desembocar en la Ensenada de "La Ventosa", cerca del límite oriental de Salina Cruz, después de haber recorrido aproximadamente 240 Km desde su nacimiento.

Los tributarios del Río Tehuantepec son numerosos. Sin embargo, son más importantes los de su margen derecha. El primero es el Río de La Virgen, que nace al Sur de Yautepec, fluye de Sur a Norte y entra al Río Grande, 37 Km aguas abajo de Totolapan. Otro afluente importante es el río Tequisistlán (en sus orígenes se denomina Amarillo, en su tramo medio Carrizal u Otates y aguas abajo de Tlacolulita, Tequisistlán), sigue una dirección Noreste y confluye con el Río Tehuantepec, 30 Km arriba de la ciudad de Tehuantepec, en la Presa Benito Juárez (Jalapa del Marqués).

Los afluentes de la margen izquierda del Tehuantepec son el Río San Antonio, que nace en las cercanías de Taviche, baja hacia el Sureste y entra al Mijangos 15 Km aguas arriba de Totolapan. También puede citarse el río Las Margaritas, que nace en la zona de Tuxtepec, baja directamente al Sur y entra al Río Grande, 17 Km aguas abajo de Totolapan.

En junio de 1961 fue retenido el caudal del Río Tehuantepec, mediante la Presa Benito Juárez, construida por la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) de 1956 a 1961. Aguas abajo de la cortina se encuentra la estación hidrométrica El Marqués, que operó la Secretaría de Recursos Hidráulicos, desde marzo de 1962.

Seis kilómetros aguas abajo de la presa se encuentra la estación hidrométrica Las Cuevas, que también era operada por la SRH y de la que existen dos registros: Las Cuevas que se operó desde Septiembre de 1935 para conocer el régimen virgen de la corriente; y las Cuevas II, que desde Junio de 1961 hasta la actualidad, mide el régimen ya modificado por las obras y la presa terminada. Desde diciembre de 1961, sobre el cauce principal del Río Tehuantepec, en el tramo final del recorrido del Río, 10 Km aguas arriba de Tehuantepec opera la estación Las Pilas. El Río Tehuantepec presenta una cobertura de cuenca de 10,090 Km².

Río Los Perros. Nace el Norte de Guevara de Humboldt en el parte aguas de la Sierra Mixe a unos 1'400 m de altura y baja con rumbo Sureste pasando por Ixtepec y Juchitán, hasta desembocar en la Laguna Superior (LS). Con 88 Km de longitud en su cauce principal, su cuenca queda dentro del Distrito de Tehuantepec y hacia el tramo final de su

recorrido en el de Juchitán. La SRH operó la estación hidrométrica de Ixtepec desde Julio de 1947. Su área total hasta la desembocadura en la Laguna Superior es de 1'223.47 Km² (Figuras IV.23 y IV.24).

Río Espíritu Santo (Chicapa). Nace en la Sierra Madre de Chiapas a 2'200 m de altitud, cerca de la Sierra Atravesada, con el nombre de Río Espíritu Santo, y corre hacia el Suroeste hasta Chicapa, donde cambia de rumbo hacia el Sur directamente para desaguar en la Laguna Superior (LS). Su recorrido total a lo largo del cauce principal es de 72 Km. El área total de su cuenca es de 566.86 Km y está dentro del Distrito de Juchitán (Figuras IV.23 y IV.24).

Río Niltepec. Pequeña corriente que nace al Noreste de Niltepec, tiene 45 Km de longitud en su cauce principal y desemboca en la parte oriental de la Laguna Inferior (LI). El área de cuenca hasta la desembocadura es de 352.83 Km² (Figuras IV.23 y IV.24).

Río Ostuta. Es la última corriente de la RH 22, va de Norte a Sur, desde 2'300 m de altitud en la Sierra Madre de Chiapas, hasta su desembocadura en la Laguna Oriental (LOr). En su longitud máxima, el cauce alcanza 65 Km. Queda dentro del Distrito de Juchitán, Oax., y cuenta con un área de 1'200.5 Km² (Figuras IV.23 y IV.24).

Esta cantidad de ríos que alimentan al sistema laguna huave hacen compleja la calidad del agua del embalse dado que el tratamiento de las aguas residuales que se vierten a los ríos a lo largo de su trayectoria antes de llegar a laguna provocan que las variables de calidad de agua sean cambiantes a lo largo del año y con el pasar del tiempo, esto se debe al crecimiento poblacional que se tiene en la riveras de los ríos que alimenta a la laguna. Dentro del Sistema Ambiental Regional los ríos más importantes son los que llegan del lado oeste al cuerpo de agua, los cuales no se verá influenciados por la instalación del proyecto si tomamos en cuenta las características del mismo.

La formación del sistema lagunar huave

En la Región Hidrológica No. 22 existen cinco importantes lagunas: La Laguna Superior (LS), El Mar Tileme (MT), la Laguna Inferior (LI), así como las Lagunas Oriental (LOR) y Occidental (LOc), adonde desaguan hacia el mar las corrientes fluviales de toda la RH 22.

Resulta muy interesante la explicación geológica que da Cromwell (1984), sobre el origen de estas lagunas situadas al final de la llanura aluvial con gran depositación de detritus, sujetas a continua emersión que al elevar el fondo, han ido azolvándolas. La evidencia sedimentológica sugiere que en los últimos 6'200 a 8'500 años, una barrera se extendió hacia el Este, desde la boca del Río Tehuantepec. Como el nivel del mar se elevó, esta barrera se construyó hacia arriba sobre sí, manteniéndose sobre el nivel del mar y encerrando una laguna atrás de ésta.

Hace 7'500 a 3'000 años, cuando el nivel del mar estuvo 2-4 m por abajo del actual, la antigua barrera no era mayor, conservándose arriba del nivel del mar. El transporte litoral de los sedimentos costeros por el oleaje oceánico, formó un gancho tierra adentro de la ubicación de la antigua barrera. Esta barrera interna encerró a la Laguna Superior, separándola del Golfo de Tehuantepec y del Océano Pacífico. Una vez que el nivel del mar se estabilizó en su posición actual, otro gancho de barrera se formó sobre los sedimentos de la antigua barrera en dirección al mar. Esa barrera externa capturó del mar abierto los procesos litorales y encerró todo el SLH. Posteriormente, la morfología y ubicación de la barrera interna fue modificada en respuesta a la elevación del nivel del mar y por la acción del oleaje inducido por los vientos Tehuanos dirigidos hacia el mar, ajustándose a las mareas dentro del SLH. Después de su rejuvenecimiento, la barrera exterior progradó periódicamente unos 4 Km hacia el mar por la acreción de los cordones de playa paralelos. La migración de la boca hacia el Este, ha acompañado aparentemente, esta episódica progradación al mar.

Los vientos Tehuanos, han generados muchas dunas o bordes arenosos sobre las barreras dirigidas alargadamente en dirección Norte-Sur, que sobre la barrera principal se combinan con los bordes de playa Este-Oeste, para formar una topografía de tablero. Asimismo, los *Tehuanos* transportan arena fina a través de las barreras desde las playas lagunares, lo cual ha cubierto los bordes de playa de la barrera principal y la ha elevado de 2 a 3 m en promedio, preservando su topografía.

Durante los últimos 1'000 años, los cambios del cauce del Río Tehuantepec, han aportado sedimentos, transportándolos por acción del oleaje y el viento hacia su zona litoral, tanto en la barrera principal como en la barra interna. Como resultado, ambas barreras han progradado en las lagunas por la acreción de bordes de playa. Estas dos barreras, describen una suave concavidad al Norte, orientándose hacia la fuente de vientos dominantes provenientes del "Paso de Chivela".

Las cinco lagunas principales interconectadas del SLH (Superior, Inferior, Tileme, Oriental y Occidental), son las primeras de una cadena de lagunas, que inician en el Golfo de Tehuantepec, y se extiende hacia el Este y Sur a lo largo de la planicie costera del Pacífico al SE de México, hasta Guatemala.

Actualmente el (SLH) se encuentra separado de la Sierra Norte por 20 Km de planicie costera aluvial, irrigada por los ríos Tehuantepec y los Perros en la margen Occidental, mientras en su margen Oriental, la Laguna Oriental comunica mediante un canal artificial con el sistema lagunar Mar Muerto (SLMM), y delimitándola al Sur, se encuentra desde mediados de 2006 una barra arenosa de 40 km. de longitud y 4.5 Km. de ancho promedio, que lo separa del Golfo de Tehuantepec, con el que se comunicaba anteriormente mediante la "Boca de San Francisco".

El Sistema Fluvial Lagunar Huave (SFLH) se suman intermitentemente, en la temporada de lluvias las lagunas: Quírio, Santa Ana, Lagartero, Palizada, Xhumijama, Xhubabeza, Chinchorro, Tamarindillo, Tineonco, Ticomas, Salinitas y los esteros Checheche y Candelilla, que en conjunto constituyen un complejo sistema lagunar, de aproximadamente cien mil hectáreas (60 km de longitud y una amplitud de 22 km), que es equivalente al 60 % de las extensión de las lagunas costeras del estado de Oaxaca (SEPESCA 1996). La Laguna Superior (LS, Figura IV.24 y Figura IV.25). Es la más grande del SLH, describe un vaso irregular de 20.5 km de ancho, 33 km de longitud y de cerca de 350 Km² de superficie. La Boca de Santa Teresa, al SE la conecta con la Laguna Inferior.

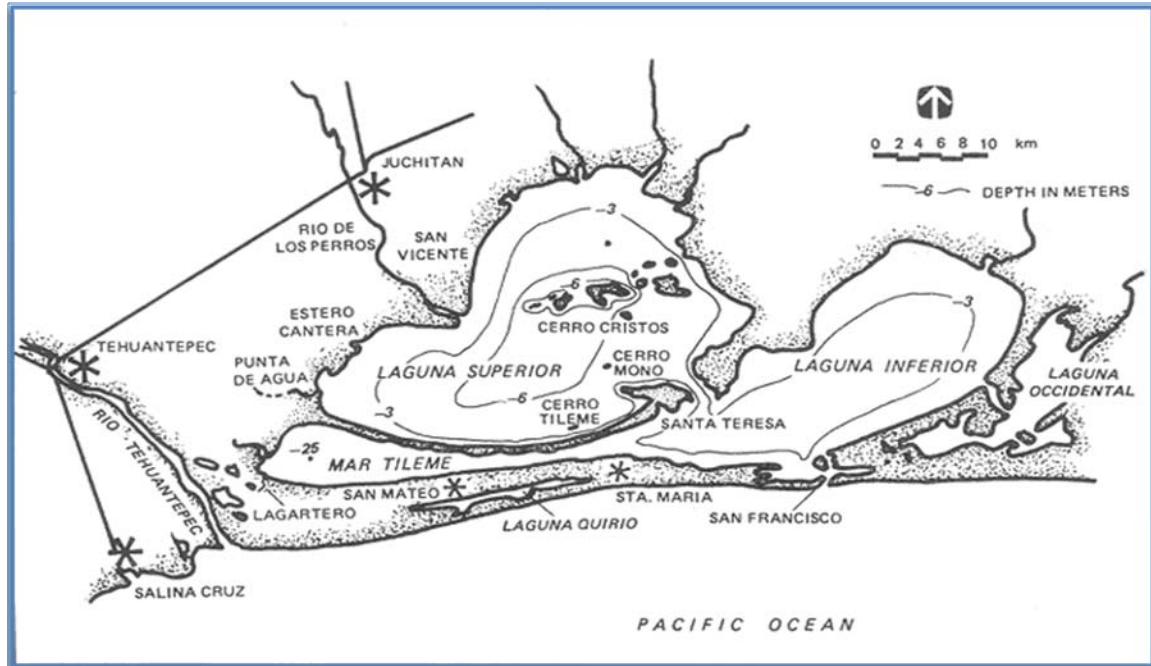


Figura IV. 25 : Morfología y batimetría del Sistema Fluviolagunar Huave (SFLH) (Tomado de: Cromwell, 1985).

El Norte de la Laguna es un valle de la Sierra Madre del Sur, donde los vientos son empujados por la prevaliente presión barométrica mayor en el lado del Golfo de México. Estos vientos predominantes dirigidos hacia el mar, dan un carácter poco usual, no solo al clima de la región, sino también en la geomorfología, hidrología e historia de las lagunas de Tehuantepec y sus barreras (Cromwell, *op. cit.*). La Laguna Superior está aislada del efecto del Océano Pacífico por dos lagunas más pequeñas (El Mar Tileme y La Laguna Inferior) y por una excepcional, única y característica barrera interna. Un limitado intercambio del agua y una falta de pantanos de marea, presuponen poco aporte de nutrientes hacia la Laguna Superior y sugiere baja producción biológica.

Cinco afluentes alimentan a esta Laguna, con un escurrimiento medio anual de aproximadamente $1'119 \text{ mm}^3$ (Tamayo, 1949) (Figura IV.23). El más largo de estos aportes es el Río Los Perros. El Estero Cantera, que llega por el Oeste a la Laguna Superior, cerca de Punta de Agua, es el dren principal del Distrito de Riego 19 (DR 19). Basados en información de La Marina de los E. U. A. (Shufeldt, 1872) y planos del sistema de irrigación, se cree que el Estero Cantera es un vestigio del cauce del Río Tehuantepec.

Una docena de islas se encuentra distribuida en su interior y varían en tamaño y van desde varios kilómetros de longitud a sólo unos cuantos metros. Algunas presentan unos macizos rocosos, como Cerro Cristos, en el que se ha identificado granodiorita de grano fino. La litología de todas las islas es similar (Shufeldt, *op. cit.*)

Hay dos islas (Cerro Mono y Cerro Tileme) que caracterizan el Sur de la laguna, con una pendiente pronunciada de forma circular y color brillante, aparentemente de origen volcánico. Existen pequeños bancos de arena entre Cerro Tileme y Cerro Mono, pero no se observó relación entre sus estructuras (Cromwell, *op. cit.*).

La zona más profunda de la Laguna Superior, Cromwell (*op. cit.*) la reporta alrededor de las islas centrales con un tirante entre los 6 a 8 m. Al Sur y Oeste de las islas, el fondo se alza ligeramente a niveles de 5 a 7 m, constituyendo la zona principal de la Laguna. Entre las islas y el extremo Norte, el fondo se eleva gradualmente. Justo en el Norte de la barra que separa la Laguna Superior y el Mar Tileme, el fondo se eleva rápidamente para constituirse en la barrera. El cuerpo de la barra es estrecho y se extiende hacia el Oeste con una rápida pendiente hacia la Laguna, hasta los 3 a 4 m de profundidad.

Los sedimentos de la Laguna Superior son generalmente de color gris oscuro-oliva, arcillas suaves con algunas conchas y menos del 5 % de arena. El contenido de arena se incrementa hacia la zona central de las islas y la Boca de Santa Teresa. Pequeños pantanos de mangle se encuentran, principalmente alrededor de la desembocadura de los ríos a lo largo de los bancos de los depósitos salinos. La mayor parte de la margen (playa) de la Laguna Superior está constituida de residuos de roca, playas de arena y de marismas en la margen Norte.

El Mar Tileme (MT, Figura IV.23 y Figura IV.24).- Separado de la Laguna Superior por una singular y característica barra de arena, tiene un estrecho vaso de captación de un ancho máximo de 4 Km por 20 Km de longitud aproximadamente, con una superficie de 40 Km². Presenta un estrecho canal con una profundidad menor a los 0.5 m, que lo comunica con la Laguna Inferior. Los excedentes de agua o drenados, del sistema de irrigación del DR 019, llegan al cauce abandonado del Río Tehuantepec y descarga en forma cada vez menor, en forma adyacente hacia el Oeste del Mar Tileme.

Los sedimentos del vaso del Mar Tileme son de un color gris oscuro-oliva, de arcilla suave que contiene 4 a 20 % de arena y conchas de moluscos (principalmente

gasterópodos). Los sedimentos con contenido de arena se incrementan rápidamente hacia la margen Sureste y en el cauce entre el Mar Tileme y la Laguna Inferior. La playa Norte del Mar Tileme es una marisma. La playa Sur está constituida de arena. La playa Oeste es concordante con los pantanos de mangle y juncos.

La Laguna Inferior (LI, Figuras IV.23 y IV.24).- Las profundidades máximas están reportadas en la confluencia de las Lagunas Superior e Inferior, hacia la "Boca de Santa Teresa", así como alrededor de las islas que alberga la Laguna Superior (6 a 8 m), formando la mayor cuenca del sistema lagunar. Los sedimentos del fondo del sistema son arcillo – limosos, con menos de 5 % de arenas, mismo que se incrementa hacia el margen Sur y Occidental, siendo de cantos rodados alrededor del margen litoral de la Boca de Santa Teresa (Cromwell, 1984).

Se consideraba un estuario durante el verano, otoño e invierno y como un antiestuario durante la primavera, con valores de salinidad y temperatura más altos en la cabeza que en la boca (Gluyas, 1982). Según este autor, el factor ecológico más importante es la salinidad, no solo por los altos valores que alcanza durante la época de caldeamiento e intensa evaporación, sino por las diferencias entre máximos y mínimos alcanzados. En enero, las aguas son prácticamente isohalinas con respecto a las marinas, a partir de esa época hacia mayo y junio, la salinidad aumenta constantemente, debido a la evaporación, falta de renovación de agua y la carencia casi absoluta de precipitación pluvial.

El mismo Gluyas (*op. cit.*), indicó que se observaba una clara relación entre la salinidad, la naturaleza eurihalina de las especies y la producción pesquera en la Laguna. A partir de octubre, cuando se logró la pesca más copiosa, las capturas empezaron a disminuir a medida que la salinidad se fue incrementando, hasta que en los meses de abril a junio, cuando la salinidad fue mayor, la producción pesquera llegó a sus niveles más bajos.

La capacidad eurihalina de las especies fitoplanctónicas aumenta el índice de productividad primaria, como es típico de aguas con cambios de salinidad, pero a pesar del incremento de la actividad fotosintética, el efecto solo se hace sentir en los primeros niveles tróficos y no en aquellos niveles que pueden ser aprovechados por el hombre.

Temperatura superficial del sistema lagunar huave

Los registros obtenidos entre los diferentes sitios fueron muy similares (con variaciones menores a 0.02 °C), excepto en cuatro estaciones: una en el Mar Tileme (MT 10), otra en la Laguna Superior (LS 12), así como en la Laguna Occidental (LOc 3) (con 0.03 °C, cada una) y una más en la Laguna Inferior (LI 9, con 0.05 °C), teniendo muy poca variación.

La L. Superior fue la más homogénea del SLH con una oscilación térmica de únicamente 1.1 °C (de 26.7 °C, Est. LS 1 y 27.8 °C, Est. LS 10), equivalente al intervalo térmico de la L. Inferior en octubre (de 26.4 °C, Est. LI 12 a 27.4 °C, LI 9). Ver la Figura IV.26.

COPIA PÚBLICA

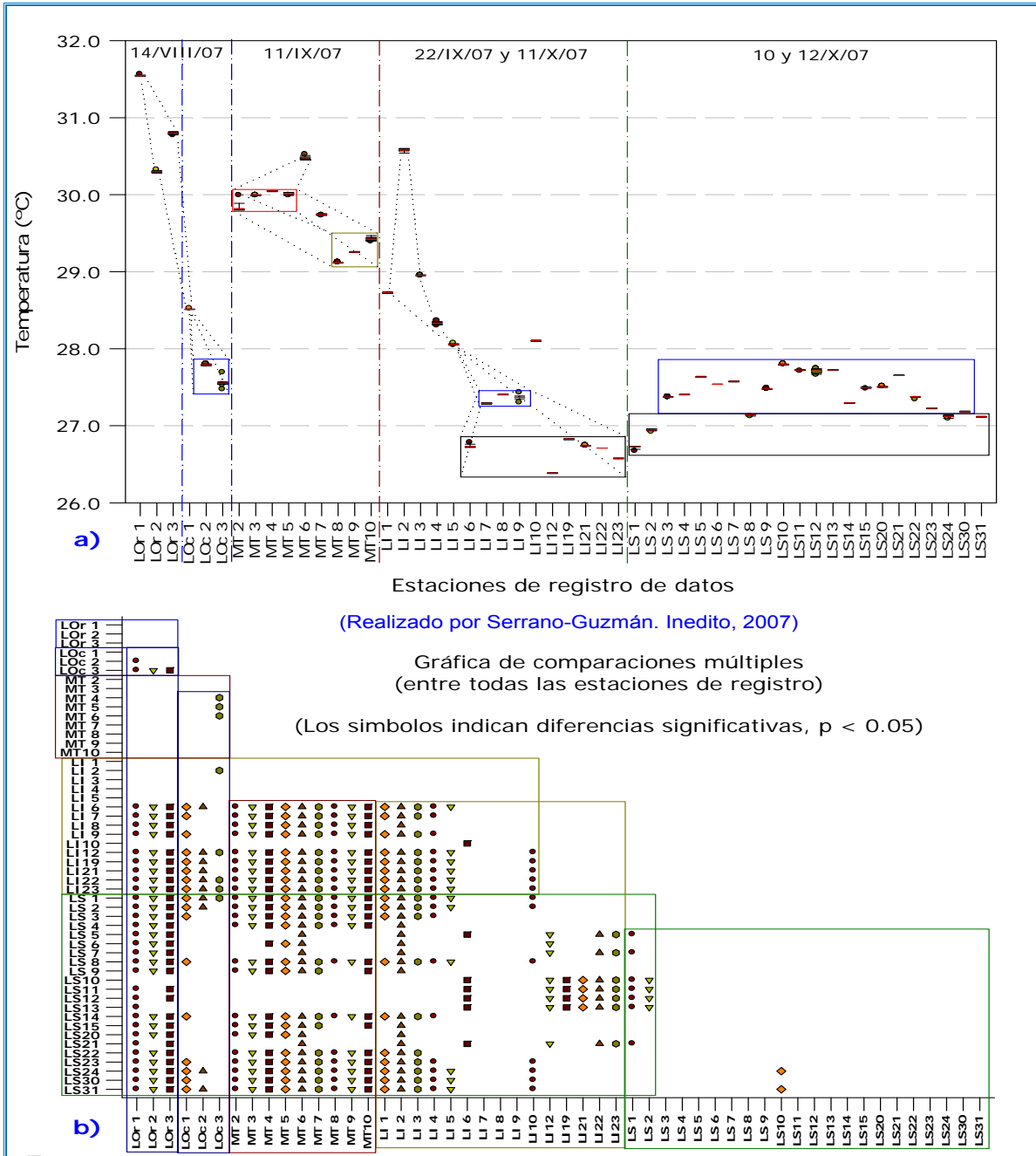


Figura IV. 26 : Temperatura superficial (t en °C, a 0.20 m de profundidad) dentro del Sistema Lagunar Huave (SLH), en la temporada de lluvias de 2007. a) Temperatura por estación, laguna y fecha de registro (del 14/VIII/ 07 al 12/X/07) y b) Prueba de comparaciones múltiples de Dunn.

El registro más bajo de temperatura en el Sistema Lagunar Huave fue de 26.4 °C frente al “Estero Los Otates” (Est. LI 12), que intercomunica a la L. Inferior con la L. Oriental, sin diferir significativamente ($p > 0.05$) de la temperatura registrada en su porción Media central y Suroeste (Figura IV.27), que involucró a las estaciones LI 23, 22, 21 y 6 (26.6 – 26.7 °C), cuyos valores fueron equivalentes a los cinco registros más bajos que la L.

Superior tuvo en su porción Norte y Este (Figura IV.27) (con temperaturas de 26.6 – 27.1 °C, LS 1 y 2, 31, 24 y 8, Figura IV.26).

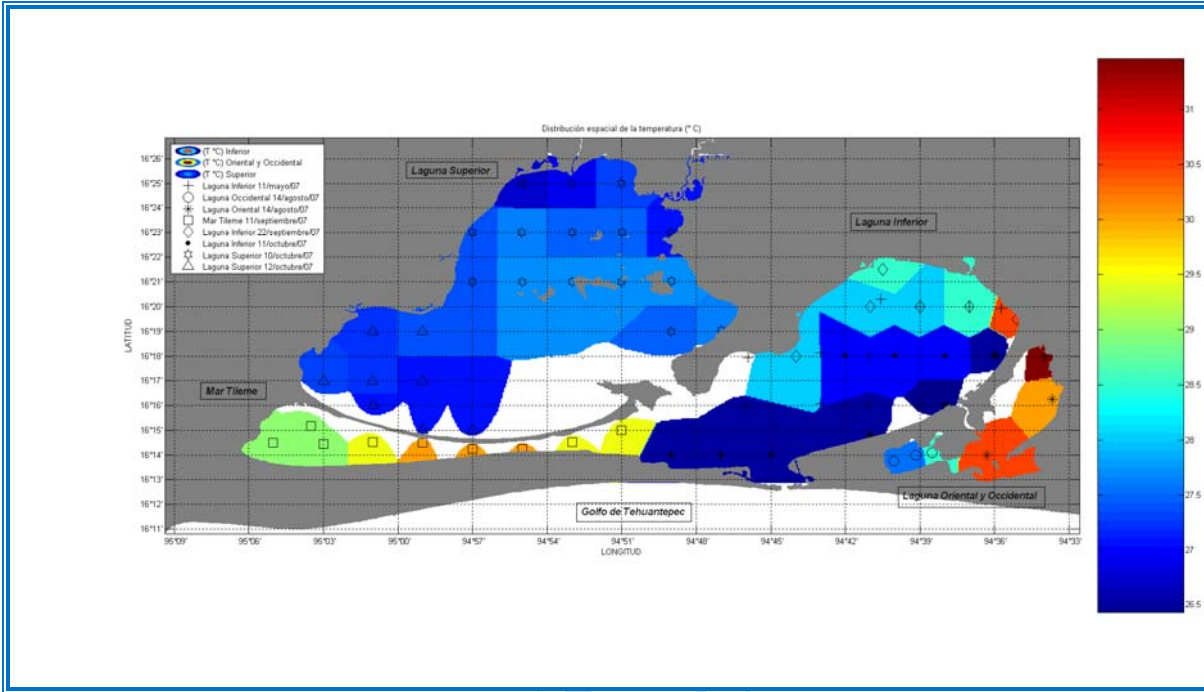


Figura IV. 27 : Vista sinóptica de la distribución espacial de la temperatura superficial (° C) dentro del Sistema Lagunar Huave (SLH) y ubicación de las estaciones de registro de variables fisicoquímicas, durante la temporada de lluvias de 2007. (Realizado por: Hernández-Hernández. Inédito, 2007).

El grupo anterior, difirió significativamente ($p < 0.05$) del constituido por las otras estaciones de la L. Superior, que fueron de 27.2 a 27.8 °C (Est., LS 30 a 10) (*Mapa 1*); con valores equivalentes, en los registrados en la L. Inferior, frente y al SE de Huamúchil (Est. LI 7, 9 y 8, 26.6 a 27.4 °C), así como en dos de los tres registros más internos de la L. Occidental, (LOc 3 y 2; 27.5 a 27.8 ° C), (*Fig. 4* y *Mapa 1*). La máxima temperatura registrada en el SLH fue de 31.5 °C en la L. Oriental (Est. LOr 1); en la confluencia con el Río Ostuta (*Mapa 1*). Entre este sitio y la porción más interna de la L. Occidental se estableció un gradiente térmico de 4.0 °C (LOc 3, 27.5 °C) que involucró a las estaciones LOc 1 (28.5 °C), LOr 2 (30.2 °C) y LOr 3 (30.9 °C), donde resultó evidente la influencia de las descargas del Río Ostuta (31.5 °C), así como la advección y mezcla vertical, asociada al viento y lo somero de la L. Oriental (Figura IV.27).

En el Mar Tileme, fue evidente un pequeño pero cálido gradiente térmico de 1.4 °C, entre la estación que se encontraba en la "Angostura del Mar Tileme" (Est. MT 6, 30.5 °C) y su parte más interna o "Cabeza del Mar Tileme" (Est. MT 10, 9 y 8, con 29.4 a 29.1 °C), así como hacia la confluencia con la porción Sureste de la L. Inferior o "Boca del Mar Tileme" (Est. MT 2 y 3, con 30.0 °C) (Figura IV.26 y Figura IV.27).

En la L. Inferior, la diferencia más notoria correspondió al cambio térmico (de 1.7 a 3.2 °C) ocurrido entre el muestreo de 22/IX/07 (28.1 °C, Est. LI 5 y 10; a 30.6 °C, Est. LI 2) y el 11/X/07 (26.4 °C, Est. LI 12; a 27.4 °C, Est. LI 9); o a un gradiente térmico de entre 3.8 a 4.2 °C, establecido a todo lo largo de su eje principal y margen Sur Sureste, entre su estación más cálida localizada en el litoral NO de la laguna (Est. LI 2, con una temperatura de 30.6 °C) y el conjunto de estaciones de la región media central, menos cálidas (Est. LI 9, 6, 21, 22, 23 y 12, con temperaturas que oscilaron entre 26.8 y 26.4 °C) (Figura IV.26 y Figura IV.27).

En forma similar, los registros reportados por Salinas *et al.* (1996), para el SLH entre el 6 de septiembre y el 7 de diciembre de 1994, indican que la temperatura del agua fluctuó de 32.4 a 23 °C, debido a que su periodo de muestreo se prolongo hacia finales de otoño y el nuestro concluyo el 12 de octubre, cuando la temperatura apenas empezaba su descenso anual.

En la L. Superior sucedió la menor variación de temperatura, al igual que ocurrió durante nuestro periodo de registro, seguida por el Mar Tileme, ocurriendo la mayor variación dentro de la L. Inferior, lo que fue congruente con lo registrado durante nuestro estudio.

Conductividad de la calidad del agua del sistema lagunar huave

Los registros fueron muy consistentes ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, Figura IV.28). La menor conductividad ($1.6 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) se obtuvo donde el Río Ostuta vierte sus aguas a la L. Oriental (Est. L Or 1), a partir de donde se estableció un gradiente (de $43.1 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) involucrando a todas sus estaciones, con diferencias significativas ($p < 0.001$) a lo largo de la L. Oriental y la L. Occidental, donde la conductividad no tuvo diferencias significativas, oscilando entre 44.0 a $44.7 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

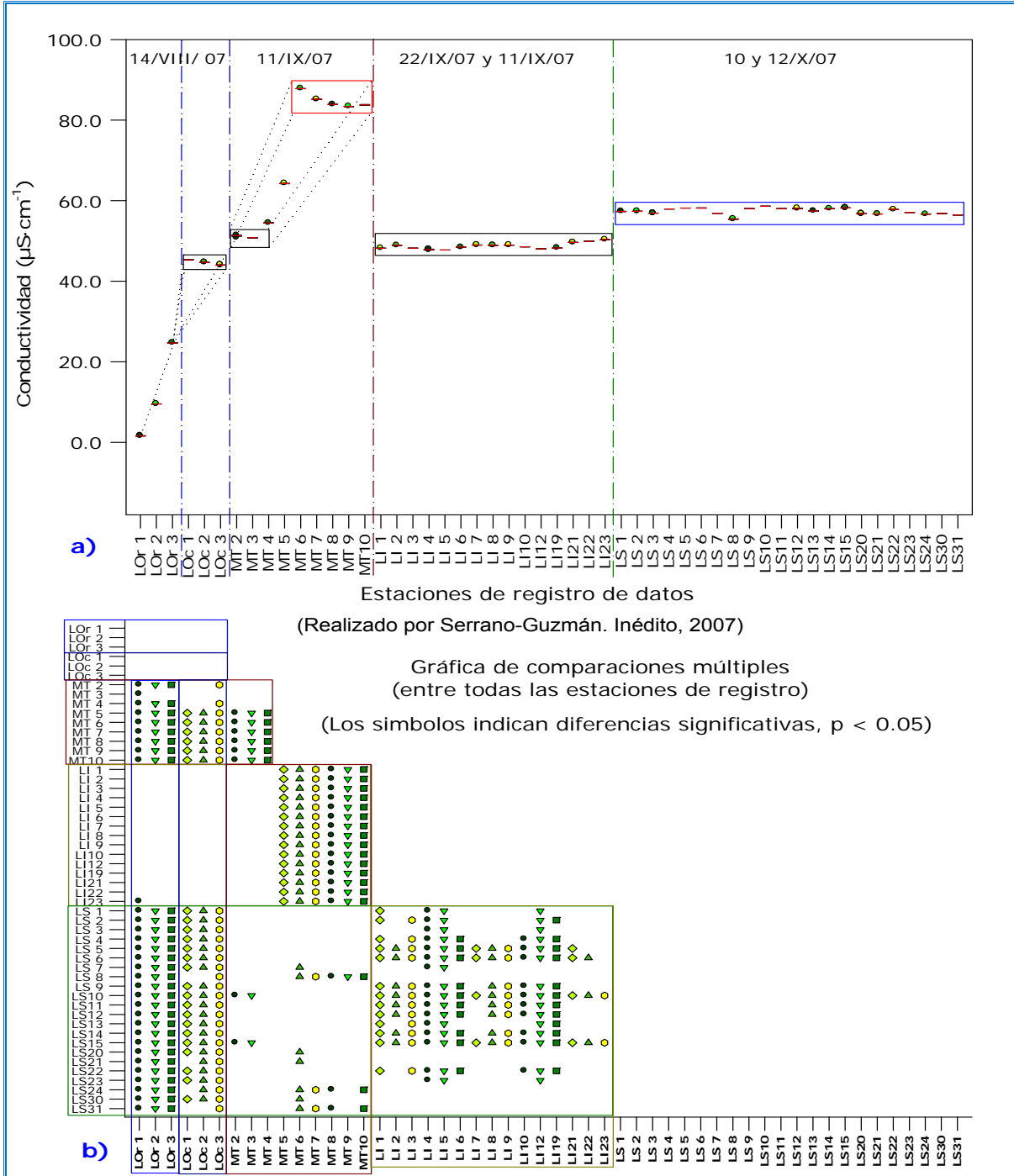


Figura IV. 28 : Distribución de la conductividad superficial (en $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, a 0.20 m) dentro del sistema lagunar Huave, en la temporada de lluvia de 2007 **a)** Conductividad por estación, laguna y fecha (del 14/VIII/07 al 12/X/07) y **b)** Prueba de comparaciones múltiples de Dunn.

La L. Inferior, tuvo una conductividad significativamente mayor ($p < 0.05$) que la L. Occidental, dentro de un estrecho intervalo de variación de $2.5 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (de 47.7 a $50.3 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, en sus 15 estaciones), equivalentes a los registros de su confluencia con el Mar Tileme (Est. MT 2 y 3, con 50.8 y $51.4 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, respectivamente), quien tuvo un marcado gradiente de conductividad a través del estrecho canal que comunica su "Boca" y "Cabeza" (Est. MT 6, con $87.8 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), donde su porción más interna no tuvo diferencias significativas, manteniendo los registros de conductividad más altos de todo el SLH, de 83.8 a $85.2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Est. MT 10 a MT 7) (Figura IV.28).

La L. Superior oscilo dentro de un pequeño intervalo de $3.3 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ de conductividad, entre 55.4 (Est. LS 8) y $58.7 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Est. LS 10) que involucró a todas sus estaciones (55.4 a $58.7 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, Est. LS 8 a LS 10, respectivamente), (Figura IV.28).

Dentro del SLH, resultó evidente el gradiente de $86.2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, en su margen Sur, con dirección Este-Oeste (de la Est. 1, en la L. Oriental, con $1.6 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$; a la Est. 6, dentro del canal del Mar Tileme, con $87.8 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), mientras que la L. Inferior y Superior, aun cuando fueron diferentes entre sí ($p < 0.05$), y con las otras lagunas del SLH (L. Oriental, L. Occidental y Mar Tileme), fueron muy homogéneas en su interior.

Sólidos totales disueltos en el sistema lagunar huave

Una tendencia de variación prácticamente idéntica a la de conductividad (Figura IV.29), se obtuvo para esta variable, ya que las características conductivas del agua están íntimamente relacionadas con el tipo y cantidad de materiales disueltos que se disocian (STD).

Los extremos de variación fueron de $0.93 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$, donde desembocó el Río Ostuta a L. Oriental (Est. L Or 1) hasta un máximo de $51.69 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ en "La Angostura" y "Cabeza del Mar Tileme" (Estaciones MT 6 a 10) (Figura IV.29 y Figura IV.30) evidenciando un acentuado gradiente (de $50.76 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$) de Este a Oeste, por toda la margen Sur del SLH.

Entre la L. Oriental y la L. Occidental, también se estableció un marcado gradiente (de $26.34 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$) con diferencias altamente significativas ($p < 0.001$), que involucro a todas sus estaciones. A las que continuó una zona con poca variación ($4.48 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$), que comprendió a las tres estaciones de la L. Occidental ($27.27 - 27.63 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$), así como a todas las estaciones de la L. Inferior (LI 2, $28.72 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ a LI 23, $31.75 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$) y fue equivalente a lo que sucedió entre las tres primeras estaciones del Mar Tileme (MT 2, 3 y 4, 30.13 a $32.32 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$) (Figura IV.29 y Figura IV.30).

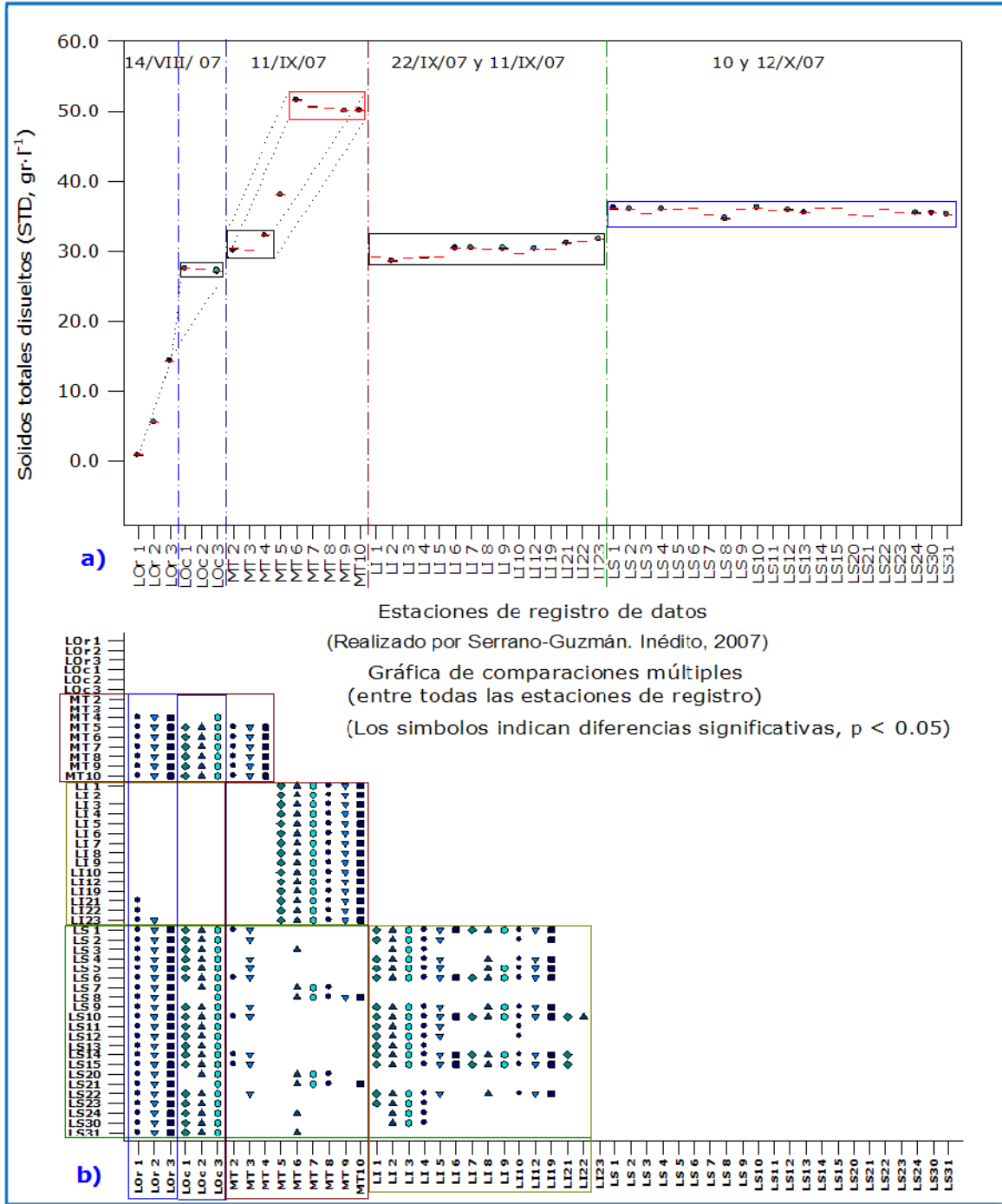


Figura IV. 29 : Distribución de STD superficiales (en $\text{gr}\cdot\text{l}^{-1}$, a 0.20 m) dentro del sistema lagunar Huave, en la temporada de lluvia de 2007 **a)** STD por estación, laguna y fecha (del 14/VIII/ 07 al 12/X/07) y **b)** Resultados de la prueba de comparaciones múltiples de Dunn.

Una segunda zona con aún menos variabilidad ($3.49 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$), que involucro a todas las estaciones de la L. Superior (LS 8, 34.63 a LS 10, $36.19 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$) y una del Mar Tileme (MT 5, $38.12 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$), difirió significativamente ($p < 0.05$) de la zona anterior, así como de los valores

máximos (50.13 a $51.69 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$), registrados exclusivamente en la "Cabeza del Mar Tileme" (Est. MT 9, 10, 8, 7) (Figura IV.29 y Figura IV.30).

La diferencia (de 4.4 a $5.9 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$) entre la mayoría de las estaciones de las dos grandes lagunas del SLH, fue significativa ($p < 0.05$) y ligeramente mayor que para la conductividad (L. Inferior, de $28.7 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ en la Est. LI 2, a $31.8 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ en la Est. LI 23; mientras que en la L. Superior fue de $34.6 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$, en la Est. LS 8, a $36.2 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ en la Est. LS 10) (Figura IV.29).

Aún cuando se observa un ligero gradiente de STD dentro de la L. Inferior (Figura IV.29 y Figura IV.30), éste no mostró significancia estadística ($p > 0.05$).

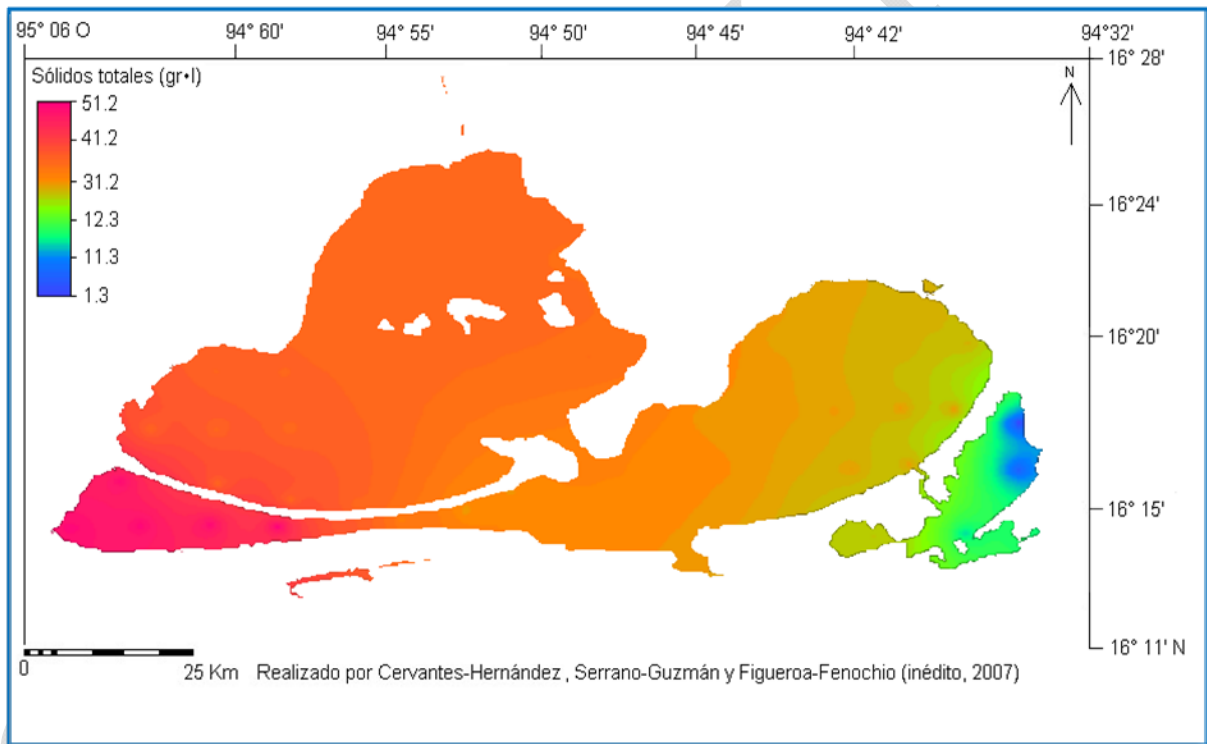


Figura IV. 30 : Vista sinóptica de la distribución de sólidos totales disueltos en la capa superficial del Sistema Lagunar Huave (STD del SLH, en $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a 0.20 m de profundidad), durante la temporada de lluvias (agosto a octubre) de 2007.

Salinidad del sistema lagunar huave

Siguió la misma tendencia de las dos variables anteriores (conductividad y sólidos totales disueltos), ($\text{ups} = \text{gr}\cdot\text{l}^{-1}$, Figura IV.31).

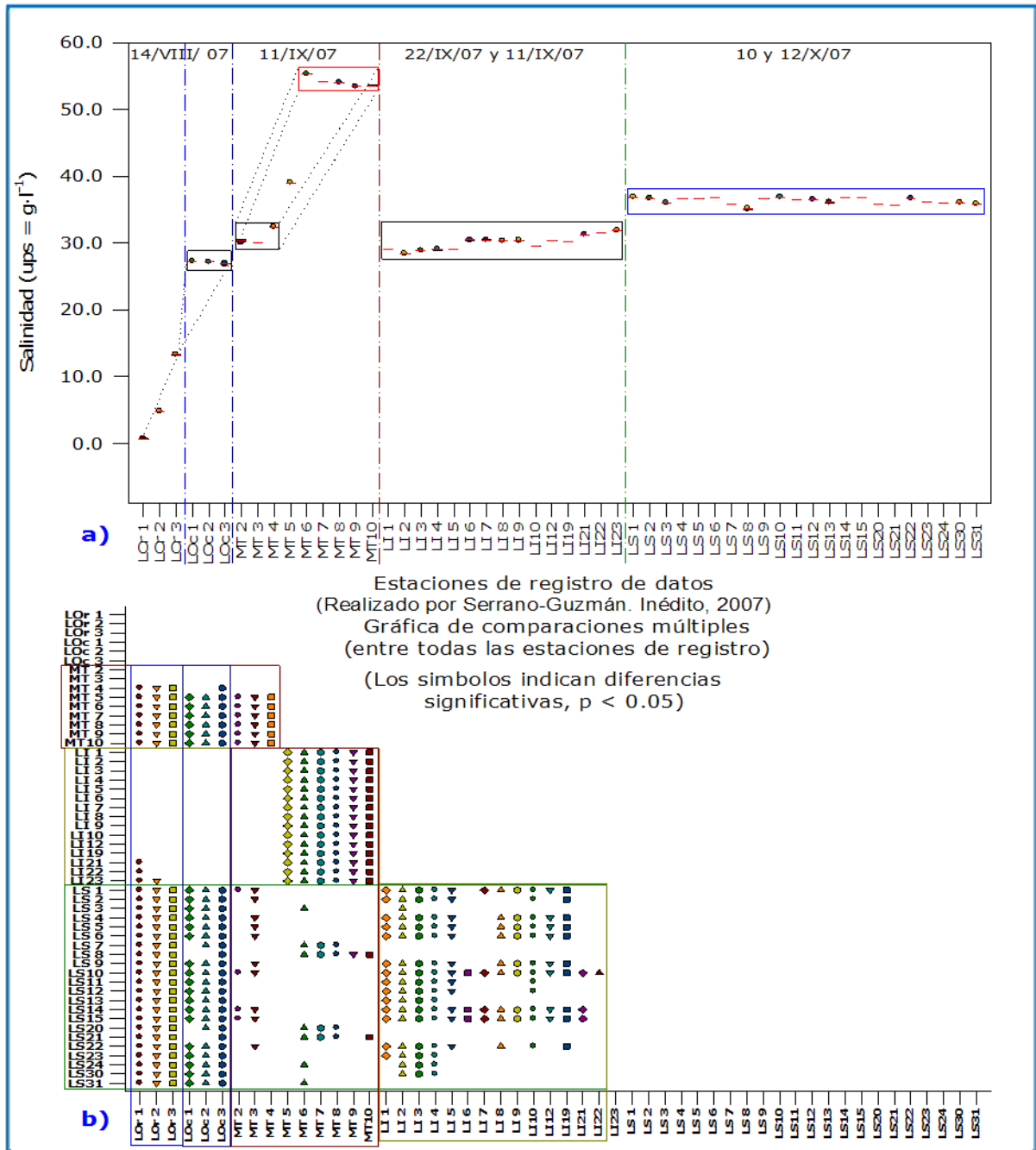


Figura IV. 31 : Distribución de la salinidad superficial (en ups, a 0.20 m) dentro del sistema lagunar Huave, en la temporada de lluvia de 2007. **a)** Salinidad por estación, laguna y fecha (del 14/VIII/ 07 al 12/X/07) y **b)** resultados de la prueba de comparaciones múltiples de Dunn.

Valores mínimos y máximos extremos, correspondieron a las estaciones L Or 1 (0.70 ups, agua dulce) de la L. Oriental y MT 6 (55.32 ups, Metahalina) del Mar Tileme (Figura IV.31; Figura IV.32). Destacando el gradiente que se estableció en toda la margen Sur del sistema lacustre, en sentido Este – Oeste, registrando la mínima salinidad donde el Río Ostuta vierte sus aguas a la Laguna Occidental (Est. L Or 1, 0.70 ups), a partir de donde se forma un claro gradiente salino (de 26.5 ups) hacia el agua polihalina de la L. Occidental (Est. L OC 2, 27.22 ups).

El gradiente de salinidad aparentemente continua por las estaciones de la L. Inferior (con solo una diferencia de 3.5 ups) entre las Est. LI 2 (con 28.4 ups) y la Est. Est. LI 23 (con 31.9 ups) (aun cuando no existieron diferencias significativas, $p > 0.05$) (Figura IV.32), llegando a la zona Mixoeuhalina de la confluencia del Mar Tileme (Est. MT 3 y 2, con 29.97 y 30.44 ups, respectivamente), donde se establece un nuevo gradiente halino (de 22.9 ups), a través de la "Angostura del Mar Tileme" (Est. MT 4 y 5, con salinidades de 32.40 y 39.03 ups), hacia la "Cabeza del Mar Tileme" (Est. MT 6, con 55.3 ups), sin que se evidencien diferencias significativas entre esta estación y las otras 4 estaciones que constituyen la porción más interna de este cuerpo de agua (Est. MT 10 a 7, con salinidades de 53.4 a 54.21 ups) (Figura IV.31; Figura IV.32)

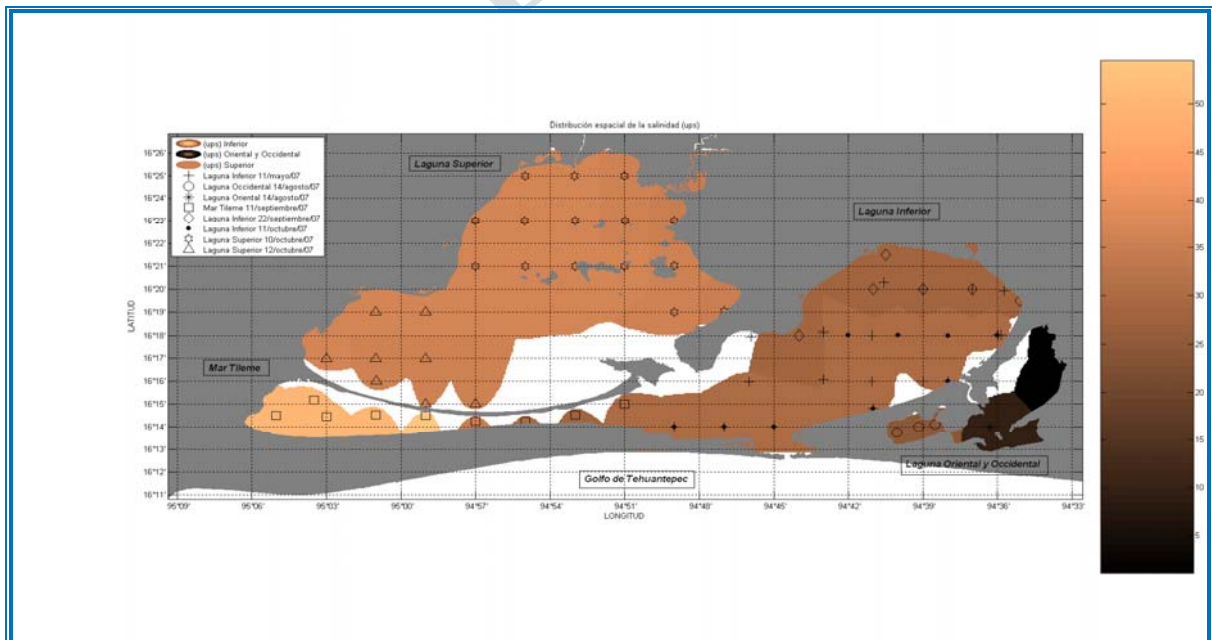


Figura IV. 32 : Vista sinóptica de la distribución espacial de la salinidad superficial (ups) dentro del Sistema Lagunar Huave (SLH) y ubicación de las estaciones de registro de variables fisicoquímicas, durante la temporada de lluvias de 2007. (Realizado por Hernández-Hernández. Inédito, 2007).

Una zona Mixoeuhalina aún más homogénea (con una variabilidad de solo 3.93 ups), y significativamente diferente de la anterior ($p < 0.05$), correspondió a toda la L. Superior (35.10 ups, LS 8 a 36.87 LS 10) y la estación MT 5 (39.03 ups) del Mar Tileme (Figura IV.31; Figura IV.32). Una zona Metahalina, con mayor salinidad y con diferencias altamente significativas ($p < 0.001$), se registró al interior del Mar Tileme (53.45 ups, MT 9 y MT10), pero sobre todo en su parte más estrecha y somera, conocida como "La Angostura" (54.21 ups, MT 7 y 55.32 ups, MT 6) (Figura IV.31; Figura IV.32). Por su parte, la L. Superior tuvo una salinidad muy homogénea, que fluctuó apenas 1.7 ups, dentro del intervalo de 35.1 ups (en la Est. L S 8) a 36.8 ups (en las Est. LS 1, L S 6, LS 10, L S 14 y LS 15) (Figura IV.31; Figura IV.32).

En congruencia con lo que Salinas et al. (1996) reportaron para el periodo del 6 de septiembre al 7 de diciembre de 1994, la salinidad más alta fue de 70 ‰ (dentro del Mar Tileme), mientras que nosotros registramos 60 ups, en el mismo cuerpo de agua y la menor (de 13 ‰ en la L. Quírio). Dentro de la L. Inferior la salinidad varió de 6 a 47 ‰, mientras que durante nuestro estudio el intervalo fue menor (de 28.4 a 31.9 ups = $\text{gr}\cdot\text{l}^{-1}$). En la L. Superior, Salinas et al. (op. cit.) reportaron variaciones de 27 a 45 ‰, mientras que nosotros registramos valores más homogéneos, de 35.1 a 36.8 ups.

La Laguna Inferior fue de eurihalina a hiperhalina, mientras que el Mar Tileme siempre fue hiperhalino, o mixoeuhalino – metahalina, según la clasificación de Venecia (UNESCO 1981a y b) que nosotros utilizamos. La L. Superior tendió a ir de eurihalina a hiperhalina, o mixoeuhalina, y únicamente la L. Quírio fue eurihalina.

Los valores de salinidad, junto con el patrón de vientos local, convierten al SLH en una cuenca de evaporación que concentra sales disueltas en su columna de agua, e indica que los aportes continental de agua dulce en esta época del año, al mezclarse con el agua de mar originan agua salobre, por lo que en esta época del año el sistema, posee características que van de euhalinas a hiperhalinas, restringiendo y zonificando a las especies estenohalinas y favoreciendo a aquellas eurihalinas.

Análisis de la Calidad del agua respecto al Sistema Ambiental Regional

Como ya se describió anteriormente los parámetros medidos de calidad del agua dentro del sistema lagunar huave tiene tendencias de variación que tiene su mayor fluctuación en la época de lluvias y cuando está abierta la boca barra. Como es de esperarse el flujo dentro del sistema hace los sedimentos y demás variables se concentre en los lugares de menor movimiento de agua, lo cual arroja zonas que salen un poco de las variables promedio medidas para todo el sistema, tal es el caso de la zona ubicado entre el municipio de San Dionisio del Mar y San Mateo del Mar hacia el Oeste. La calidad de agua no es adecuada en muchas áreas de la Laguna de acuerdo a los estudios realizados por la UMAR, como se describe a continuación:

Calidad del agua y contaminación

En nuestra área de estudio la calidad del agua y los procesos de contaminación en dependen del grado de madurez ó etapa de eutroficación (natural o antrópica) y de la vocación y/o tipo de uso que se le dé ó piense dar, como pueden ser: Protección de la vida acuática, uso público o industrial, recreación, riego agrícola, explotación pesquera, acuicultura, etc. Resultado de las actividades humanas (agricultura, ganadería, procesos de transformación de materias primas), que requieren utilizar agua en algún momento, generando aguas residuales, que incorporan una serie de contaminantes ó materiales extraños, existiendo riesgos potenciales a la salud en toda nuestra zona de interés, por que de un modo u otro estos patógenos se encuentran en los alimentos(origen animal y vegetal) o en los cuerpos de agua que interaccionan temporal como permanentemente en algunos núcleos poblacionales (Santa María del Mar y San Mateo del Mar) ubicados el la zona de influencia del Proyecto Eólico

Las bacterias, constituyen hasta un 80 % de la bio-superficie acuática y tienen una función en la absorción y transferencia de contaminantes hacia otros organismos de la trama trófica, siendo agentes infecciosos potenciales para toda la fauna aprovechada con fines comerciales y de autoconsumo como ocurre en las comunidades mareñas (Santa Maria del Mar y San Mateo del Mar) cuya tradición pesquera hace uso de la fauna íctica y camaronícola para su alimentación y obtención de bienes y servicios para complementar su estilo de vida.

La contaminación por microorganismos provenientes de las aguas residuales se tipifican mediante la carga de coliformes (falta de mecanismos de control de las heces humanas),

así como por la presencia de microorganismos que pueden llegar a ser fuentes potenciales de infecciones directas severas cuando el agua tiene un uso recreativo, en el caso de organismos microscópicos como: *Shigella* sp., *Salmonella* sp. y *Vibrio* sp. o indirectamente, cuando proliferan en organismos que son consumidos por el hombre (como los mariscos). Entre las bacterias de origen fecal que proceden del tracto digestivo de vertebrados y de materiales contaminados por heces fecales, que pueden multiplicarse rápidamente con pequeñas cantidades de materia orgánica, se encuentran las coliformes (*Escherichia coli*) así como otras bacterias entéricas con características patológicas particulares, como *Salmonella* sp., *Shigella* sp. y dentro de las bacterias de origen fecal se pueden detectar géneros de *Streptococcus*, *Clostridium* y *Vibrio*, además de virus y protozoarios. La diversidad de organismos infecciosos es favorecida por condiciones de crecimiento urbano desmedido y mal planificado (San Mateo del Mar). La pobreza (desempleo, analfabetismo) es un factor facilitador de epidemias por falta de recursos económicos para adquirir y crear infraestructura que disminuya las posibilidades del surgimiento de epidemias por un mal uso del agua.

La contaminación microbiológica en el Istmo de Tehuantepec y algunos casos de lugares cercanos al SAR

Dentro del Sistema hidrológico Chantuto-Panzacola (Chiapas), se han encontrado (1995) niveles altos de coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF), debido a las descargas de agua dulce en época de lluvias, y a los asentamientos humanos cercanos al Sistema Lagunar, mientras que las CT y CF en sedimento, estuvieron asociadas al gran aporte de desechos domésticos, por carencia del manejo del agua de poblados en el área de influencia hidrológica.

En el estado de Oaxaca se ha detectado la presencia de *Vibrio cholerae* (causante del cólera) en aguas provenientes del Río Salado, efluente del Río Atoyac, así como en aguas negras de localidades cercanas, concluyendo que la presencia del patógeno fue causada por condiciones higiénicas deficientes y por la falta de infraestructura adecuada, como drenaje, agua entubada y procesos de tratamiento de los efluentes.

Lizárraga-Partida et al. (1997) también detectaron la presencia de *V. cholerae* (O1) además de *V. parahemolyticus* y *V. alginolyticus*, en la zona costera del Golfo de Tehuantepec (GT), dejando un antecedente de la probabilidad de inicio de un

brote epidémico en el SAR de continuar las tendencias socioeconómicas que no permiten el adecuado desarrollo humano (empleo) y expansión demográfica desordenada (San Mateo del Mar).

En la Laguna Superior, dentro del complejo lagunar Huave, Soto y Esquivel (1993), detectaron altas concentraciones de bacterias de los géneros: *Arizona*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Salmonella*, *Shigella* y *Serratia*, aunque la salinidad era de 50 partes por mil (‰). Quedando de antecedente que la salinidad no es un factor limitante para asegurar que existe una sanidad adecuada en los pescados y mariscos que se extraen del Sistema Lagunar Huave, poniendo en riesgo la salud de la población que los consume ya sea localmente (autoconsumo)

En el Puerto de Salina Cruz, Vilchis y Chula (1985), reportaron gran abundancia de CT y CF, el 43 % de los registros para ambos grupos bacterianos, estuvo por encima del límite permitido por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, para aguas de explotación pesquera y navegación, que era de 10'000 y 20'000, unidades formadoras de colonias en 100 ml de agua (UFC/100 ml), valor que se elevó al 85 % considerando aguas de uso recreativo con contacto humano (SARH, 1993). También en Salina Cruz, Botello et al. (1994), reportaron alta persistencia de bacterias patógenas, como *Salmonella*, señalando la continua introducción de descargas urbanas, con altos contenidos de material fecal, que representaban un gran peligro para la salud humana, y ponían en riesgo las actividades pesqueras de la zona, además de poder producir enfermedades cutáneas e infecciones por entrar en contacto con las aguas costeras del puerto.

Toledo (1996) indicó que la calidad del agua en la zona de Salina Cruz era inadecuada y de alto riesgo. En los moluscos analizados se encontraron colonias tipo *Salmonella* sp., con una carga de bacterias coliformes fecales superior al límite autorizado para Ostión (de 14 CF/ 100 ml), que lo hacen inadecuado para el consumo humano. La contaminación en el Puerto de Salina Cruz, provenía de desechos humanos.

La carga y descarga de buques, los desechos de embarcaciones pesqueras, las fugas y los derrames de hidrocarburos. Huante-González (2003), en la Bahía de Puerto Ángel encontró elevadas concentraciones de CT, asociado al arrastre de terrígenos en la

temporada de lluvias, así como a desechos de pescaderías y por la actividad pesquera, a la que se suma la descarga de aguas residuales. De Puerto Ángel a la Barra de Tonameca, García-Nava (2003), reporto la ausencia de *Vibrio cholerae* (O1) tanto en agua, como en la carne de moluscos bivalvos, con una tendencia estacional (lluvias – secas), que es muy favorable en la temporada de lluvias, debido a los aportes fluviales, cuando disminuye la salinidad y aumenta la materia orgánica.

Conclusión de los casos de contaminación microbiológica

La carencia de estrategias y políticas municipales conjuntas en el marco de un ordenamiento territorial para administrar los recursos naturales ha llevado a la sistemática contaminación de los cuerpos por encausamiento de las aguas residuales por los ríos en dirección al SLH, como las zonas costeras alterando la calidad y condición de sanidad para consumir pescados y mariscos haciendo riesgoso el consumo, deteriorando la condiciones de producción disminuyendo la productividad y el ingreso económico de las comunidades beneficiarias de la fauna marina del SLH.

Carga bacteriana en los afluentes del sistema Lagunar Huave (SLH)

Para evaluar la carga bacteriana en el SLH se seleccionaron ríos y arroyos y cuerpos de agua que vertieran sus aguas al Sistema Lagunar Huave (SLH) durante la época de estiaje (mayo de 2007) y lluvias (agosto de 2007). Siendo los ríos con el mayor caudal, los que desembocan en La Laguna Superior: como El Río de Los Perros (que atraviesa Juchitán), El Río Salinero y Espíritu Santo (o Chicapa); El Río Espanta perros (o Niltepec), así como el Río Ostuta, en la Laguna Oriental y el Río Tehuantepec, en la margen occidental del Mar Tileme (Tabla IV.9).

Estación de recolecta	Nombre común	Localización	Clave	Ubicación geográfica
1	Río Ostuta	San Francisco (pueblo nuevo).	RO	16° 21.706' N 94° 34.528' O
2	Puente de La Angostura. Río Ostuta	San Francisco (pueblo nuevo).	PASF	16° 18' 43.3" N 94° 34' 0.69" O

3	Puente de San Fco. Ixhuatán	San Francisco Ixhuatán.	PSFI	16° 21' 10.5" N 94° 29' 27.1" O
4	Puente Angosto	Reforma de Pineda.	PARP	16° 28' 41.9" N 94° 41' 01.0" O
5	Puente del Río Ostuta	Carretera a La Ventosa.	PRO	16° 29.968' N 94° 26.032" O
6	Puente del Río Niltepec	Niltepec.	PRN	16° 38.521' N 94° 36.321' O
7	Arroyo # 1, San Dionisio	San Dionisio del Mar.	A1SD	16° 22' 22.7" N 94° 45' 27.9" O
8	Puente sobre Arroyo # 2	San Dionisio del Mar.	PA2SD	16° 22' 45.8" N 94° 45' 37.5" O
9	Puente en San Dionisio	San Dionisio del Mar.	PSDM	16° 25' 09.7" N 94° 46' 52.9" O
10	Estero Espanta perros (Niltepec)	Chicapa de Castro	EEP	16° 25' 33.4" N 94° 48' 15.0" O
11	Puente del Estero Güie	Chicapa de Castro	PEG	16° 27' 34.3" N 94° 53' 11.6" O
12	Laguna Superior, Estero Xadani	Sta. María Xadani.	LSEX	16° 19' 57.3" N 95° 01' 36.8" O
13	Puente del Río Tehuantepec	Tehuantepec.	PRT	16° 19.907' N 95° 14.067' O
14	Río Tehuantepec	Tehuantepec.	RT	16° 19' 97.1" N 95° 14' 09.0" O
15	Puente sobre arroyo # 3	Álvaro Obregón.	PA3AO	16° 20.451' N 95° 04.383' O

16	Puente sobre arroyo # 4	De Álvaro Obregón a Emiliano Zapata.	PA4OZ	16° 17' 04.0" N 95° 06' 05.0" O
17	Puente sobre dren # 5	Agencia de Emiliano Zapata.	PD5EZ	16° 16' 29.3" N 95° 06' 29.6" O
18	Puente sobre dren # 6	Huilotepec.	PD6H	16° 15' 44.1" N 95° 06' 55.8" O
19	Puente # 1 de Huilotepec	Huilotepec.	P1H	16° 15' 09.1" N 95° 06' 55.0" O
20	Puente # 2 de Huilotepec	De Huilotepec a Salina Cruz.	P2HSC	16° 14' 16.7" N 95° 09' 23.2" O
21	Pozo # 1, casa I	Santa María del Mar.	Pz1SM	16° 13' 08.4" N 94° 51' 27.8" O
22	Pozo # 2, casa II	Santa María del Mar.	Pz2SM	16° 13' 14.3" N 94° 51' 23.3" O
23	Pozo # 3, casa III	Santa María del Mar.	Pz3SM	16° 13' 14.0" N 94° 51' 23.2" O
24	Laguna Quírio (Oriente)	San Mateo del Mar.	LQOr	16° 13' 15.8" N 94° 54' 22.1" O
25	Laguna Quírio (Centro)	San Mateo del Mar.	LQC	16° 12' 59.8" N 94° 56' 33.1" O
26	Laguna Quírio (Occidente)	San Mateo del Mar.	LQOc	16° 12' 26.0" N 94° 59' 00.6" O

Tabla IV. 9 : Estaciones y sitios de recolecta de muestras de agua, para los análisis bacteriológicos y de fitotoxicidad, del Sistema Fluvio-Lagunar Huave (SFLH), durante mayo y agosto de 2007.

El distrito de riego No. 19 circunda gran parte de la Laguna Superior y el Mar Tileme, adonde vierte parte de las aguas de sus drenes y canales, mediante arroyos de temporal. A estos se sumaron en la temporada de lluvias, tres sitios de La Laguna Quírio y tres pozos de agua en tres casas de Santa María del Mar. Las muestras se obtuvieron en casa

sitio de recolecta (Tabla IV.9) manualmente, utilizando bolsas herméticas, nuevas, limpias y estériles, del tipo Whirl Pak, con capacidad para 100 mL de agua. Para la toma de muestras se utilizaron guantes largos de látex, y en cada sitio se tomaron dos muestras de agua, introduciendo cada bolsa cerrada, 30 cm por debajo de la superficie del agua, sellándolas inmediatamente, según las instrucciones del fabricante. Cada muestra fue etiquetada, con la fecha, lugar, hora y número de estación de donde se recolectó. Se diferenciaron para el análisis las muestras para coliformes totales (CT) de las de coliformes fecales (CF, *E. coli*) y las mismas muestras fueron utilizadas posteriormente para la prueba de fitotoxicidad. Tan pronto como se etiquetó cada muestra, se introdujo en una hielera que se cerró para que las muestras viajaran (a temperatura de 4 a 10 °C) al laboratorio de análisis, con el objeto de disminuir la proliferación de los microorganismos, sin que el tiempo de traslado excediera de tres horas, una vez que se recolectó la primera muestra.

Conteo de unidades formadoras de colonias (UFC)

Cada muestra (por triplicado) fue analizada bajo una lupa, para cuantificar a las 24 y 48 horas el número de UFC (Figura IV.33), una vez realizado cada conteo, los resultados se expresaron en UFC por 100 mL de agua recolectada (UFC/100 mL). Los resultados fueron objeto de análisis estadísticos, descriptivos (tendencia central y variabilidad), e inferenciales (análisis de varianza o ANDeVA y correlación canónica) tanto dentro de cada estación (replicas), como entre las estaciones (ANDeVA I), y para ambas temporadas (secas – mayo – y lluvias – agosto –).

Para la metodología de conteo de colonias de *E. coli*. incubadas por: a) 24 hrs, y b) 48 hrs, en agosto de 2007. Durante el estiaje (mayo) el análisis presuntivo (24 horas de incubación), de los 13 sitios donde se recolectaron muestras de agua para CT, tuvo en promedio (\pm error estándar) 176 551 (\pm 31 035) UFC; mientras CF (*E. coli*), promedió 16 231 (\pm 3 325) UFC. El análisis confirmativo de CT (48 horas de incubación) dio como promedio (\pm EE) 398 021 (\pm 75 463) UFC, por 42 744 (\pm 6 039) UFC de CF (*E. coli*). Donde CT están presentes en casi un orden de magnitud, por encima de CF.

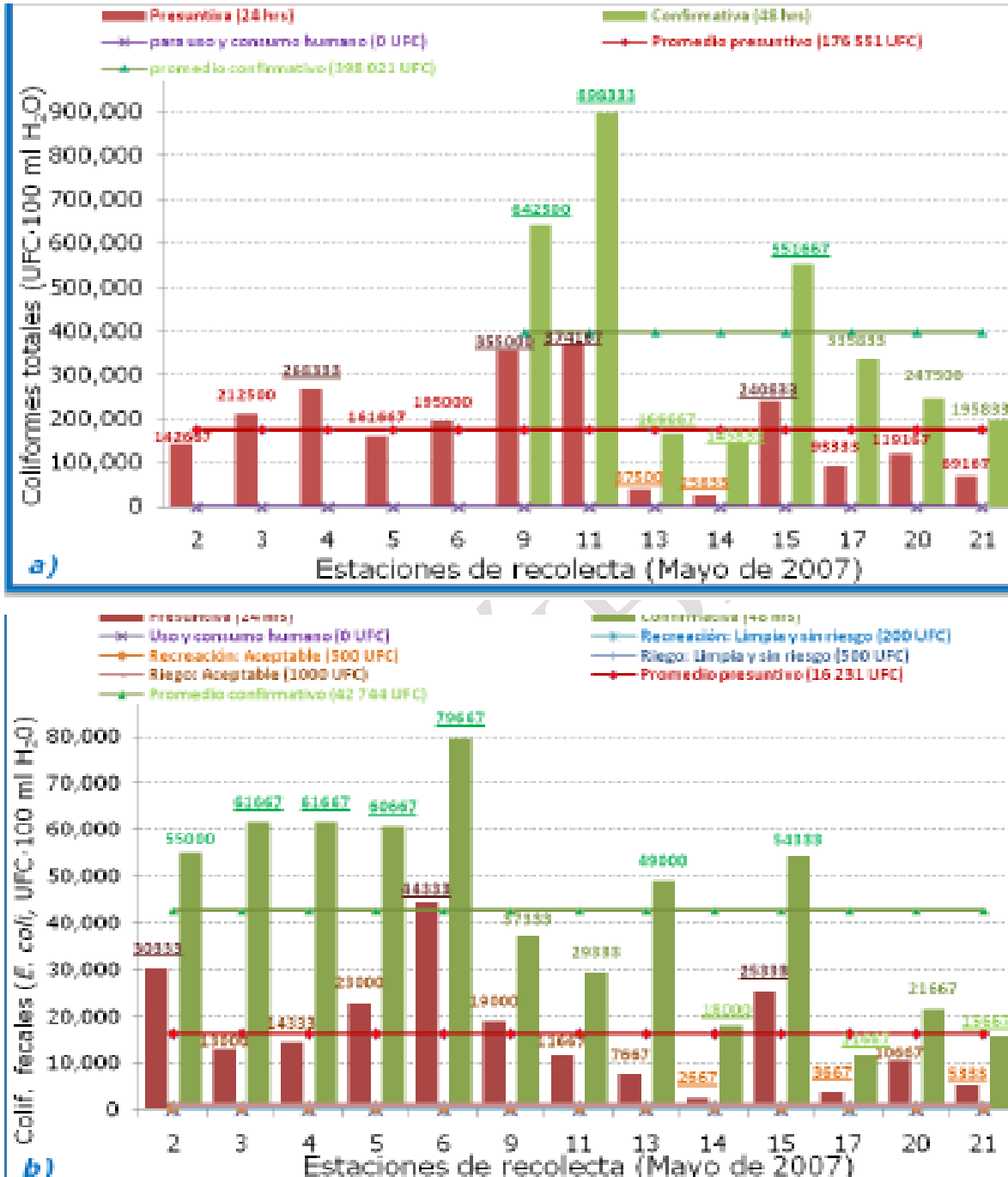


Figura IV. 33 :a) Coliformes totales (CT) y b) fecales (CF, *E. coli*), en mayo de 2007.

En el estiaje, la mayor cantidad de coliformes totales correspondió a las muestras recolectadas en el Río Espanta Perros (Est. 11 = 374 167 UFC a las 24 hrs. de incubación y 898 333 UFC, después de 48 hrs. de incubación), así como de un arroyo sobre la carretera a San Dionisio del Mar (Est. 9 = 355 000 UFC –resultado presuntivo– y 642 500

UFC –resultado confirmativo–), seguido por las muestras obtenidas a la altura del Puente del Río Tehuantepec, en Tehuantepec (Est. 15 = 240 833 UFC –AP– por 551 667 UFC –AC–) (Figura IV.33) Las muestras con la mayor concentración de coliformes fecales provino del Puente del Río Nilttepec (Est. 6 = 44 333 UFC –análisis presuntivo– por 79 667 UFC –análisis confirmativo–), seguidas por todas las estaciones de la vertiente del Río Ostuta (Estaciones 2, 3, 4 y 5, donde la carga bacteriana oscilo de 13 000 a 30 300 UFC –A. presuntivo– y 55 000 a 61 667 UFC –A. confirmativo–; así como del Río Tehuantepec (Est. 15 = 25 33 UFC –AP– y 54 333 UFC –AC–, al igual que en el Río Salado (Est. 14 = 7 667 UFC –AP–, por 49 000 UFC –AC– (Figura IV.33). La menor concentración de CT, correspondió a las muestras provenientes del estero cercano a Sta. María Xadani (Est. 14 = 37 500 UFC –AP– y 166 667 UFC –AC–) y el Río Salinero (Est. 14 = 25 833 UFC, –AP– y 145 833 UFC –AC–) (Figura. IV.). Mientras la menor concentración de CF (E. coli), se detectó en las muestras provenientes del Río Salinero (Est. 14= 2667 –AP– y 18 000 UFC –AC–), así como en un arroyo cercano a Álvaro Obregón (Est. 17 = 3667 y 11 667 UFC, respectivamente) y del arroyo tributario del Estero Limón (Est. 21 = 5 333 y 15 667 UFC, respectivamente) (Figura IV.33).

Independientemente de cuál fue el sitio de recolecta, en las 13 estaciones la cantidad de coliformes totales (CT) superó en 4 a 5 órdenes de magnitud (1×10^4 a 1×10^5) lo estipulado en la normatividad mexicana, y la concentración de coliformes fecales (CF) estuvo uno a dos órdenes de magnitud por encima de lo establecido en la normatividad nacional (NOM's, 1994 y 1998) (Fig. IV.33).

En la época de lluvias de 2007 (14 a 17 de agosto) los 23 sitios donde se recolectaron muestras de agua de los afluentes del SLH, dieron un promedio presuntivo de $151\,268 \pm 28\,400$ UFC de CT, por $54\,618 \pm 7\,211$ UFC de CF. Mientras que el promedio del análisis confirmativo de CT, fue muy cercano al triple ($141\,377 \pm 20\,829$) del presuntivo, el promedio de CT del análisis confirmativo fue superior a 900 000 UFC en todos los casos (diluciones al 0.1 y 0.2 %, por triplicado) (Figura IV.34).

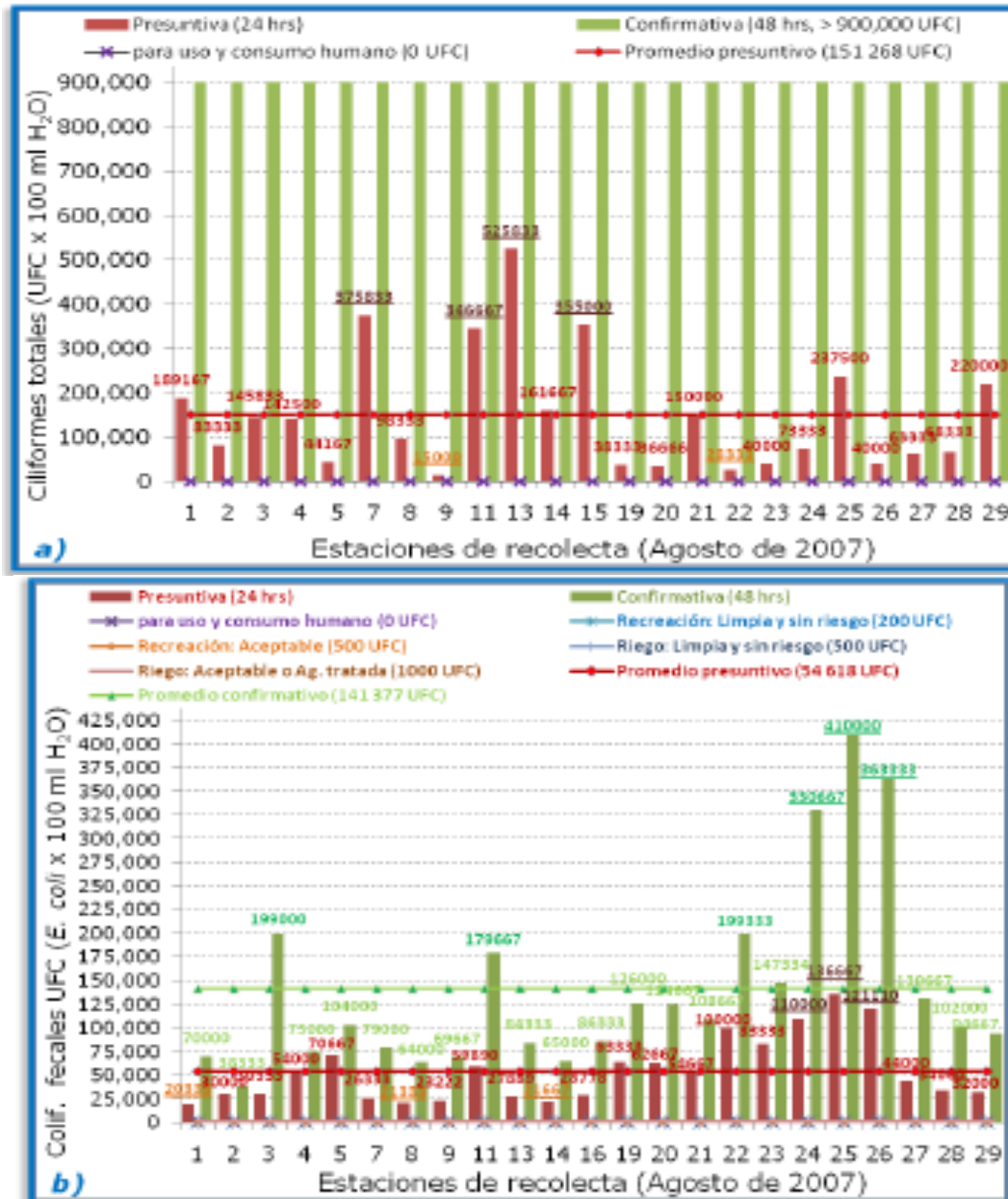


Figura IV. 34 : a) Coliformes totales (CT) y b) fecales (CF, *E. coli*), en agosto de 2007.

Las mayores cargas bacterianas (CT) provinieron de las muestras de la Est. 13 (Río Salinero = 525 833 UFC); seguidas por las estaciones 7 (Arroyo sobre la carretera a San Dionisio = 375 833 UFC), 15 (Río Tehuantepec, en Tehuantepec = 355 00 UFC) y 11 (Estero Espanta perros = 346 667 UFC) (Fig. 2a). En relación a las CF (*E. coli*) las mayores cargas bacterianas correspondieron a las estaciones 24, 25 y 26 (Pozos de agua, dentro de Sta. Ma. del Mar), con concentraciones de 110 000 a 136 667 UFC en el análisis presuntivo y 330 667 a 410 000 UFC en el análisis confirmativo (Figura. IV.34). Las menores concentraciones de CT corresponden a las muestras de las estaciones: 9

(Arroyo en la carretera a San Dionisio = 15 000 UFC, AP) y 22 (Arroyo del Estero Limón = 28 333 UFC, AP). En tanto que, las menores cargas bacterianas de CF se obtuvieron en las muestras de las estaciones: 1 (Río hacia Montecillo Sta. Cruz = 20 333 UFC –AP– y 70 000 UFC –AC–), 8 (arroyo sobre la carretera a San Dionisio = 21 333 UFC –AP– por 64 000 UFC –AC–), 14 (21 667 UFC –AP– y 65 000 UFC –AC–) así como en la estación 2 (La Angostura= 30 00 UFC –AP– y 35 333 UFC –AC–) (Figura IV.34). Durante la temporada de lluvias, la cantidad de coliformes totales se incrementó aún más, por lo que, en las muestras de todas las estaciones de recolecta (23 sitios) fue imposible contar las UFC después de 48 horas de incubación (a 32 °C) -análisis confirmativo- (donde se infieren más de 900 000 UFC).

Conclusiones de la medición de las estaciones (hestiaje y lluvias)

En lo que refiere los valores del análisis presuntivo (24 hrs), al igual que durante el estiaje (mayo de 2007), en la temporada de lluvias (agosto de 2007) las concentraciones bacterianas (tanto CT, como CF) estuvieron de dos a cuatro órdenes de magnitud (1 x 10² a 1 x 10⁴) por encima de lo que establece la normatividad mexicana (NOM's, 1994 y 1998) (Figura IV.34). Según los resultados del estudio realizado por PROCOMAR (2006), indicó que las zonas donde consistentemente se detectaron coliformes totales y fecales coinciden con la cercanía a las localidades asentadas en las riberas del sistema. Aunque en ningún caso se rebasó el límite máximo permisible para aguas costeras, de 200 NMP·100 ml⁻¹. (Tabla IV.10). En el caso de CT el intervalo se encontró de: menos de 3 a 9 NMP·100 ml⁻¹, mientras que para CF fue de: menos de 3 NMP·100 ml⁻¹, por lo que el resultado de esas mediciones se puede considerar como presuntivo, puesto que la recomendación es que no se rebasen los 200 NMP·100 ml⁻¹ en el promedio de lecturas mensuales (Tabla IV.10).

Las mayores cargas bacterianas (CT) provinieron de las muestras de la Est. 13 (Río Salinero = 525 833 UFC); seguidas por las estaciones 7 (Arroyo sobre la carretera a San Dionisio = 375 833 UFC), 15 (Río Tehuantepec, en Tehuantepec = 355 00 UFC) y 11 (Estero Espanta perros = 346 667 UFC) (Figura. IV.34). En relación a las CF (*E. coli*) las

mayores cargas bacterianas correspondieron a las estaciones 24, 25 y 26 (Pozos de agua, dentro de Sta. Ma. del Mar), con concentraciones de 110 000 a 136 667 UFC en el análisis presuntivo y 330 667 a 410 000 UFC en el análisis confirmativo (Figura IV.34). Las menores concentraciones de CT corresponden a las muestras de las estaciones: 9 (Arroyo en la carretera a San Dionisio = 15 000 UFC, AP) y 22 (Arroyo del Estero Limón = 28 333 UFC, AP). En tanto que, las menores cargas bacterianas de CF se obtuvieron en las muestras de las estaciones: 1 (Río hacia Montecillo Sta. Cruz = 20 333 UFC –AP– y 70 000 UFC –AC–), 8 (arroyo sobre la carretera a San Dionisio = 21 333 UFC –AP– por 64 000 UFC –AC–), 14 (21 667 UFC –AP– y 65 000 UFC –AC–) así como en la estación 2 (La Angostura= 30 00 UFC –AP– y 35 333 UFC –AC–) (Figura. IV.34). Durante la temporada de lluvias, la cantidad de coliformes totales se incrementó aún más, por lo que, en las muestras de todas las estaciones de recolecta (23 sitios) fue imposible contar las UFC después de 48 horas de incubación (a 32 °C) -análisis confirmativo- (donde se infieren más de 900 000 UFC), por lo que solo pueden referirse los valores del análisis presuntivo (24 hrs). Al igual que durante el estiaje (mayo de 2007), en la temporada de lluvias (agosto de 2007) las concentraciones bacterianas (tanto CT, como CF) estuvieron de dos a cuatro órdenes de magnitud (1×10^2 a 1×10^4) por encima de lo que establece la normatividad mexicana (NOM's, 1994 y 1998) (Figura IV.34).

Según algunos estudios del PROCOMAR (2006), indicó que las zonas donde consistentemente se detectaron coliformes totales y fecales coinciden con la cercanía a las localidades asentadas en las riberas del sistema. Aunque en ningún caso se rebasó el límite máximo permisible para aguas costeras, de 200 NMP·100 ml-1. (Tabla IV.10). En el caso de CT el intervalo se encontró de: menos de 3 a 9 NMP·100 ml-1, mientras que para CF fue de: menos de 3 NMP·100 ml-1, por lo que el resultado de esas mediciones se puede considerar como presuntivo, puesto que la recomendación es que no se rebasen los 200 NMP·100 ml-1 en el promedio de lecturas mensuales (Tabla IV.10).

Nombre de la estación	Col. Totales (CT)		Col. Fecales (CF)	
	Mat.	Vesp.	Mat.	Vesp.
L. Oriental (Est. 1)	9.00	9.00	<3	<3
L. Inferior (Est. 2)	<3	<3	<3	<3
Bocabarra (Est. 3)	4.00	<3	<3	<3
L. Superior (Est. 4)	<3	<3	<3	<3

Tabla IV. 10 : Coliformes totales y fecales, reportadas por PROCOMAR (2006).

Contaminación por agroquímicos

Existen registros de la contaminación por hidrocarburos y sus derivados fue aguda, afectando principalmente las áreas de manglar que circundan la Laguna Superior. Los plaguicidas se detectaron a nivel crónico, herbicidas con ingredientes activos a base de 2, 4-D, Diurón y Antrazina, y uso de insecticidas foliares con Paratión Etílico, que se aplicaban en áreas cercanas a la Laguna Superior en la época de lluvias. Los niveles preliminares de contaminantes indicaron:

- 1) La presencia de hidrocarburos del petróleo, en etapas avanzadas de degradación, en los sedimentos de las áreas de manglar del Río Verde (1.5 mg·g⁻¹ de hidrocarburos totales y 6.2 mg·g⁻¹ de mezcla compleja sin resolver –UCM-) y del “Estero Xhubabeza” (2.5 mg·g⁻¹ de UCM).
- 2) Los compuestos tentativamente identificados como plastificantes, en los sedimentos de la desembocadura del Río Los Perros.
- 3) las grandes concentraciones de sustancias, tentativamente identificadas como productos de biotransformación de herbicidas, en los sedimentos de la desembocadura del arroyo Chilona (DR 19) y Chicapa.
- 4) las concentraciones promedio de Cadmio total de 0.04 mg·g⁻¹ en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*); destacando la presencia de plaguicidas órgano-clorados alfa-

HCH y Pp'-DDD (0.031 y 0.08 mg·g⁻¹, respectivamente) en camarones de tres meses de edad, aún cuando no se detectaron en las fuentes de contaminación.

A partir de lo anterior las zonas de mayor riesgo en la Laguna Superior son: 1) La playa Guiguchuni (DR 19), con el mayor número de derrames de hidrocarburos. 2) la desembocadura del Río Los Perros, con contaminación por desechos urbanos. 3) la desembocadura del arroyo Chilona (DR 19), con derrames de hidrocarburos y aplicaciones extensivas de herbicidas y fertilizantes fosfatados. 4) la desembocadura del Río Chicapa, con uso intensivo de herbicidas y fertilizantes. La contaminación ocasionó serios trastornos socioeconómicos, principalmente en la disminución de los volúmenes de captura, confusión en la percepción del entorno por parte del pescador, mayores insumos para el desarrollo de la actividad y dificultades para la comercialización de sus productos.

IV.2.2. Medio biótico

Flora

Tipos de vegetación, en el área del proyecto y zona circundante

Los componentes florísticos del SAR se encuentran matizados en 6 tipos de vegetación que se encuentran distribuidos de modo heterogéneo (ver Figuras IV.33, IV.34, IV.35 y IV.36) en el área de estudio, presentando un solo origen biogeográfico (neotropical). En los apartados siguientes, se describe en forma general las diferentes especies que se encontrarán en el SAR, así como el tipo de vegetación por cada área y finalmente las estimaciones de la cobertura de cada tipo de vegetación dentro del SAR.

Características Generales de los tipos de vegetación de SAR según la literatura (Rzedowsky, 1978).

Bosque espinoso

El bosque Espinoso (BE) es una vegetación (ver Figuras IV.33, IV.34, IV.35 y IV.36) a un tanto heterogénea de especies vegetales, que tienen en común la característica de ser bosquetes bajos y cuyos componentes, al menos, en gran parte son espinosos (armados). Se desarrolla a menudo en lugares con clima más seco que el correspondiente al bosque tropical caducifolio, pero a la vez, más húmedo que el de los matorrales xerófilos; no obstante muchas veces se presenta en las mismas regiones donde se desarrolla el primer tipo de vegetación mencionado, pero ocupando los suelos profundos, mientras que el

bosque tropical caducifolio se restringe a laderas o cerros u otros lugares con suelos someros.

Una característica que se presenta es el caso de las comunidades vegetales que aquí se agrupan es el hecho de que a menudo no están bien delimitadas pues pasan en forma muy paulatina a otros tipos de vegetación, como el bosque tropical caducifolio, el matorral xerófilo y el pastizal. A tal circunstancia se deben, al menos en parte, las diferentes maneras de considerar y de clasificar estas comunidades por los diversos autores.

El bosque espinoso en el SAR se presenta en unidades compactas con el BTC, a veces entremezclándose con él. Lo más representativo de este tipo de vegetación se encuentra fuera del SAR hacia el norte.

Los límites altitudinales de esta formación en México son 0 y 2 200 m y por consiguiente existe una gran variedad de climas, desde los calientes hasta los templados y desde los semihúmedos hasta los francamente secos. Así, las temperaturas medias anuales correspondientes son de 17 a 29° C y las estacionales de 4 a 18° C, medias de los meses más caliente y más frío del año. La precipitación media anual varía de 350 a 1200mm con 5 a 9 meses secos. Esta vasta amplitud no disminuiría si mayormente se excluyesen los mezquiales, pues solo variaría el límite inferior de las temperaturas medias anuales, cuyo intervalo quedaría de 20 a 29°C. Siguiendo la clasificación de Koeppen (1948) los climas correspondientes a las diferentes comunidades que se adscriben a este tipo de vegetación son Aw, BS, BW y Cw.

El BE es un tipo de vegetación más bien característico de terrenos planos y poco inclinados aunque en Sinaloa, en Sonora y en algunas partes de Oaxaca, se le observa también sobre lomeríos o pequeñas elevaciones y en porciones inferiores de cerros más elevados. En consecuencia, los suelos más frecuentemente encontrados son profundos, muchas veces oscuros, más o menos ricos en materia orgánica y de buenas características para la agricultura. Una notable excepción a este respecto la constituye el bosque espinoso de muchos sectores de la planicie costera Nororiental y de la Península de Yucatán. En el primer caso, en grandes extensiones, los suelos son someros y arcillosos, de drenaje deficiente, se inundan periódicamente y sus características son las de un gley (Lundell, 1937: 9). En estas últimas condiciones el bosque espinoso representa evidentemente un clímax edáfico, pues en zonas vecinas de características más

favorables existe por lo común el bosque tropical perennifolio o subcaducifolio más exuberante

El impacto de las actividades humanas sobre el bosque espinos ha sido de desigual importancia hasta hace unos 25 años, a partir de los cuales su destrucción se ha acelerado notablemente. Desde los tiempos prehispánicos fueron desmontados muchos terrenos cubiertos por mezquital y por algunos otros tipos de bosque espinoso, cuyos suelos eran buenos para la agricultura de temporal, incluso de pequeño regadío. Este indudablemente fue el caso del "Bajío" y de muchos valles intermontanos situados al sur del Eje Volcánico Transversal, así como en el occidente de México. La colonización europea amplió estos desmontes, pues se ha ido aumentando el área sometida a riego y se han abierto muchos nuevos terrenos para el cultivo. En la década de 1940 a 1950 se ha iniciado la construcción de grandes obras que han proporcionado agua a amplias extensiones de terrenos en Sinaloa, en el sur de Sonora y en otras partes de la vertiente Pacífica de México, con lo cual en relativamente poco tiempo se eliminó el bosque espinoso de enormes superficies. Más o menos al mismo tiempo, en la planicie Costera Nororiental, en la zona conocida como "La Huasteca", de Tamaulipas, San Luis Potosí y Veracruz; se ha extendido la costumbre de substituir el bosque con pastizales artificiales, con lo cual la vegetación original ha ido desapareciendo rápidamente hasta que en la actualidad solo quedan vestigios de ella. Un gran número de plantas cultivadas se siembra en las superficies anteriormente cubiertas por el BE. En altitudes bajas y media se cosechan, entre otros: caña de azúcar, tomate, plátano trigo, arroz y algodón con ayuda del riego, cuando este no existe, maíz frijol, ajonjolí, sorgo y garbanzo son los más comunes. En las localidades de mayor altitud los principales cultivos de riego son el trigo, la alfalfa y diversas hortalizas. En menor escala, también son objeto de agricultura el coco, el cacahuete, el camote, la yuca (*Mahinot esculenta*) y árboles frutales diversos.

En la actualidad el BE tiene poco valor desde el punto de vista de explotación forestal, aunue algunos árboles pueden ser localmente importantes, para la elaboración de carbón vegetal, como es el caos de *Pithecellobium flexicaule* y para fines diversos. Los frutos de *Prosopis* y de *Pithecellobium dulce* son comestibles. Los de *Prosopis* en algunas pares se utilizan a mayor escala como forraje. La madera de *Haematoxilon campechanium* Fue explotada durante muchos años para la obtención de sustancias colorantes.

La flora del BE tiene un evidente matiz neotropical y existen actualmente muchos elementos comunes con la de matorrales xerófilos, por lo que se acentúan las relaciones con los linajes vegetales presentes en las partes de secas de la América tropical y subtropical. El papel que juegan las especies endémicas es con frecuencia notable y aumenta por regla general al avanzar hacia el norte.

Este tipo de vegetación tiene comúnmente 4 a 15 m de altura y, a menudo se observa como una formación densa a nivel del estrato arbóreo. Este, sin embargo, no es el caso de muchos mezquiales, que forman más bien un bosque semiabierto o abierto. En general las comunidades aquí adscritas son más o menos caducifolias, aún cuando la constituida por *Pithecellobium dulce* es siempre verde. En los mezquiales y en algunas otras asociaciones al periodo de la pérdida del follaje es muy corto y dura solamente unas cuantas semanas. En otros casos la mayoría de los componentes pierde las hojas durante toda la temporada seca, y solo una o pocas especies son perennifolias o subperennifolias. Las hojas o folíolos de la mayor parte de las especies arborescentes pertenecen a la categoría de leptofilia y de nanofilia de la clasificación de Raunkiaer (1934). Los troncos se ramifican con frecuencia desde muy cerca de la base, pero no divergen mucho sino hasta alcanzar 2 m o más de altura y las copas suelen ser más o menos romboidales, elipsoidales o esféricas y relativamente pequeñas. En el caso de los mezquiales, sin embargo, que son comunidades más abiertas, las copas son amplias y extendidas muchas veces tan anchas como la altura del árbol o más. En todos los casos abundan las especies espinosas y con cierta frecuencia también las cactáceas candelabriformes asociadas. Las trepadoras leñosas son muy escasas, en cambio las de tipo epífita de tipo xerófilo sobre todo las especies de porte pequeño del género *Tillandsia* pueden en ocasiones cubrir densamente las ramas de los árboles.

Lo común es que exista un solo estrato arbóreo, aunque haber otro de eminencias aisladas. El estrato arbustivo está en general en bien desarrollado y es comúnmente rico en especies espinosas. En los bosques densos el suelo puede estar desprovisto casi por completo de vegetación herbácea, pero en algunas zonas está cubierto por extensos manchones de *Bromelia* que hacen casi imposible la travesía. Las comunidades más abiertas presentan numerosas plantas anuales, cuya existencia se hace patente en la época lluviosa.

En cuanto a su composición florística, las pteridofitas y las briofitas son en general muy escasas, pudiendo enumerarse de estas últimas los siguientes géneros de musgos: *Barbula*, *Desmatodon*, *Dydimodon* y *Erpodium*. De los hongos macroscópicos más conspicuos son de los lignícolas y de los líquenes pueden ser comunes los elementos epífitos. Entre las fanerógamas no se han registrado gimnospermas y entre las angiospermas prevalece francamente la familia Leguminosae.

Bosque Tropical Caducifolio

El Bosque Tropical Caducifolio (BTC) se caracteriza por tener dominancia de especies arbóreas sin espinas de talla modesta 4-10 m de alto, que pierden sus hojas por un periodo prolongado. El BTC (ver figuras Figuras IV.35, IV.36, IV.37 y IV.38) se encuentra en suelos someros y de drenaje rápido de las laderas de los cerros. Esta vegetación se encuentra de los 0 a los 1600 msnm. Los árboles tienden a desarrollar una ramificación baja a menudo basal, de manera que sus copas van de convexas a planas en su mayoría, a veces abierta e incluso rala, y su anchura es igual o mayor que la altura del árbol (individuos de más de 3 cm de d.a.p) varía entre 2104 y 3308 individuos por hectárea. El estrato arbustivo del BTC tiene una altura que varía de los 3 a los 6 m y puede ser denso en los sitios en los que dosel es ralo y permite que penetre suficiente luz. Por lo general, presenta un solo estrato, aunque el desarrollo de un estrato arbustivo varía de un sitio a otro y depende del grado de colonización del sitio. Las trepadoras, epifitas, briofitas, helechos y musgos son poco frecuentes. Las hojas son nanófilas y predominan los elementos espinosos aún en sitios no perturbados. En los sitios más secos se encuentran cactus columnares y candelabriformes. En este tipo de vegetación predominan elementos florísticos neotropicales y hay escasez o ausencia de elementos holárticos. La temperatura media anual es del orden de 18 a 29 °C, siendo más alta en algunas depresiones interiores y no a nivel del mar. Las variaciones climáticas constan de dos temporadas claramente marcadas, seca y lluviosa, el período de lluvias abarca los meses de mayo hasta octubre. La precipitación total anual varía entre 300 y 1,800 mm. Edafológicamente hablando el BTC crece en suelos someros, pedregosos y sobre laderas de cerros. En suelos aluviales, este tipo de bosque, es substituido por el bosque espinoso. También crece en suelos arcillosos o arenosos, ácidos o alcalinos, pobres o ricos en materia orgánica y de colores claros u oscuros, rojizos, amarillentos, grisáceos o negros.

Por lo general son suelos bien drenados. En cuanto al material parental se puede encontrar desde rocas ígneas y metamórficas hasta sedimentarias marinas.

Vegetación acuática y subacuática

La vegetación acuática y subacuática (VAS) es una asociación vegetal semiacuática (ver Figuras IV.35, IV.36, IV.37 y IV.38) con algunos elementos arbóreos y arbustos ligada a lagunas costeras. Las áreas periódica o temporalmente inundadas por agua dulce, en cambio se caracterizan por una vegetación que, en su gran mayoría es de tipo herbáceo. Donde las condiciones permiten el desarrollo de vegetación flotante pueden encontrarse a representantes como *Azolla*, *Lemna*, *Marsilea*, *Nymphaea*, *Pistia* y *Potamogeton*. En lugares cercanos a la costa, donde hay influencia de agua salina pueden encontrarse a *Acrostichum*, *Batis*, y *Sporobolus*

En algunas lagunas costeras de Oaxaca y Chiapas hay condiciones donde se acumula arena y limo, la vegetación es abundante. En otras secciones escasa o casi nula. También se observa la dominancia de *Ruppia*.

Manglar

El manglar es una comunidad que prospera en las orillas de las lagunas costeras, de bahías protegidas y desembocaduras de ríos en donde hay influencia de zonas de agua de mar. Se les puede proteger encontrar mas tierra adentro. El manglar requiere de suelos profundos de textura fina y de agua salina tranquila o estancada. Soporta cambios fuertes de nivel de agua y de vegetación, pero no se establece en lugares rocosos o arenosos ni en áreas sometidas a fuerte oleaje.

El manglar (Figuras IV.35, IV.36, IV.37 y IV.38) es una vegetación leñosa, densa, arbustiva o bien arborescente de 2 a 25 m de altura, compuesta de una o varias especies de fanerógamas, sin plantas herbáceas y carente de trepadoras. Las especies que lo componen son de hoja perenne algo suculenta y de borde entero. El sistema radical en algunas especies presenta raíces zancudas y neumatóforos que cumplen la función en el fondo lodoso y de respiración radical porque el sustrato es muy pobre. Las estructuras anteriormente mencionadas le dan al manglar una fisonomía especial.

El manglar esta compuesto por 4 especies; *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*.

Cabe mencionar que en esta comunidad no se hará ninguna alteración u obra para el establecimiento del parque eólico, por lo que su integridad y estado de conservación será respetado. Se guardará una distancia de 350 m en la parte más cercana a esta comunidad, con la voluntad de conservar un área de importancia prioritaria

Vegetación Halófitas

La Vegetación Halófitas (VH) se caracteriza por suelos con alto contenido de sales solubles, puede asumir formas diversas. Florística, ecológicamente muy diversa por encontrarse en formas herbáceas, arbustivas y a veces arbóreas. Tal hecho se debe al menos en parte, a que los suelos salinos se presentan en condiciones climáticas variadas, y además a que también las características varían tanto a lo que concierne a la cantidad y tipo de sales, como a la reacción, (pH) textura, y cantidad de agua disponible. Ver Figuras IV.35, IV.36, IV.37 y IV.38.

La suculencia es la característica frecuente en las halófitas de familias diferentes, así como la reproducción vegetativa y la alta presión osmótica. La florística de esta vegetación incluye la presencia de las familias Bataceae, Gramíneae, Chenopodiaceae y Frankeniaceae.

Palmar

Denominación para asociaciones vegetales compuestas por individuos de la familia Palmae. Algunos representantes de la familia Palmae pueden vivir en bosques de *Pinus* y *Quercus* y aun en matorrales xerófilos, prosperan en su mayoría en zonas de clima más bien caliente y húmedo a semihúmedo. Existen en México, tanto en la vertiente Pacífica como en la del Golfo, encontrándolos también en el caribe. Su distribución se manifiesta como agrupaciones reducidas o en manchones densos, algunas veces bastante aislados. Esta vegetación no llega a representar el 1% del área total del país y en su gran mayoría se agrupan en el paralelo 23° N. Muchos se localizan a altitudes menores de 300 m, pero otros pueden encontrarse a más de 2000 msnm. Los tipos climáticos correspondientes según la clasificación de Koeppen (1948) son Af, Am Aw, Cw y posiblemente También BS. La presencia y distribución actual de los palmares están ligadas a las actividades humanas. Así muchos son francamente secundarios, substituyendo al Bosque Tropical Perennifolio, Subcaducifolio y Caducifolio. Los palmares pueden formar bosques de hasta 40 m de alto, mientras que en el otro extremo constituyen matorrales de 50 a 80 cm de altura. Convencionalmente en el sentido fisonómico, los palmares se subdividen en 2 subtipos: los dominados por especies con hojas de abanico y los caracterizados por plantas de hojas pinnadas. Entre los primeros destaca *Sabal mexicana* que se encuentra tanto en la vertiente del Golfo como también del lado del Pacífico. Otro tipo de palmar de mucha extensión e importancia es el de *Brahea dulcis*, frecuente en la cuenca del Balsas, pero también que llega al Sur de Oaxaca, partes altas de la Cuenca del Papaloapan y a lo largo de la Sierra Madre Oriental hasta el Sur de Tamaulipas. En el caso de los palmares de hoja pinnada los de *Orbygnia cohune* son indudablemente los más impresionantes y quizás los mejor definidos desde el punto de vista ecológico y fitosociológico. Ocupan fajas a lo largo del litoral del Pacífico desde Nayarit hasta Oaxaca.

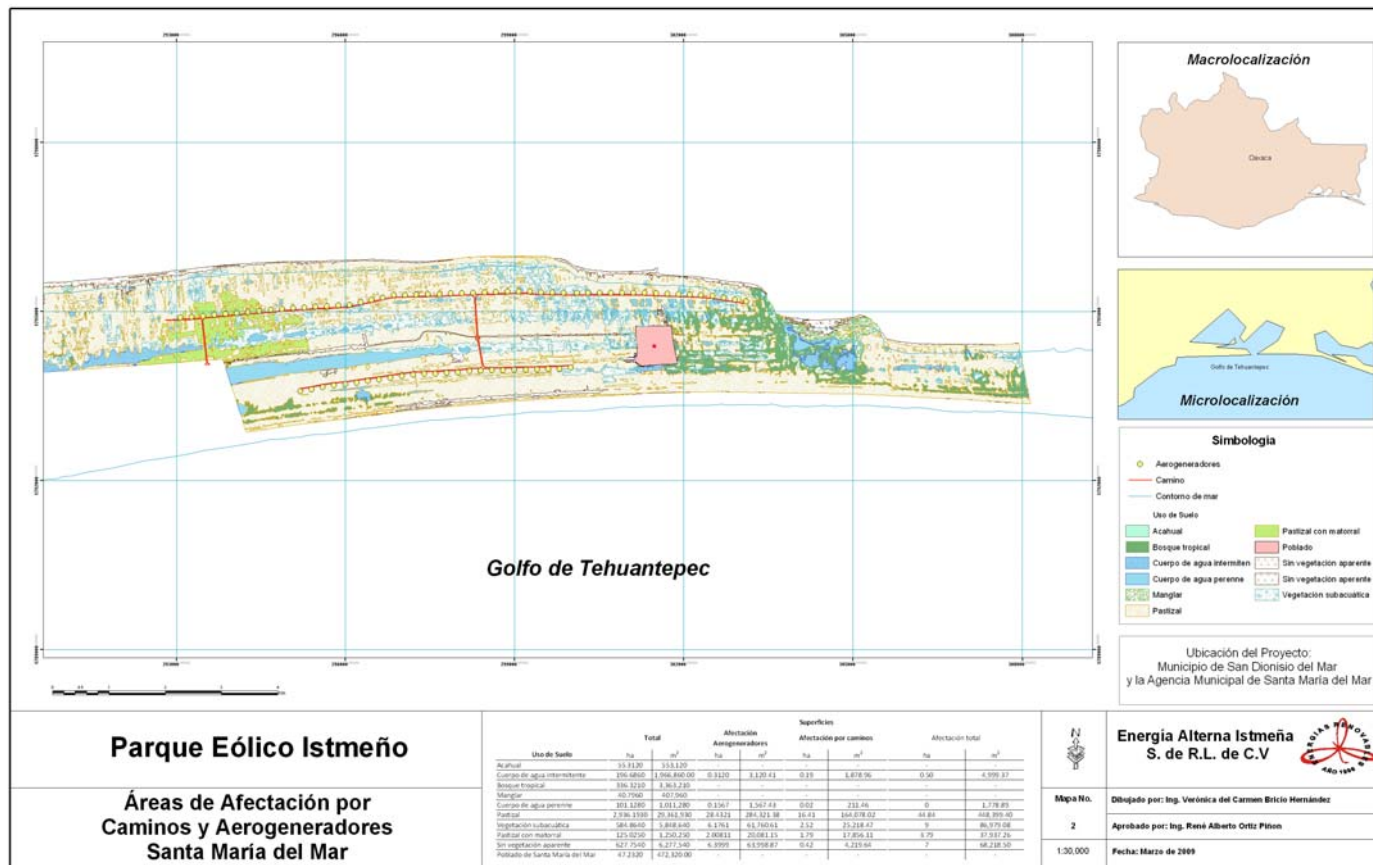


Figura IV. 35 : Uso de suelo y vegetación del área del Polígono 1.

Manifiestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional Sector Eléctrico
"PARQUE EÓLICO ISTMEÑO"

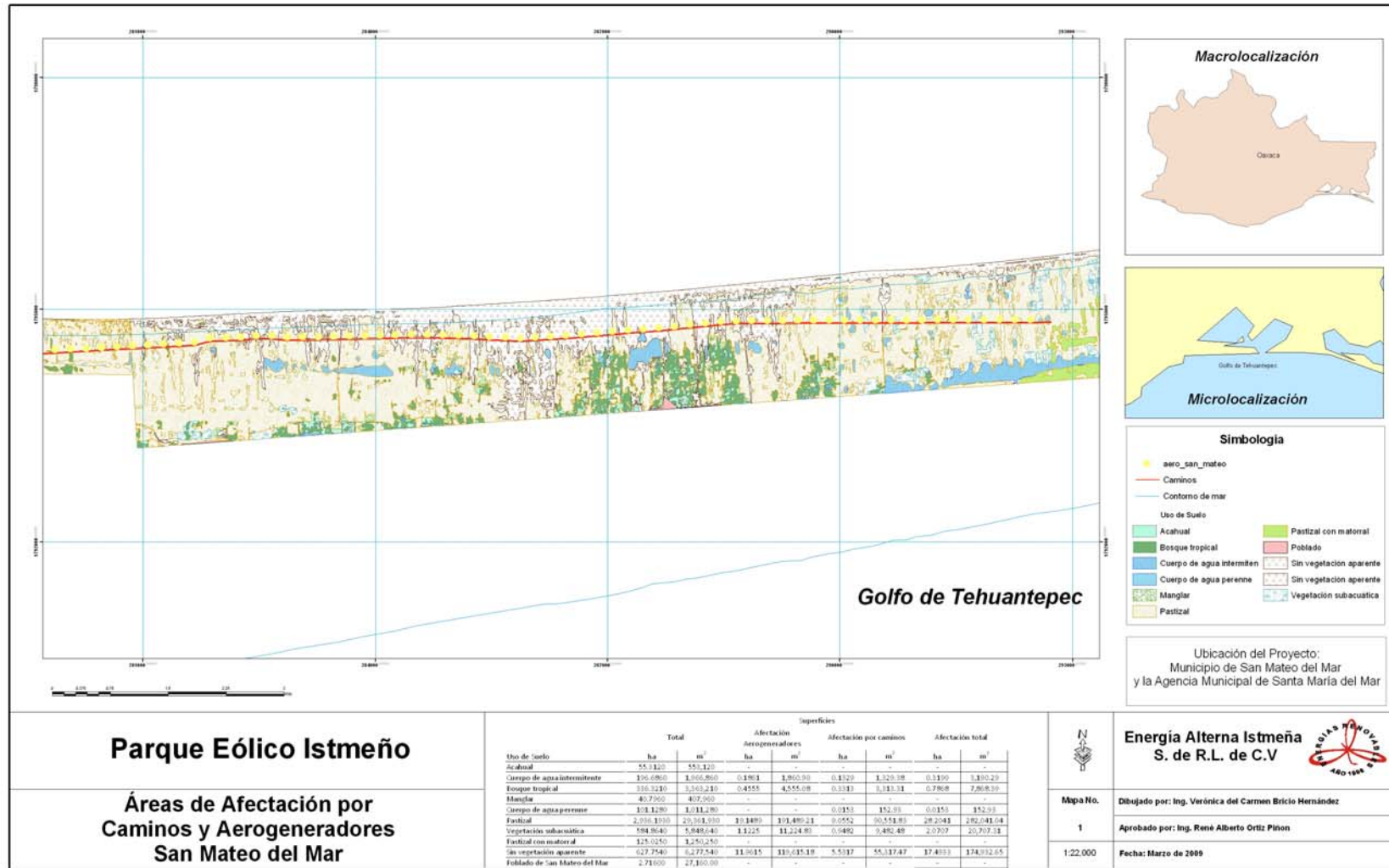


Figura IV. 36 : Tipos de vegetación y uso de suelo en el Polígono 1.

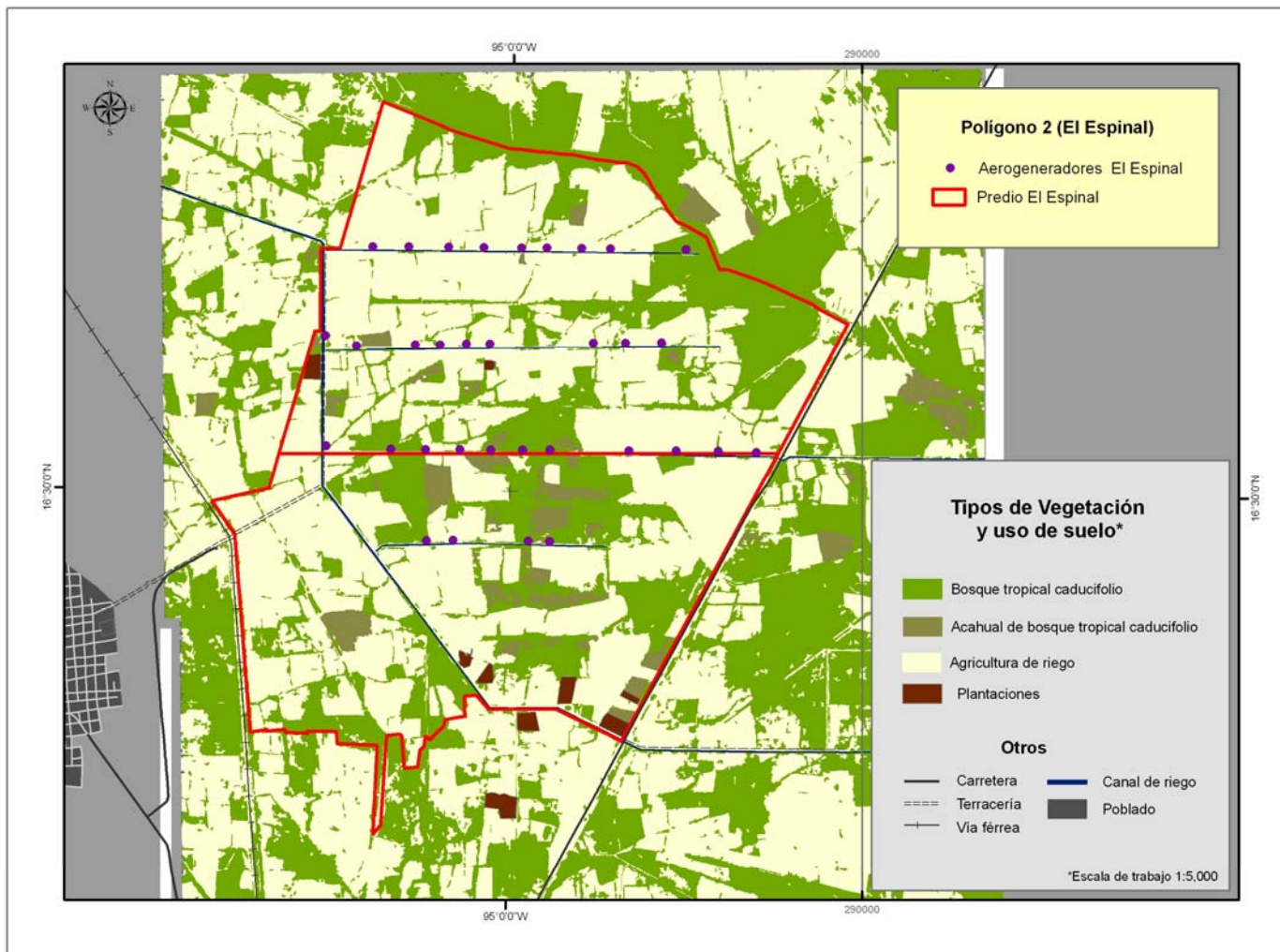


Figura IV. 37 : Tipos de suelo y usos de vegetación en El Espinal, Polígono 2.

Metodología de muestreo de la vegetación específica en el área del proyecto.

La importancia de la limitación de la flora de un sitio nos permite conocer la historia natural de un sitio y su área de influencia. La presencia o ausencia de algunos taxa botánicos nos puede dar una idea de las condiciones puntuales dependiendo el tipo de vegetación e inclusive los tipos de suelos que haya. Las condiciones más evidentes son el estado de conservación del sitio en función de la cantidad de especies que prosperan y dominan bajo condiciones de disturbio (incendios, pastoreo y desmonte para actividades agrícolas), el estadio sucesional pasado o presente por la proporción de especies en la extensión territorial de interés.

En la determinación botánica de entidades taxonómicas y morfoespecies, se llevaron a cabo toma de fragmentos de los taxa en toda el área muestreada. Hay individuos que muestran incertidumbre visual y falta de expresión diagnóstica, de sus hábitos reproductivos y foliares, por lo que las muestras de ramas, hojas, flores y frutos que fueron prensadas, evitan confusión en la identidad nomenclatural de las plantas. Se utilizaron materiales bibliográficos y visitas al herbario IBUG del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), para agilizar la precisa identidad de ejemplares botánicos fértiles y estériles encontrados. Se usaron binoculares para aumentar el rango de muestreo, levantamiento y reconocimiento de la información vegetal de interés. Se tomaron fotografías de los individuos de mayor importancia para complementar el trabajo de campo, preservando la imagen *in vivo* del espécimen colectado.

La composición florística del SAR obtenida a partir de la información recopilada en campo tenemos que la vegetación perteneciente al SAR es BE, BTC, VH, VAS y Manglar, Tabla IV.11 Se encontraron 48 familias y 205 especies. Dentro de las familias presentes destacan, Asteraceae y Fabaceae, las que en su conjunto conforman el 60 % de las especies colectadas. Solo 30 especies llegan a alcanzar tallas arbóreas, el resto pertenece a los estratos arbustivos y herbáceos, que son favorecidos por falta de cobertura arbórea inducida para el desarrollo de pastos para alimentar al ganado. A continuación se presenta un cuadro de tipos de vegetación (Rzedowsky, 1978) presentes a nivel municipal dentro del polígono de estudio.

Municipios	Tipos de Vegetación
EL ESPINAL	BTC, BE
SAN MATEO DEL MAR	BTC, BE, MANGLAR, VH, VAS
JUCHITÁN (SANTA MARÍA DEL MAR)	BE, MANGLAR, VH, VAS, PALMAR

Tabla IV. 11: Tipos de Vegetación (Rzedowsky, 1978) encontrados en los municipios que integran el SAR

Estimaciones de los tipos de cobertura de vegetación del sitio de estudio.

A continuación se presente el estimado de las áreas en el Área del Proyecto por tipo de afinidad de vegetación obtenido mediante el uso de sensores remotos (Sistemas de información geográfica). En el caso del Bosque Espinoso es difícil determinar su firma espectral (resolución para identificar el tipo de vegetación) por encontrarse fragmentado por lo que se integra con el Bosque Tropical Caducifolio debido a su semejanza en arquitectura de copa. En la Tabla IV.12 se muestra la superficie de vegetación para el polígono 1 y en la Tabla IV.13 se muestra la superficie de vegetación para el polígono 2.

TOTAL POLÍGONO UNO			
TIPO DE VEGETACIÓN	Afectación Aerogeneradores	Afectación por caminos	Afectación total
<i>Uso de Suelo</i>	<i>ha</i>	<i>ha</i>	<i>ha</i>
Acahual (ABtc)	-	-	-
Cuerpo de agua intermitente y perenne (Ca)	0.654	0.357	1.011
Bosque tropical (Btc)	0.456	0.331	0.787
Manglar	-	-	-
Pastizal (P)	23.791	12.731	32.914
Vegetación subacuática (Va)	7.299	3.470	10.769
Matorral o Bosque Espinoso (M)	2.008	1.786	3.794
Sin vegetación aparente (Sv)	6.120	1.985	8.105
AFECTACIÓN TOTAL A VEGETACIÓN FORESTAL			15.349
AFECTACIÓN TOTAL A VEGETACIÓN (FORESTAL Y NO FORESTAL)			49.275
AFECTACIÓN TOTAL A VEGETACIÓN (FORESTAL Y NO FORESTAL) Y ÁREA SIN VEGETACIÓN APARENTE			57.380

Tabla IV. 12 : Extensión de los tipos de afinidad de vegetación existente en el sitio de estudio, polígono 1 para el área del proyecto.

TOTAL POLÍGONO DOS			
TIPO DE VEGETACIÓN	Afectación Aerogeneradores	Afectación por caminos	Afectación total
<i>Uso de Suelo</i>	<i>ha</i>	<i>ha</i>	<i>ha</i>
Acahual (ABtc)	0.140	1.290	1.430
Cuerpo de agua intermitente y perenne (Ca)	-	-	-
Bosque tropical (Btc)	1.940	0.520	2.460
Manglar	-	-	-
Pastizal (P)	17.310	3.150	15.716
Vegetación subacuática (Va)	-	-	-
Matorral o Bosque Espinoso (M)	-	-	-
Sin vegetación aparente (Sv)	0.950	0.030	0.980
AFECCIÓN TOTAL A VEGETACIÓN FORESTAL			3.890
AFECCIÓN TOTAL A VEGETACIÓN (FORESTAL Y NO FORESTAL)			19.606
AFECCIÓN TOTAL A VEGETACIÓN (FORESTAL Y NO FORESTAL) Y ÁREA SIN VEGETACIÓN APARENTE			20.586

Tabla IV. 13 : Extensión de los tipos de afinidad de vegetación existente en el sitio de estudio, polígono 2 para el área del proyecto.

Índices de diversidad (Riqueza florística)

Para la diversidad del sitio se uso el índice de diversidad de Shanon-Weaver (1949) se obtuvo un nivel moderado de diversidad (1.20563467). A pesar de los altos niveles de diversidad de plantas vasculares que se presentan de forma típica en otras asociaciones de especies tropicales afines en el sureste de México en los BTC Y BE del sureste. El área de estudio no exhibe asociaciones complejas por el desmonte de la vegetación para agostaderos, así como el efecto de borde que va haciendo disminuir la complejidad de las comunidades a través del tiempo en función del espacio, tiempo e intensidad del cambio de uso de suelo y la deforestación que trae consigo afectaciones a la dinámica sucesional, así como la cantidad y calidad de reemplazo de especies arbóreas. Lo que hace más significativos los niveles son los reducidos parches de que permanecen con vegetación original donde prevalecen asociaciones interesantes de *Pithecellobium*, *Cercidium*, *Acacia*, *Stenocereus* y *Senna*. (ver anexo 2)

Estructura de la vegetación (Densidad Florística)

Se establece que la densidad es el número de individuos de una especie por unidad de área que haya representado el sistema de levantamiento de datos, muestras o transectos. El concepto de densidad relativa nos señala que es la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área. Los valores de densidad (Ver Anexo 3) mostrados en el predio muestran (ver cuadro de densidad abajo) que el huizache (*A. farnesiana*) es el que más se presentó en los 112 transectos ($D_{ri} = 116.438356$). Mostrando una densidad por especie (D_i) total por hectárea de los transectos levantados de 1.84241638. La alta agregación del huizache es un indicador evidente que se han desmontado una gran cantidad de hectáreas de BTC y BE para abrir paso al crecimiento de pastos para la ganadería bovina y caprina, así como el establecimiento de cultivos de temporal para la subsistencia, haciendo evidente procesos continuos de pérdida de suelo a través del tiempo lo que hace más fácil al huizache su establecimiento a través de las excretas del ganado que consumen la vegetación y solo dejan las especies armadas (con espinas) haciendo que el huizache se perpetúe.

Valor de importancia de las especies

En el valor de importancia la especie más representativa fue *Pithecellobium dulce* (0.023181893926315). Cabe mencionar que el guamúchil (*P. dulce*) es un elemento propio

del BE, en la semillas y su exospermo es comestible para la fauna y los seres humanos, (ver anexo 4).

COPIA PÚBLICA

Estado de conservación de la vegetación

Conservación a nivel de Sistema Ambiental Local o Área de Influencia del Proyecto

De manera general la vegetación del SAR estudiada esta conformada por un mosaico de zonas altamente perturbadas. En su gran mayoría para llevar a cabo actividades de ganadería (vacuna y ovina) e incipientes plantaciones de mango y coco.

En El Espinal gran parte de la extensión del terreno se encuentra parcelado dejando un remanente de árboles para cumplir las necesidades de forraje, postería, frutos y sombra. La vegetación original de BE ha sido devastada casi en su totalidad quedando algunos manchones compuestos de especies como *Amphypterigium*, *Haematoxylon*, *Cercidium* y *Senna*.

Santa María del Mar. Tiene extensiones de pastizal halófito (vegetación halófila) utilizados para la ganadería extensiva, que están siendo sometidos a pastoreo de ganado caprino, ovino, vacuno y equino. Este ganado se alimenta en época de secas en los cuerpos de agua intermitentes, dejando sus desechos. En otros casos como en la laguna de Quirio las vacas suelen agruparse para cruzarlo, provocando contaminación por sus desechos, ver Figura IV.39.



Figura IV. 38 : Ganado vacuno cruzando la laguna de Quirio, Fuente INGESA 2009.

San Mateo del Mar tiene áreas desmontadas para pastoreo y labranza, donde solo quedan algunas cactáceas remanentes del disturbio. En otras secciones la vegetación solo se encuentra en los lienzos debido a que son especies útiles (*G. Sepium*).

Se puede concluir que la vegetación en todo el área de estudio se encuentra perturbada por actividades agropecuarias, en El Espinal por el alto grado desmonte, en Santa María del Mar por ganadería y quema de pastos. En San Mateo del Mar por agricultura y expansión demográfica.

Conservación a nivel vegetación

El BTC (trechos de pertenecientes a Santa María del Mar) en el polígono de estudio es una cobertura remanente relegada para algunos lomeríos con moderada dominancia de elementos (*Bursera* y *Lysiloma*) arbóreo. Estas reducidas extensiones se encuentran moderadamente conservadas por causas de la ganadería extensiva, indicios de incendios forestales frecuentes, como consecuencia de la presión ejercida para ampliar la frontera agrícola para establecer pastos mejorados, así como la de un falta plan de quemas

agrícolas controladas. Las secciones de Vegetación Halófito predominan en las barras de San Mateo y Santa María del Mar. Estas asociaciones de herbáceas en su mayoría se establecen en las dunas de arena a lo largo de las playas, delimitadas por la zona de término de oleaje en las orillas de las costas. Existe un alto grado de perturbación en el sitio por rastros de ganado vacuno y ovino. Vale la pena mencionar el cambio de la composición vegetal que ha causado el ganado donde han consumido las pocas especies arbustivas y arbóreas sin espinas dejando especies muy espinosas (*A. cymbispina*). El Manglar no es muy abundante, estando solo en sitios protegidos, no se observan daños recientes ni uso indiscriminado, por lo que el disturbio en el área se ha ido acumulando por décadas de ganadería extensiva y posible uso de la madera de mangle en el pasado.

Usos de la vegetación en el SAR

En las zonas que han recibido más presión como El Espinal, San Mateo del Mar y Santa María del Mar los usos más extendidos para la vegetación es para leña (*Guazuma*), Postería (*Gliricidia*), Forrajes (*Gliricidia*) y Sombra (*Enterolobium*) (Ver Anexo 5).

Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables (CITES) en el área de estudio.

Las especies bajo protección legal que se encuentran en el Sistema Ambiental Regional se muestran en la Tabla IV.14

Especies bajo estatus de protección		
Taxa	SEMARNAT-ECOL-059	Cites
<i>Conocarpus erectus</i>	Pr	No-listada
<i>Laguncularia racemosa</i>	Pr	No-listada

Tabla IV. 14 : Especies vegetales bajo la protección de la normatividad mexicana e internacional (SEMARNAT, 2001).

Fauna

Estudios previos hechos en la región

En el SAR y zonas de influencia se han realizado algunos estudios de fauna que (Binford, 1989, Briones *et.al.*, 2004, Navarro *et.al.* 2004 e INECOL AC, 2007, INECOL AC, 2008 y PRENEAL, 2008) hacen notar de modo importante en sus listados de todas las especies en encontradas (ver anexo 9).

Caso Particular "Aves"

El área de estudio combina varias asociaciones vegetales (BTC, BE, Manglar, VAS y VH) según Rzedowsky (1978). En el SAR existen condiciones territoriales que favorecen a la avifauna a utilizar habitat costeros y tierra adentro que proporcionan un hogar y refugio temporal a distintos grupos ornitológicos que se especializan en ocupar estos sitios.

Se han realizado estudios de aves recientes (INECOL AC., 2007, INECOL AC, 2008 y PRENEAL, 2008) para tener un marco de referencia respecto a los efectos que pudieran tener los hábitos de tránsito y migración ornitológica con el desarrollo de actividades sustentables de generación de energía limpia (eólica).

Los estudios centrados en evaluar las conductas de vuelo y su efecto por la operación de aerogeneradores concluyeron que en la parte del SAR que corresponde al Espinal mostraron que durante la temporada de otoño, se observó que de un total de 956,703 de individuos que fueron registrados y entraron en el SAR, sólo 108,544 (11.34%) volaron dentro del sitio del predio de El Espinal.

En los estudios realizados se hizo hincapié que en otros sitios donde ya operan aerogeneradores las aves cambian sus patrones de vuelo disminuyendo el potencial de colisión con aerogeneradores, por lo que en etapas posteriores de operación de los parques eólicos la avifauna es capaz de cambiar sus patrones de conducta, siendo adaptables y por consiguiente las tasas de mortalidad estimadas no subirán. Por lo contrario la fauna no interrumpirá sus milenarios hábitos dentro del área de llegada para anidación y reproducción.

A continuación se presentan de manera condensada los estudios (INECOL AC. 2007 e INECOL AC. 2008) elaborados para evaluar los procesos de migración y residencia de las aves, en el polígono de estudios y áreas de influencia.

En Santa María del Mar y San Mateo del Mar, correspondientes a una parte del SAR , el Instituto de Ecología, A.C. muestreó un ciclo anual para la zona. El estudio comprendió de enero del 2007 a enero del 2008.

Santa María del Mar

Durante el monitoreo de primavera de marzo a mayo de 2007 se obtuvo un total de 166 especies, pertenecientes a 42 familias de aves. Este total de individuos representa el 15.4% de las 1076 especies registradas para el país. Mientras que para el monitoreo de otoño se registraron 143 especies de aves, pertenecientes a 37 familias. Lo que implica que se observó al 30.68% de las 466 especies potenciales para la región del Istmo de Tehuantepec.

San Mateo del Mar

Durante el monitoreo de primavera de marzo a mayo de 2007 se obtuvo un total de 152 especies, pertenecientes a 37 familias de aves. Este total de individuos representa el 14.7% de las 1076 especies registradas para el país. Mientras que para el monitoreo de otoño se registraron 135 especies de aves, pertenecientes a 39 familias. Lo que implica que se observó al 28.97% de las 466 especies potenciales para la región del Istmo de Tehuantepec.

Avifauna residente y migrante

De las 166 especies registradas en Santa María del Mar, se encontraron 81 especies residentes (R), 49 especies en la categoría de invernantes (I), 33 especies transeúntes (T) y tres especies como residentes de verano (V) (Figura IV.40 y Tabla IV.15)

Clave	Estatus	Descripción
R	Residente	Se reproduce y vive dentro del mismo rango todo el año. Ej. <i>Buteo albicaudatus</i> .
I	Invernante	Visitante que no se reproduce y que esta presente durante el invierno boreal, generalmente entre los meses de septiembre y mayo. Ej. <i>Accipiter cooperi</i> (octubre-abril)
R/I	Residente /invernante	En su rango, la especie tiene una parte de su población residente todo el año y otra parte presente solamente durante el invierno en el norte. Para muchas de estas especies, sus poblaciones crecen significativamente con la contribución de los visitantes del norte. Ej. <i>Cathartes aura</i> .
T	Transeunte	Visitante que no se reproduce y que solamente utiliza el área durante la migración de primavera y/o otoño; Ej. <i>Limosa haemastica</i> (abril-mayo)
S	Residente del verano	Se encuentran en la región únicamente durante la primavera y el verano, utilizando el área solo para reproducirse y antes de regresar al sur. Ej. <i>Rosthramus sociabilis</i> (marzo-agosto).
V	Vagabundo o accidental	Fuera de su rango normal. Ej. <i>Dendroica caerulea</i> .

Tabla IV. 15 : Categoría por tiempo que permanece el Ave en el zona

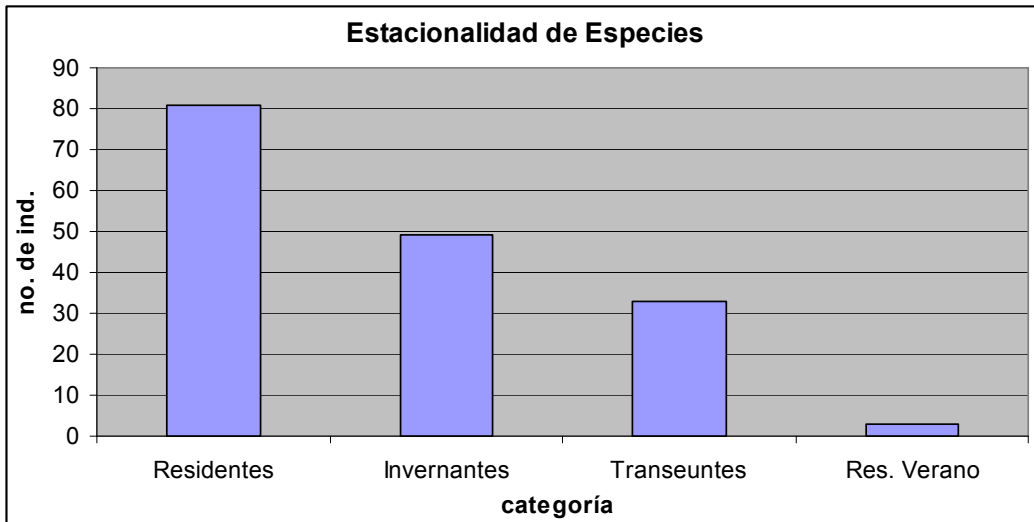


Figura IV. 39 : En el gráfico se observan los totales para las categorías de estacionalidad de las especies de aves registradas para Santa María del Mar. R = Residente, I= Invernante, T=Transeúnte, V= Residente de verano.

De las especies que se encontraron en el monitoreo de aves dentro de la zona de Santa María del Mar las que se encuentran en algún estatus de protección son 20 especies bajo alguna categoría de protección, divididas de la siguiente manera: 16 especies bajo protección especial (Pr); y tres especies bajo la categoría de amenazadas (A) y una en peligro de extinción.

San Mateo del Mar

De las 135 especies registradas en San Mateo del Mar, 54 son residentes, 65 son invernantes, 16 dentro de la categoría de las transitorias (figura IV.41).

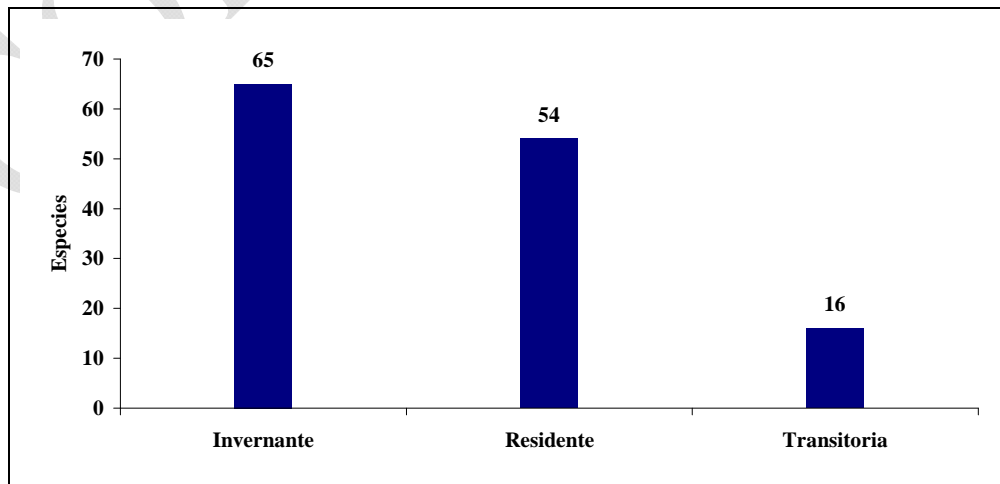


Figura IV. 40 : Número total de especies residentes, invernantes y transitorias del sitio de San Mateo del Mar durante el otoño.

De las cuales se encontraron 12 especies bajo protección especial (Pr); y tres especies bajo la categoría de amenazadas (A), no encontrándose todavía ninguna especie en la categoría de Peligro de extinción.

Los resultados de la temporada de monitoreo (ver tabla IV.16) para la estación de conteo en Santa María del Mar y San Mateo del Mar arrojan un total de 246,428 de aves de 153 especies identificadas y cuatro en las cuales no fue posible determinar la especie arrojan un total de 141,952 aves de la golondrina sin identificar presentó el mayor número de registros con 104,466 individuos seguida por la golondrina marina negra (*Chlidonias niger*) con 8,082 individuos. Les siguieron ocho especies con conteos entre los 1,000-8,000 individuos, 20 especies menos abundantes y 89 poco abundantes que son las especies con una abundancia menor a los 100 individuos. Cabe mencionar que de los 956,703 individuos 1181 individuos se encuentran registrados en la categoría de indeterminados debido a que no fue posible identificar la especie.

A continuación se presenta la tabla que indica la abundancia por especies de los individuos observados en el área de estudio, presentados en orden descendente para las especies observadas y registradas, ver Tabla IV.16.

Abundancia	Rango de individuos	No. De Especies	Nombre Científico
Muy abundante	> 8 000	2	1. <i>Golondrina sin ID</i> , 2. <i>Chlidonias Níger</i>
Abundante	1 000 – 8 000	8	1. <i>Cathartes aura</i> , 2. <i>Anas indeterminada</i> , 3. <i>Hirundo rustica</i> , 4. <i>Pelecanus erythrorhynchos</i> , 5. <i>Buteo platypterus</i> , 6. <i>Anas acuta</i> , 7. <i>Larus pipixcan</i> , 8. <i>Falco sparverius</i> .
Menos abundante	10 0 – 1 000	20	1. <i>Anas discors</i> , 2. <i>Tyrannus forficatus</i> , 3. <i>Ictinia mississippiensis</i> , 4. <i>Tachycineta thalassina</i> , 5. <i>Petrochelidon pyrrhonota</i> , 6. <i>Archilochus colubris</i> , 7. <i>Tachycineta albilinea</i> , 8. <i>Quiscalus mexicanus</i> , 9. <i>Bubulcus ibis</i> , 10. <i>Fregata magnificens</i> , 11. <i>Fulica americana</i> , 12. <i>Chaetura pelagica</i> , 13. <i>Charadrius vociferus</i> , 14. <i>Accipiter striatus</i> , 15. <i>Mycteria americana</i> , 16. <i>Accipiter cooperii</i> , 17. <i>Dendrocygna autumnalis</i> , 18. <i>Buteo albonotatus</i> , 19. <i>Limnodromus indeterminado</i> y 20. <i>Zenaida asiatica</i>
Poco abundante	1 - 100	65	Con una abundancia menor de 100 individuos se registraron 89 especies las cuales se pueden observar en el Anexo 1.

Tabla IV. 16 : Abundancia de especies registradas en el área por orden ascendente

Un aspecto importante es la probabilidad de colisión de las aves en los aerogeneradores, la cual se determinó conforme a la proporción de aves que migran por la región y entran al área de estudio y de la probabilidad de que vuelen a una altura de riesgo de impacto.

De los individuos registrados se encontró que el (99.99%) volaron dentro del sitio de Santa María y San Mateo del Mar (ver figura IV.42). Además se observa, que la mayor parte de aves que vuela en la región, lo hace a una altura baja en la categoría 1(1-40 m) (92.22%), sólo el 6.91% (9,825) de estos individuos que entran en la región vuelan en una categoría de riesgo de colisión.

La información se presente en la siguiente gráfica:

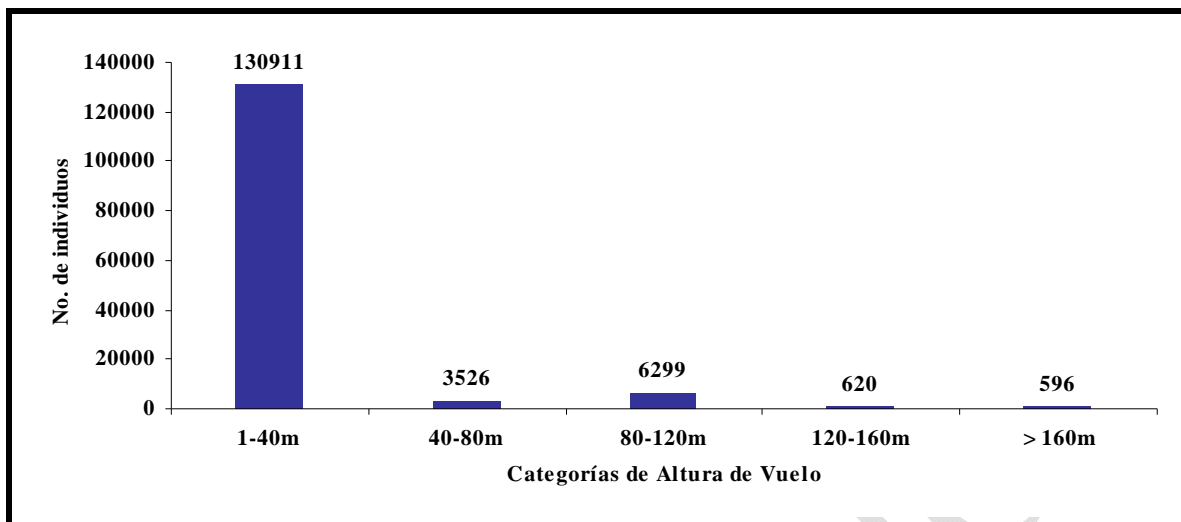


Figura IV. 41 : Comportamiento de los vuelos y sobrevuelos registrados para, reportado en número de individuos.

La altura de vuelo considerada como Riesgo de colisión, es entre los 40 y 120 metros de altura sobre el nivel del suelo.

Adicionalmente, se utilizó el método de puntos de conteo para el monitoreo de aves, en el cual se establecieron 12 puntos de conteo dentro del área de estudio, con este método se registraron 60 especies de aves y 12,574 individuos.

Dentro de las especies más abundantes registradas en los puntos de conteo estuvieron la cerceta aliazul (*Anas discors*) con 4480 individuos, la segunda especie más abundante es del género *Anas* pero no se llegó a determinar la especie (*Anas sp.*) con 3055, en tercer lugar la gallareta americana (*Fulica americana*) con 2985 individuos, siguiéndoles el pato golondrino (*Anas acuta*) con 455 individuos y la gaviota reidora (*Larus atricilla*) con 227 individuos.

Los resultados arrojados por puntos de conteo, muestran que las especies observadas con mayor frecuencia son especies residentes, (*Cathartes aura*, *Tyrannus forficatus*, *Coragyps atratus*, *Mimus gilvus*, *Falco sparverius*, *Quiscalus mexicanus*).

De los resultados obtenidos por el método de puntos de conteo, 10,595 individuos (84.26%) del total de individuos registrados, realizaron vuelos fuera del radio establecido.

Existe una marcada diferencia de los individuos registrados fuera de radio ya sea en vuelo o sobrevuelo con respecto a los individuos registrados dentro del radio, ver Figura IV.43.

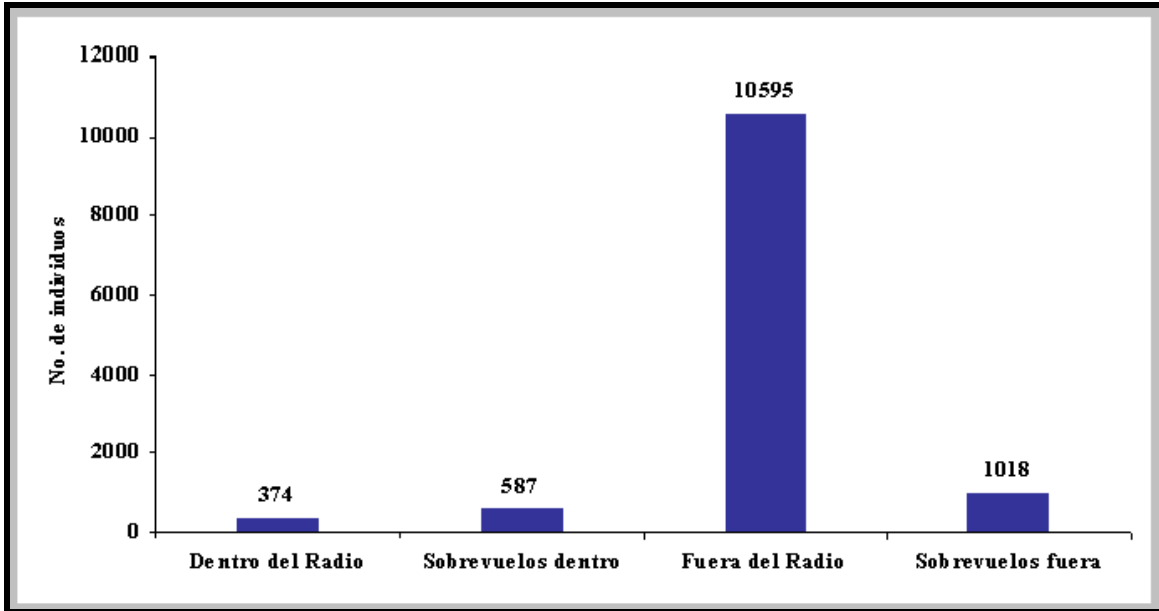


Figura IV. 42 : Comportamiento de los vuelos y sobrevuelos registrados para Santa María del Mar, reportado en número de individuos.

Durante el tiempo que se muestreo en los dos sitios (Santa María del Mar y San Mateo del Mar) se encontraron las siguientes especies (ver tabla IV.17) bajo algún tipo de protección.

Especies bajo algún tipo de protección

Nombre Científico	Nombre Común	Categoría
AVES		
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico ganchudo	Pr
<i>Ictinia mississippiensis</i>	Milano de Misisipi	Pr
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho rufo	Pr
<i>Accipiter cooperi</i>	Gavilán de Cooper	Pr
<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Pr
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Pr
<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla alas anchas	Pr
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Pr
<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Pr
<i>Buteo lineatus</i>	Aguililla pechiroja	Pr
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Pr
<i>Garceta rojiza</i>	Egretta rufescens	Pr
<i>Golondrina marina mínima</i>	Sterna antillarum	Pr
<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	Pr
<i>Rosthramus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Pr
<i>Sterna antillarum</i>	Golondrina marina menor	Pr
<i>Ictinia plumbea</i>	El milano plumizo	A
<i>Aratinga holochlora/strenua</i>	Perico verde-mexicano	A
<i>Matraca nuca rufa</i>	Campylorhynchus rufinucha	A
<i>Oporornis tolmiei</i>	Chipe de potosí	A
<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz cotuí	P
MAMIFEROS		
Liebre de Tehuantepec	Lepus flavigularis	P

Tabla IV. 17 : Especies protegidas del estudio en la NOM-059. Pr; Protección Especial, A; Amenazada, P; Peligro de extinción

Direcciones de vuelo

Se muestreó la dirección de vuelo de 74 blancos. En la figura IV.44 (abajo) se observa la cantidad de blancos que se desplazaron en cada dirección. El 77.02% se movían en dirección sur-sur-oeste y el 12.16% en dirección sur-sur-este.

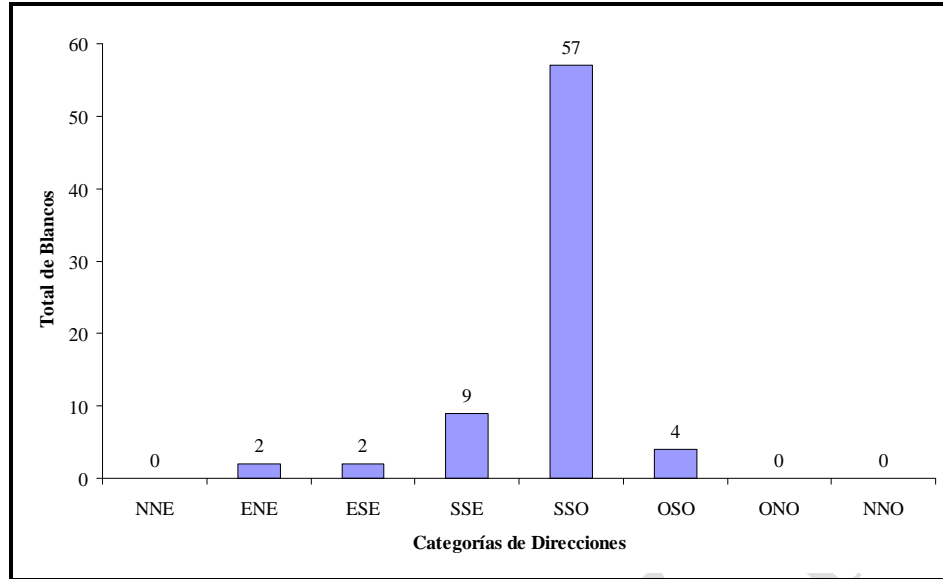


Figura IV. 43 : Gráfico con el número de individuos registrados para cada categoría de las direcciones de Vuelo.

Velocidades de vuelo

La velocidad de vuelo para un ave es afectada por varios factores; uno de los más importantes es la fuerza del viento, por ello es que se tienen registros de hasta 105km/h. Aunque estas no son las velocidades que las aves alcanzan por sí solas, son las que adquirieron al ser impulsadas por el viento cuando pasaron por la estación de monitoreo durante las fechas indicadas. Se muestreó la velocidad de vuelo de 355 blancos, su velocidad promedio fue de 66.5km/h, la máxima fue de 105km/h, la mínima fue de 35km/h y la más frecuente fue de 65km/h.

Alturas de vuelo

En general, las estimaciones de alturas de vuelo basadas en observaciones directas no son tan confiables excepto bajo condiciones especiales (Lincoln *et al*, 1998); el radar ofrece medidas muy precisas ya que son realizadas con funciones propias. En este caso se muestrearon las alturas (ver figura IV.45) de un total de 355 blancos en una fecha y nueve sesiones de modo vertical, su altura máxima registrada fue de 1098 metros sobre el nivel del suelo, la altura promedio fue de 424.5 metros y la altura mínimo.

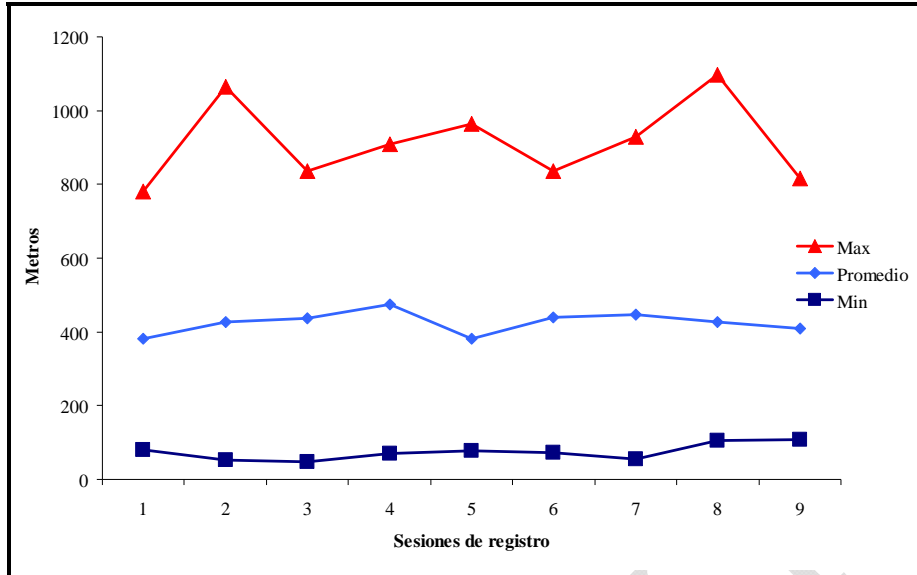


Figura IV. 44 : Gráfico de las alturas de vuelo máximas, mínimas y promedio en cada sesión de registro del modo vertical.

Todas las alturas de vuelo (ver Tabla IV.18) registradas de manera individual para cada blanco se agruparon en categorías que facilitan su comprensión. De los 355 blancos a los que se midió su altura de vuelo el 6.76% pasó a una altura menor a 100 m, un gran porcentaje de ellos (45.07%) volaron entre los 201 y los 500 m; el resto de las categorías se pueden ver en el siguiente cuadro.

Categoría de altura de vuelo	% de Blancos
0 a 100	6.76
101 a 200m	13.23
201 a 500m	45.07
501 a 800m	27.04
801 a 1100m	7.88
Total	~100%

Tabla IV. 18 : Porcentaje de Blancos (aves detectadas) registrados en cada categoría de vuelo (no. de blancos = 355)

El estudio de aves realizado por el Instituto de Ecología, A.C., comenta a manera de conclusión que durante la temporada migratoria de otoño en días de viento intenso del norte, las especies de rapaces migratorias vuelan a menor altura, ya que estas corrientes

son desfavorables para la formación de termales. Este es un patrón común en varios sitios puntos del Istmo de Tehuantepec. En el caso de la Zona de Santa Maria del Mar y San Mateo del Mar las aves rapaces vuelan generalmente a menos de 40 metros raramente y cuando el viento incrementa vuelan muy cerca del dosel de los árboles y arbustos.

Se vislumbra que las colisiones potenciales de las especies invernales se mitigarán con medidas que están incluidas en la Manifestación de Impacto Ambiental, las cuales se reforzarán con estudio de monitoreo durante la fase de operación del parque eólico con la finalidad de tratar de reducir el riesgo de colisión de las aves migratorias. Además es posible que en determinados días durante el pico de la migración y también por el probable comportamiento inestable del vuelo de las aves y por las condiciones de viento, en caso necesario se deban hacer paros selectivos.

Con los resultados del estudio en términos de la biología de las especies y considerando la migración como fenómeno principal que determinaría las colisiones fue posible obtener las primeras aproximaciones de la probabilidad de colisión de aves. Debe tenerse en cuenta que dicha probabilidad sólo podrá estimarse en presencia de los aerogeneradores porque las aves pueden modificar sus patrones de vuelo una vez que las turbinas estén instaladas. Los monitoreos que se realicen durante los próximos años principalmente en las temporadas de migración ayudarán a conocer mejor el número de individuos, altura, comportamiento en migración y trayectorias de vuelo de las aves en el SAR.

Es importante mencionar que a pesar de que el istmo de Tehuantepec es zona para paso migratorio de aves, además de albergar una gran variedad de aves residentes, no se encuentra marcada como AICA, o Región Prioritaria Terrestre, así como tampoco se ubica en la zona ningún área natural protegida o reserva (CIPAMEX/CONABIO/CCA/FMCN, 2007).

Observación ornitológica

El trabajo de campo se ha centrado en obtener información correspondiente a la avifauna residente y migratoria que se encuentra en el área de estudio utilizando los siguientes métodos:

Método de Estimación Estación de Monitoreo de Aves

Estimación de la proporción de aves que migran por la región y que entran al parque eólico y la probabilidad de que vuelen a una altura de riesgo de impacto.

Método de Estación de Monitoreo de Aves

Se estableció una estación de monitoreo de aves migratorias y residentes dentro del área de estudio en donde se instalará el Parque Eólico El Espinal para observar el paso de aves que sobrevuelan el parque eólico durante la temporada de otoño, así como verificar las especies del listado potencial, el cual se obtuvo previamente de una revisión bibliográfica, con las observadas en el campo y simultáneamente actualizar este listado con especies previamente no incluidas.

La estación de observación nos permite conocer la composición, abundancia, rutas y alturas de vuelo de las aves migratorias que transitan por la región, específicamente por el área de estudio (Figura IV.46, Tabla IV.19)

Categoría	Intervalo de altura de vuelo	Riesgo de colisión
1	1 – 40 m.	Sin riesgo
2	40 – 80 m.	Con riesgo
3	80 – 120 m.	Con riesgo
4	120 – 160 m	Sin riesgo
5	> 160 m.	Sin riesgo

Tabla IV. 19 : Alturas de vuelo que presentaron las aves registradas en la estación de monitoreo.

Las aves migratorias se detectan con binoculares (10 x 42 y 10 x 50) y un telescopio Kowa con un lente de 32 x, para facilitar la observación de los individuos observados a mayor distancia. La identificación de las especies se basa en la práctica de los contadores experimentados que operan la estación de monitoreo de aves y corroborada

simultáneamente con las guías de campo de Howell y Webb (1995), Sibley (2000) y, National Geographic (2001).

Los individuos observados son contados y anotados en una libreta de campo indicando la hora y las variables correspondientes. Cuando ocurren grupos de aves muy numerosos, se utilizan contadores manuales para registrar una sección significativa de la parvada, posteriormente se extrapola el conteo de esta sección para estimar el tamaño de la misma. Se registra el nombre científico y su clave. Se sigue la nomenclatura propuesta por la Unión Americana de Ornitólogos (AOU, 2005). Adicionalmente, durante cada hora se toman datos climáticos como la velocidad del viento, dirección del viento, nubosidad, tipo de nubes y temperatura ambiental. El número de observadores y los minutos observados durante la hora también son registrados.

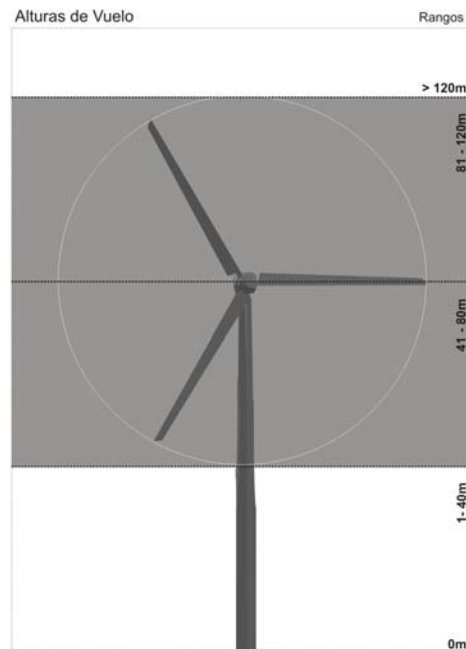


Figura IV. 45 : Diagrama de las alturas de vuelo establecidas en función del riesgo de colisión que los aerogeneradores representan para las aves, considerando aerogeneradores con una altura de 120 metros.

Método de Puntos Fijos de Conteo.

Los puntos de conteo son una serie de sitios o puntos de observación establecidos a lo largo de un transecto separados uno del otro por la misma distancia. En cada punto el observador debe permanecer inmóvil durante un tiempo determinado que generalmente es 10 minutos si la distancia entre los puntos de conteo tarda en recorrerse más de 15 minutos y 5 minutos de conteo si la distancia entre los puntos tarda menos de 15 minutos en recorrerse (Ralph et. al.1997). Tiempo en el cual se registran todas las aves observadas o escuchadas en un área o radio generalmente limitado. Dependiendo de los objetivos de estudio se determina el número de puntos de conteo; por lo general menos de 30 puntos de conteo, en cada hábitat o unidad de muestreo proporciona más del 80% de las especies (Ruelas 1994). Cada punto debe estar separado por lo menos 200 m, aunque en algunos casos y dependiendo del tipo de estudio y área de trabajo, se considera suficiente puntos separados por al menos 75 a 100 m. El radio de observación puede ser de 50 m. en zonas amplias y en hábitat muy densos de 10 a 25 m. Generalmente este método se desarrolla durante las primeras horas de la mañana, aunque esto depende del número de puntos establecidos, de la distancia entre ellos y de la velocidad de desplazamiento del observador. Es importante para evitar sesgos variar el punto de inicio y aleatorizar los sitios de muestreo según hábitat o zona de estudio.

Este método constituye uno de los métodos de censo más comunes y generalizado en varios países debido a su eficiencia en todo tipo de terrenos y hábitat (Ralph et al 1996), además ha demostrado ser eficiente en cualquier tipo de hábitat.

Para los terrenos del predio de El Espinal los puntos de conteo se encuentran almacenados en el GPS, el observador que va a realizar los puntos de conteo llega poco antes del amanecer para empezar los puntos justo después del coro matutino, se ubican en el primer punto con ayuda del GPS y registran las aves que ven y escuchan, en un formato de campo, permanece el observador en el punto por 5 minutos, y se desplaza al punto siguiente nuevamente con ayuda del GPS. Los puntos de conteo fueron seleccionados al azar y de manera que sean representativos de hábitat perturbado y sin perturbar. Empiezan poco antes de las 7 de la mañana y terminan después del medio día. En el Anexo de mapas se observa la ubicación de los puntos de conteo para los terrenos de El Espinal, los puntos marcados con son los puntos en los cuales se tiene permiso de llevar a cabo el monitoreo.

Estacionalidad

Para determinar la estacionalidad de las especies observadas y registradas (ver Tabla IV.20), se tomó en con la consideración la clasificación de acuerdo con Howell y Webb, 1995.

Clave	Estatus	Descripción
R	Residente	Se reproduce y vive dentro del mismo rango todo el año. Ej. <i>Buteo albicaudatus</i> .
I	Invernante	Visitante que no se reproduce y que esta presente durante el invierno boreal, generalmente entre los meses de septiembre y mayo. Ej. <i>Accipiter cooperi</i> (octubre-abril)
R/I	Residente /invernante	En su rango, la especie tiene una parte de su población residente todo el año y otra parte presente solamente durante el invierno en el norte. Para muchas de estas especies, sus poblaciones crecen significativamente con la contribución de los visitantes del norte. Ej. <i>Cathartes aura</i> .
T	Transeunte	Visitante que no se reproduce y que solamente utiliza el área durante la migración de primavera y/o otoño; Ej. <i>Limosa haemastica</i> (abril-mayo)
S	Residente del verano	Se encuentran en la región únicamente durante la primavera y el verano, utilizando el área solo para reproducirse y antes de regresar al sur. Ej. <i>Rothramus sociabilis</i> (marzo-agosto).
V	Vagabundo o accidental	Fuera de su rango normal. Ej. <i>Dendroica caerulea</i> .

Tabla IV. 20 : Definición de la estacionalidad de las aves aplicada para el Istmo de Tehuantepec (Howell y Webb 1995)

Estimación de la proporción de aves que entran al predio y la probabilidad de que vuelen a una altura de riesgo. (Para estación de monitoreo de aves)

Para poder analizar el riesgo de colisión, se requiere de la estimación de la altura de vuelo. En este caso se consideraron tramos o categorías de altura en función aproximada de los aerogeneradores, hipotéticamente tomaremos un aerogenerador de 120 m. dado que aún no se determina el tamaño de aerogenerador que se instalará en la zona, considerando esto se establecieron 5 categorías de altura de vuelo y se aplicaron categorías de riesgo por alturas de vuelo. Estas medidas se basaron en intervalos de alturas determinados por nuestro equipo de trabajo. Esta metodología esta en proceso de

perfeccionamiento, sin embargo también esta sustentada en técnicas aplicadas en países europeos y en Norteamérica.

Los dos primeros métodos se utilizaron en esta temporada migratoria 2007 y los dos siguientes (Método de puntos fijos de conteo y radar) se utilizarán en la temporada de primavera y otoño 2008, además de los dos primeros métodos). Es importante mencionar que se utilizarán los siguientes métodos cuando se encuentren instalados los aerogeneradores:

Focales e Interacciones: Uso del espacio aéreo por las aves residentes y migratorias y su comportamiento con los aerogeneradores.

Método de transectos para búsqueda de cadáveres de fauna.

Método de monitoreo con radar de los desplazamientos de las aves

Resultados

La revisión bibliográfica arrojó una lista de especies que potencialmente pueden encontrarse en el predio. Para efectos prácticos, la información de las especies potenciales fue presentada en forma separada de la información de las especies registradas en el presente monitoreo.

Lista Potencial de Aves

Un total potencial de 466 especies de aves fueron registradas a partir de un listado para el Istmo de Tehuantepec, con ayuda de la guía de Howell y Web. La riqueza avifaunística recopilada en la literatura, mediante los métodos realizados durante el trabajo de campo, la cual representa aproximadamente el 36% que ocurre en todo el país. Del total de esas especies, 119 fueron observadas utilizando el predio de El Espinal y su área de influencia en el presente estudio mientras que las 347 restantes son especies que potencialmente se pueden encontrar en la zona. Aquí se debe tomar en cuenta que para cubrir en su totalidad la avifauna del predio es necesario realizar programas de monitoreo en las dos épocas migratorias de las aves.

Listado de especies de aves, estatus migratorio y de riesgo

Durante la temporada de monitoreo de otoño para el predio de El Espinal y tomando en cuenta todos los métodos realizados, como resultado de los muestreos realizados, se registraron 119 especies de aves, pertenecientes a 40 familias con 957,439 individuos, utilizando principalmente los métodos de Estación de monitoreo y Puntos de conteo. De las 119 especies registradas, 64 son residentes, 42 son invernantes, 13 dentro de la categoría de las transitorias (Figura IV.47). Las especies dentro de esta última categoría se caracterizan solo por utilizar el predio en su paso migratorio hacia el sur del continente donde van incluidas las especies denominadas "grandes planeadoras". Son de suma importancia los sitios que se encuentran entre sus tierras de reproducción y las de invernación son de vital importancia, debido a que en algunas de estas zonas les sirven de descanso y alimentación para continuar con sus largos viajes migratorios.

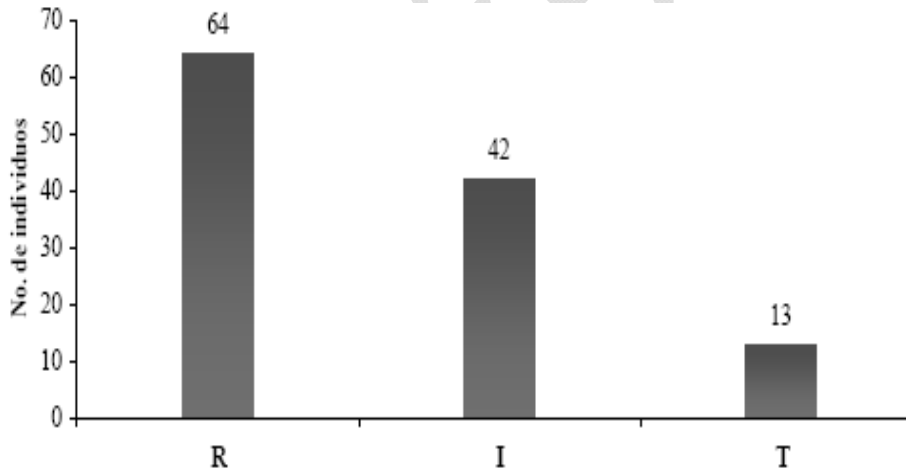


Figura IV. 46 : Número total de especies residentes, invernantes y transitorias del sitio de El Espinal durante el otoño.

De las 119 especies observadas durante la temporada de otoño que se consideran en algún estatus de conservación y en riesgo de acuerdo con la normatividad vigente se encuentran listadas 15 bajo la categoría en protección especial, una como amenazada y una en peligro de extinción (figura IV.48). La especie que se encuentra en categoría de peligro de extinción es la codorniz cotuí (*Colinus virginianus*) la cual es endémica. La mayoría de las especies que se encuentran dentro de la categoría de protección especial (Pr) observadas para la temporada de otoño fueron principalmente aves migratorias, cabe mencionar que una de las especies fue la cigüeña americana (*Mycteria americana*), que

es considerada dentro de las grande planeadoras por el tipo de vuelo que realiza en su migración, el gavilán pico ganchudo (*Chondrohierax uncinatus*), el milano de Misisipi (*Ictinia mississippiensis*), el gavilán pecho rufo (*Accipiter striatus*), gavilán de Cooper (*Accipiter cooperi*), el aguililla alas anchas (*Buteo platypterus*), la aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*), el aguililla aura (*Buteo albonotatus*), el aguililla cola blanca (*Buteo albicaudatus*), el perico frente naranja (*Aratinga canicularis*), la aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), la garceta rojiza (*Egretta rufescens*), el milano tijereta (*Elanoides forficatus*) y el gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*). Bajo la categoría de amenazada (A) solo se registró una especie en esta temporada, la matraca rufinucha (*Campylorhynchus rufinucha*).

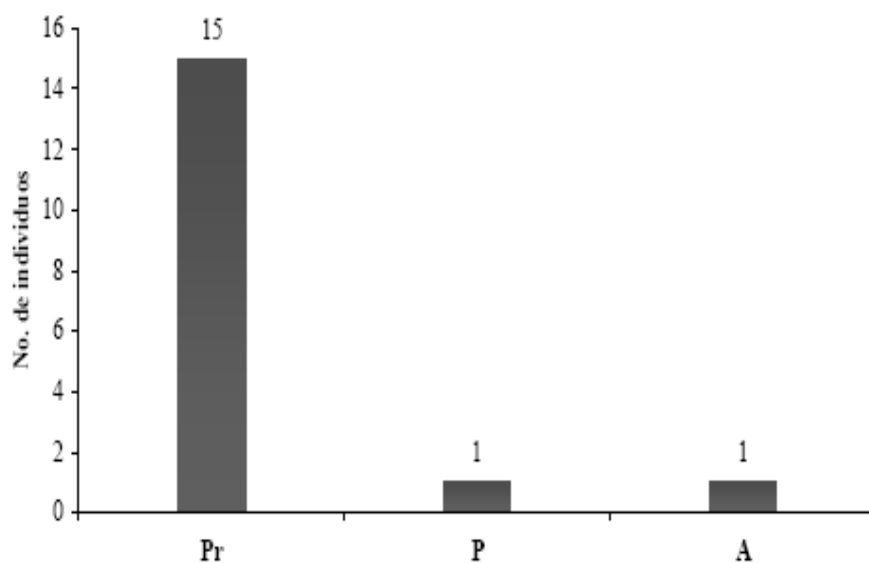


Figura IV. 47 : Número de especies con algún estado de conservación en el sitio de El Espinal para la temporada de otoño 2007, de acuerdo con la Nom-059-Semarnat-2001

Para el predio de El Espinal se registraron tres especies con algún estado de conservación que se encuentran dentro del libro rojo (ver figura IV.49) de especies amenazadas 2006 (UICN) (figura IV.50). El pibi boreal (*Contopus cooperi*), la codorniz cotuí (*Colinus virginianus*), y el colorín sietecolores (*Passerina ciris*) registrados en la categoría Cerca de Amenazada (NT), las 116 especies restantes están consideradas en la categoría de menor riesgo (Lower Risk).

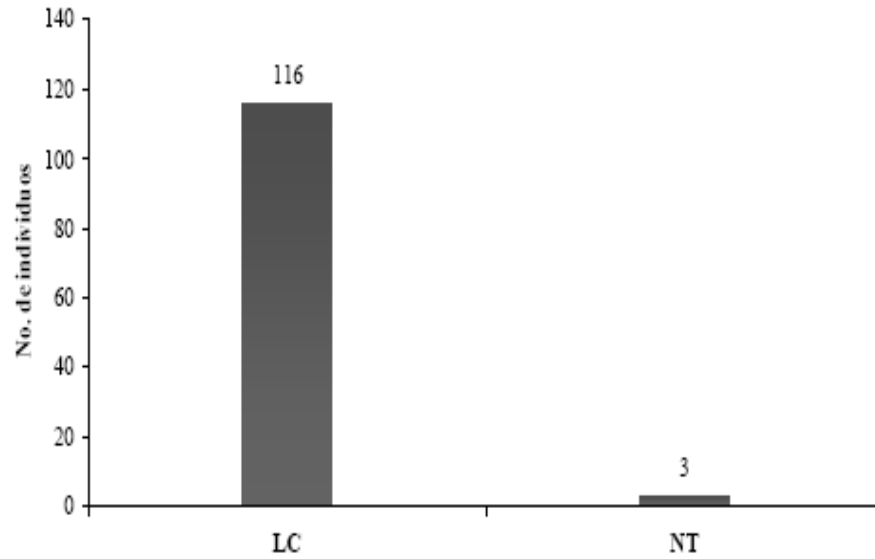


Figura IV. 48 : Número de especies situadas dentro de la Lista Roja publicada por la UICN. LC= Menor Riesgo (La mayoría de las especies se ubica en esta categoría) NT= Cerca de Amenazada (No entra en los criterios pero puede calificar en un futuro)

De las especies que fueron observadas, el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) esta incluido en el Apéndice I del CITES (Convention of International Trade in Endangered Species and Wild Fauna and Flora). Es importante mencionar que en esta convención se cita con riesgos de ser comercializadas entre países. En el apéndice II se encuentran situadas 25 especies las cuales se registran en la tabla IV.21 y figura IV.49.

Nombre científico	Nombre común
<i>Accipiter cooperi</i>	Gavilán de cooper
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho-rufo
<i>Anthracothonax prevostii</i>	Mango pechiverde
<i>Aratinga canicularis</i>	Perico frente-naranja
<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí
<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguililla cola-blanca
<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura
<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla colicorta
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola-roja
<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera
<i>Buteo nitidus</i>	Aguililla gris
<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla ala-ancha
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson

<i>Caracara (plancus) cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico-gancho
<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibri piquiancho
<i>Elanoides forficatus</i>	Milano tijereta
<i>Elanus leucurus</i>	Milano coliblanco
<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano
<i>Ictinia mississippiensis</i>	Milano de Mississippi
<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador
<i>Parabuteo uncinctus</i>	Aguililla rojinegra
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero

Tabla IV. 21 : Especies listadas en el Apéndice II del CITES.

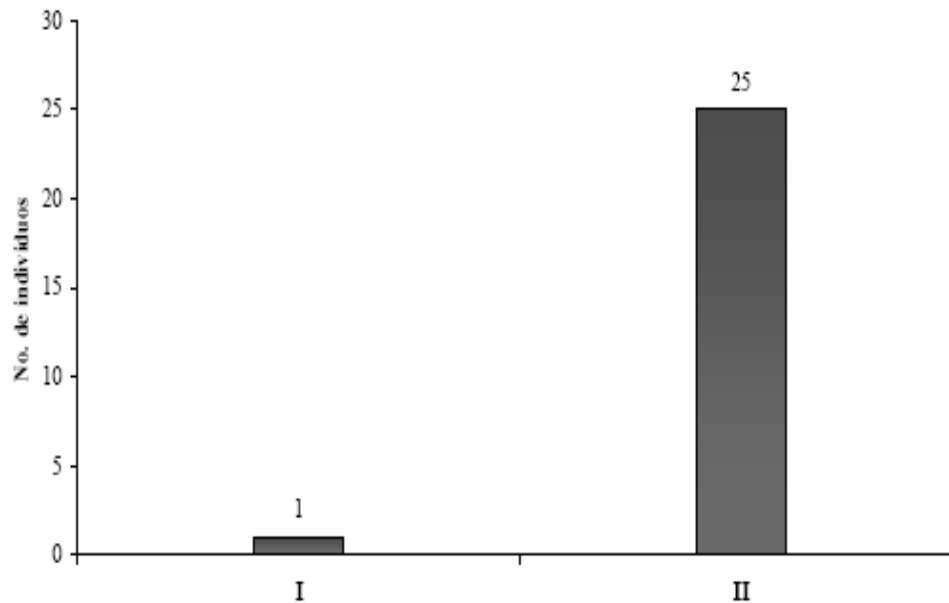


Figura IV. 49 : Número de especies incluidas en CITES (Convention of International Trade in Endangered Species and Wild Fauna and Flora) (Apéndices del 13 de Septiembre de 2007)

Estación de Monitoreo de Aves Migratorias

Los resultados de la temporada de otoño para la estación de conteo ubicada en el predio de El Espinal durante los días de monitoreo se registraron un total de 956,703 aves de 113 especies diferentes. La especie con el mayor número de registros durante su paso

migratorio fueron las auras (*Cathartes aura*) con 920,712 individuos seguida por el aguililla migratoria mayor (*Buteo swainsoni*) con 14,850 individuos (figura IV.50). Les siguieron cinco especies con conteos entre los 1,000-10,000 individuos (figura IV.51), 17 especies menos abundantes y 89 poco abundantes que son las especies con una abundancia menor a los 100 individuos. Cabe mencionar que de los 956,703 ejemplares. 1181 individuos se encuentran registrados en la categoría de indeterminados debido a que no fue posible identificar la especie.

Abundancia	Rango de individuos	No. De Especies	Nombre Científico
Muy abundante	> 10 000	2	1. <i>Cathartes aura</i> , 2. <i>Buteo swainsoni</i>
Abundante	1 000 – 10 000	5	1. <i>Mycteria americana</i> , 2. <i>Pelecanus erythrorhynchos</i> , 3. <i>Tachycineta albilinea</i> , 4. <i>Hirundo rustica</i> , 5. <i>Indeterminada (no fue posible determinar la especie)</i>
Menos abundante	100 – 1 000	17	1. <i>Zenaida asiatica</i> , 2. <i>Pelecanus occidentalis</i> , 3. <i>Coragyps atratus</i> , 4. <i>Tyrannus forficatus</i> , 5. <i>Petrochelidon pyrrhonota</i> , 6. <i>Spiza americana</i> , 7. <i>Quiscalus mexicanus</i> , 8. <i>Bubulcus ibis</i> , 9. <i>Aratinga canicularis</i> , 10. <i>Buteo platypterus</i> , 11. <i>Charadrius vociferus</i> , 12. <i>Archilochus colubris</i> , 13. <i>Molothrus aeneus</i> , 14. <i>Falco sparverius</i> , 15. <i>Dendroica petechia</i> , 16. <i>Columbina inca</i> y 17. <i>Leptotila verreauxi</i>
Poco abundante	1 - 100	89	Con una abundancia menor de 100 individuos se registraron 89 especies las cuales se pueden observar en el Anexo 1.

Tabla IV. 22 : Relación de especies con su respectiva abundancia, listadas en forma descendente

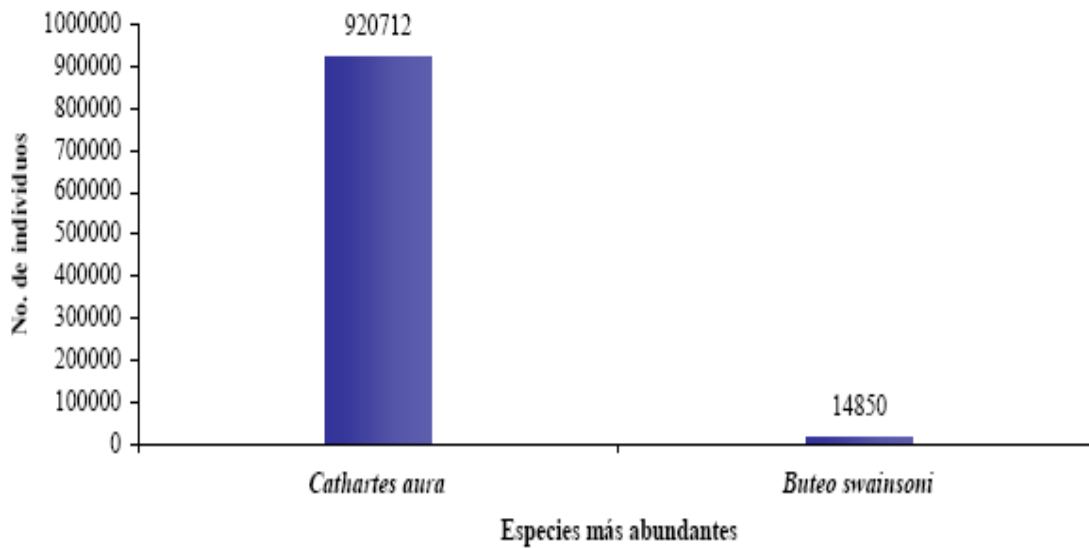


Figura IV. 50 : Especies con mayor abundancia de individuos registrados en el área de estudio las cuales se encuentran en un rango > 10,000 individuos

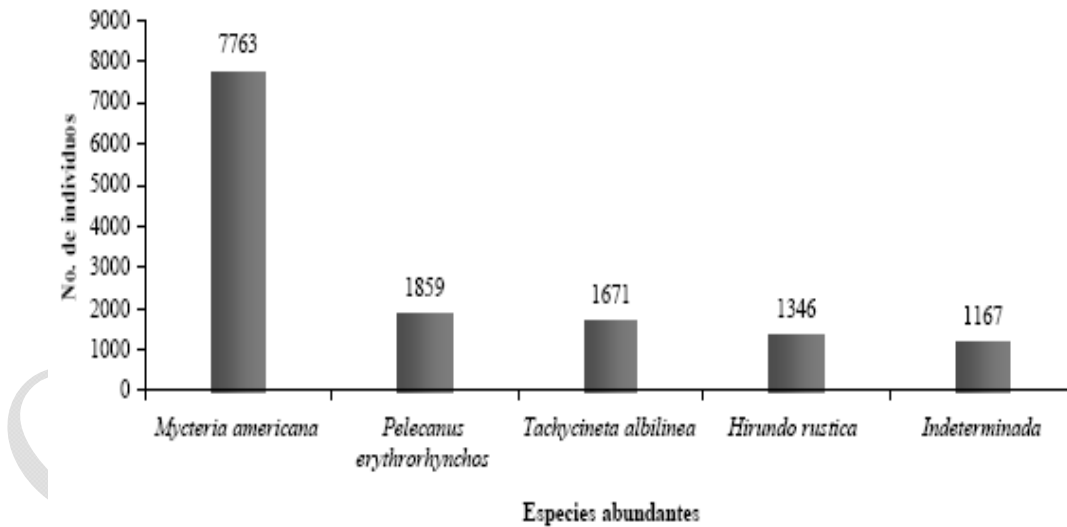


Figura IV. 51 : Abundancia por especie, que se encuentran en un rango de 1000 –10,000 individuos

Estimación de la proporción de aves que migran por la región y entran al predio y de la probabilidad de que vuelen a una altura de riesgo de impacto

Durante la temporada de otoño en la estación de monitoreo del predio, se observó que de un total de 956,703 de individuos que fueron registrados y entraron en la región, sólo 108,544 (11.34%) volaron dentro del sitio del predio de El Espinal. (Figura IV.53).

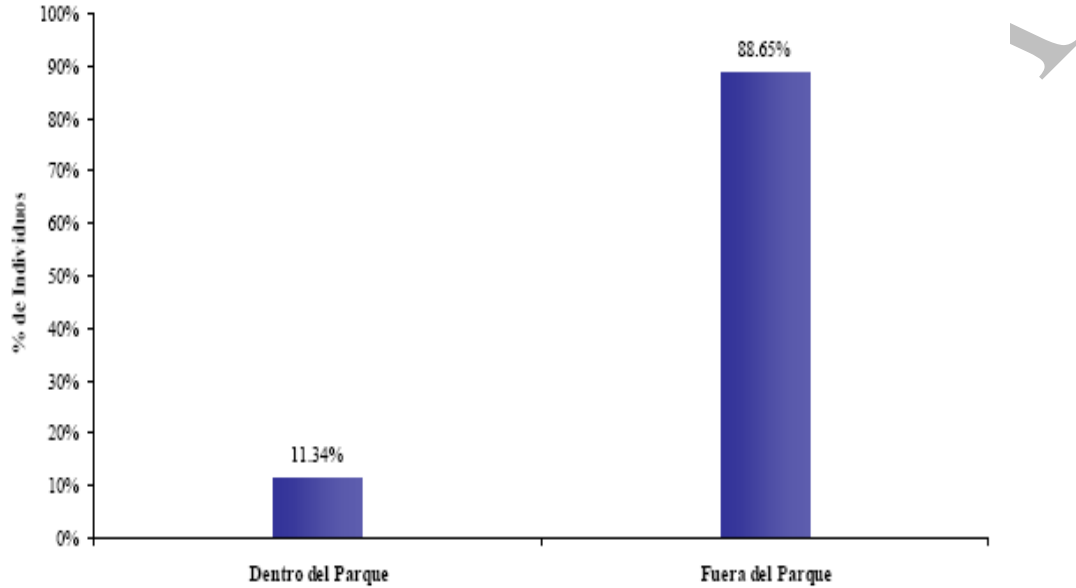


Figura IV. 52 : Porcentaje general de individuos que se observaron dentro y fuera del sitio.

Aunque para el zopilote aura se registraron 920,712 individuos, sólo el 10.10% (92,998 individuos) se observó colando dentro del área de estudio.

El aguililla migratoria mayor (*Buteo swainsoni*) que resultó ser la segunda especie más abundante registró un total de 14,850 sólo el 10.72% (1493 individuos) fueron observados volando por el área del predio (figura IV.54).

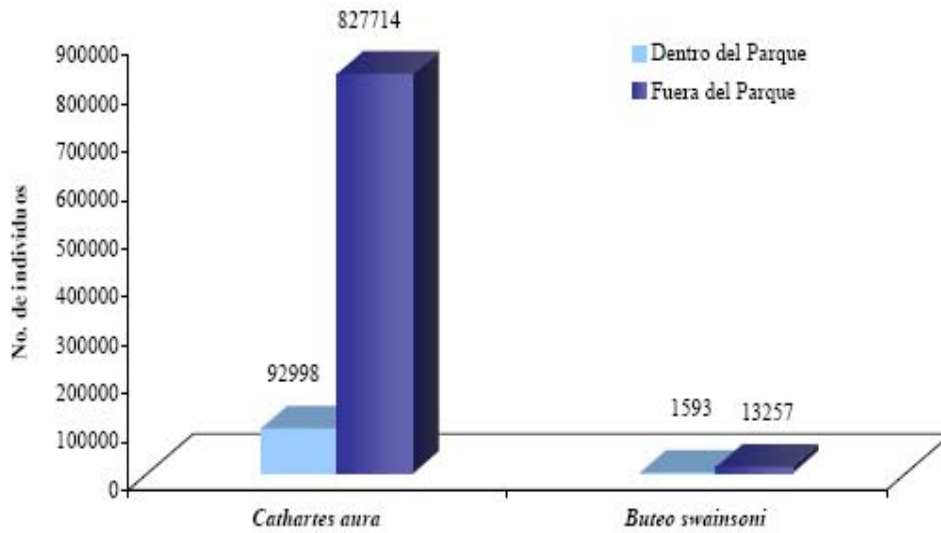


Figura IV. 53 : Representación dentro y fuera del parque de los individuos registrados para las especies más abundantes.

Si se considera que la probabilidad de volar a la altura de riesgo (ver tabla IV.23) resulta del número de aves que entran al parque y vuelan a la altura de las aspas dividido por el número de aves que se registra en toda la región, se puede concluir que de las especies más abundantes, el zopilote aura tiene una probabilidad de volar a una altura de riesgo de 0.072 y el aguililla de swainson de 0.051. La tabla IV.23 presenta las probabilidades de las especies donde se contabilizaron más de 100 individuos. La probabilidad de volar a una altura de riesgo no se presenta para las especies que tienen menos de 100 individuos porque las probabilidades resultantes podrían ser un artefacto de muestreo.

Especie	Individuos volando a altura de riesgo*	Total	Probabilidad de volar a altura de riesgo
<i>Cathartes aura</i>	66096	920712	0.072
<i>Buteo swainsoni</i>	762	14850	0.051
<i>Mycteria americana</i>	434	7763	0.056
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	179	1859	0.096
<i>Tachycineta albilinea</i>	61	1671	0.037
<i>Hirundo rustica</i>	44	1346	0.033
<i>Indeterminada</i>	82	1167	0.070
<i>Zenaida asiatica</i>	106	905	0.117
<i>Pelecanus occidentalis</i>	107	669	0.160
<i>Coragyps atratus</i>	211	663	0.318
<i>Tyrannus forficatus</i>	71	596	0.119
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	42	594	0.071
<i>Spiza americana</i>	220	541	0.407
<i>Quiscalus mexicanus</i>	31	331	0.094
<i>Bubulcus ibis</i>	60	251	0.239
<i>Aratinga canicularis</i>	63	245	0.257
<i>Buteo platypterus</i>	48	180	0.267
<i>Charadrius vociferus</i>	32	173	0.185
<i>Archilochus colubris</i>	31	155	0.200
<i>Molothrus aeneus</i>	31	137	0.226
<i>Falco sparverius</i>	54	123	0.439
<i>Dendroica petechia</i>	31	121	0.256
<i>Columbina inca</i>	31	121	0.256
<i>Leptotila verreauxi</i>	39	100	0.390

*Volando en las categorías de altura de vuelo 2 y 3

Tabla IV. 23 : Probabilidad de volar a una altura de riesgo

Por ejemplo, *Pelecanus occidentales* e *Hirundo rustica* tienen una abundancia mayor a 100 individuos pero no se encuentran registrados ya que no se observaron individuos

volando en alturas de riesgo. Además se observa, que la mayor parte de aves que vuela en la región, lo hace a una gran altura (ver figura IV.55) en la categoría 5 (> 160 m), (84.33%), sólo el 12.88% (123,244) de estos individuos que entran en la región vuelan en una categoría de riesgo de colisión. Los porcentajes de individuos para cada categoría de altura de vuelo se muestran en la figura IV.56.

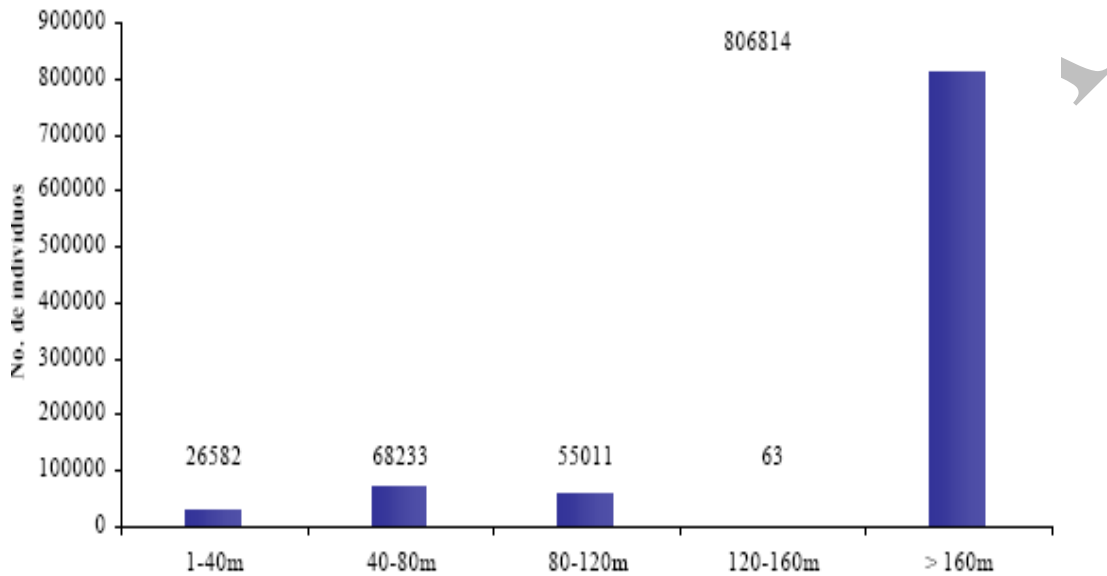


Figura IV. 54 : Categorías de altura de vuelo. No. de individuos

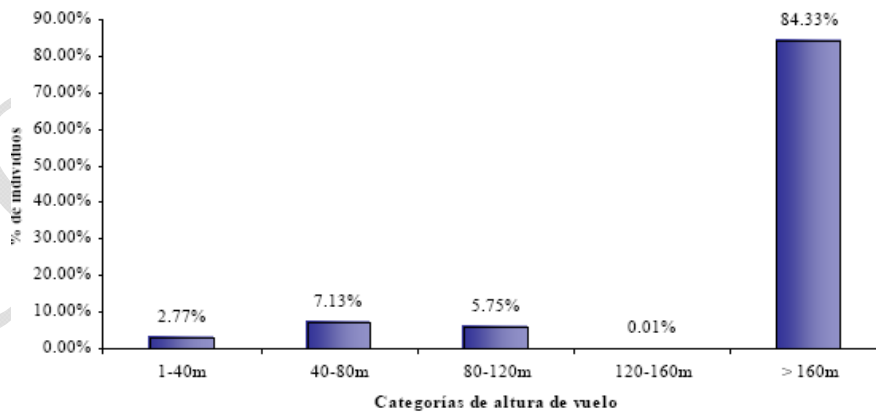


Figura IV. 55 : Alturas de vuelo con su respectivo porcentaje de individuos para cada una de las categorías.

Comportamiento por hora

Al analizar el número de individuos registrados para cada hora de monitoreo, observamos que de 9 a 10 de la mañana aumenta el número de individuos pero después la curva decrece para volver a subir de las 13 hrs. A las 15 hrs. esto probablemente se debe a las condiciones meteorológicas prevaecientes al momento del monitoreo (ver figura IV.57).

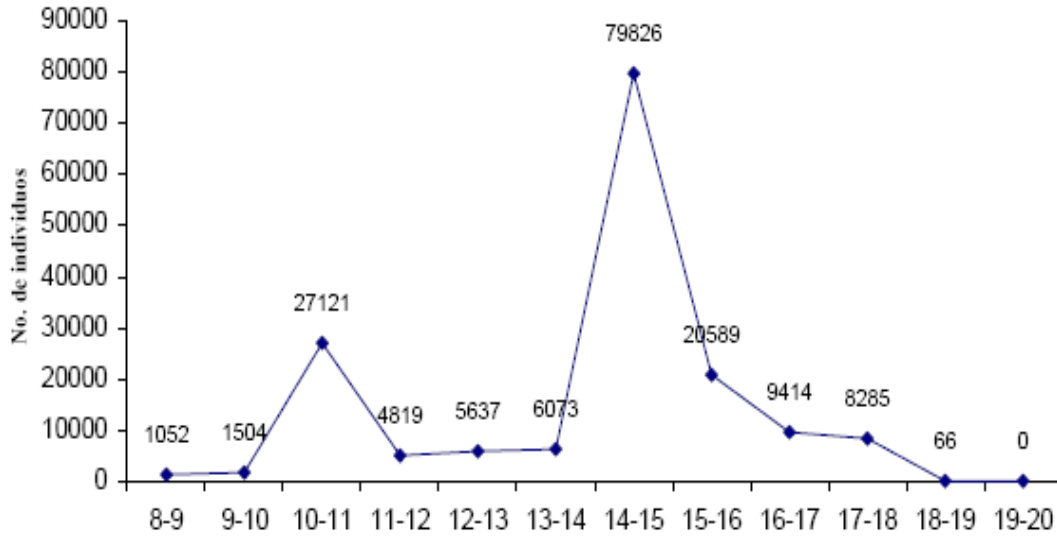


Figura IV. 56 : Horas con su respectivo número de individuos registrado.

Método de puntos de conteo

Durante esta temporada se utilizó el método de puntos de conteo para el monitoreo de aves. Se establecieron 20 puntos de conteo dentro del área de estudio (ver figura IV.58). Con este método se registraron 42 especies de aves y 736 individuos (ver figura IV.59).

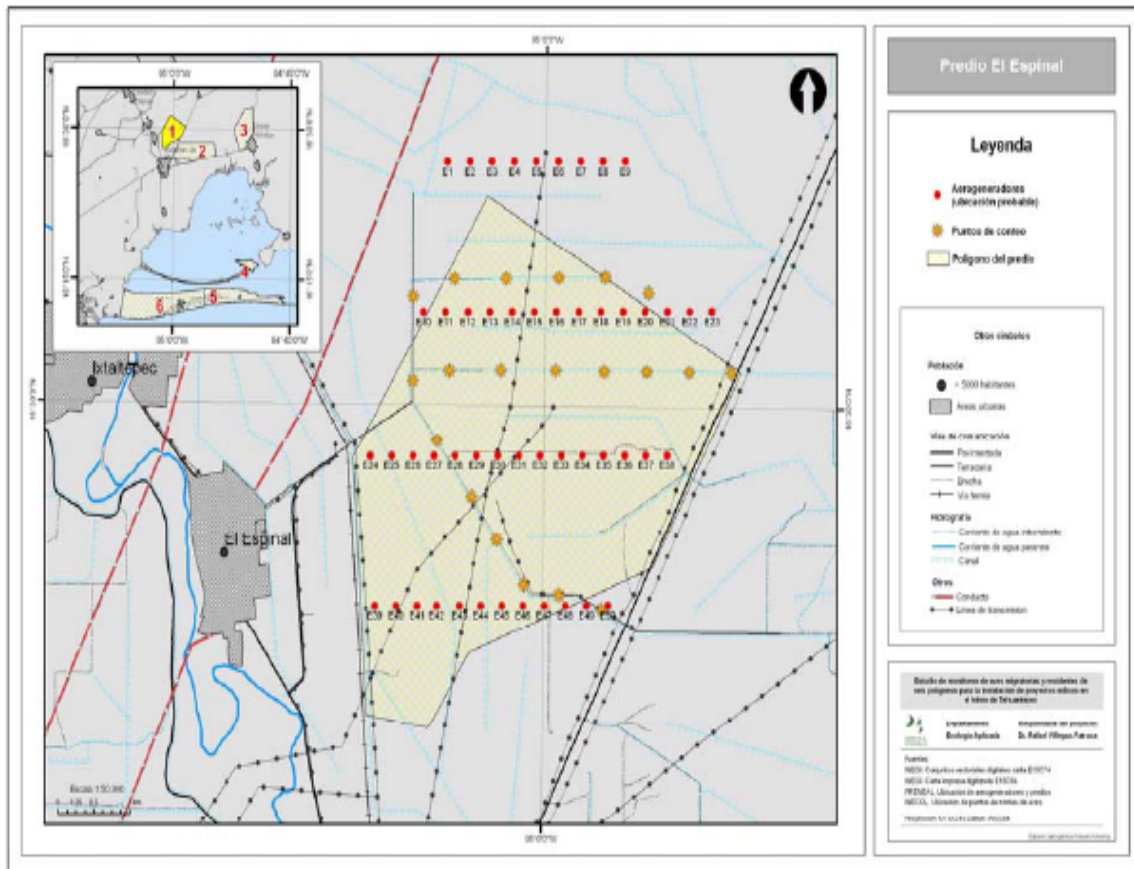


Figura IV. 57 : Ubicación de los sitios elegidos para aplicar el método de Puntos de conteo de Aves en el sitio de El Espinal. Donde los puntos rojos es la futura colocación de los aerogeneradores y los puntos naranjas los puntos de conteo establecidos. Nota: En el plano original se especifica el establecimiento 33 aerogeneradores. En la modificación actual se proponen 50 aerogeneradores.

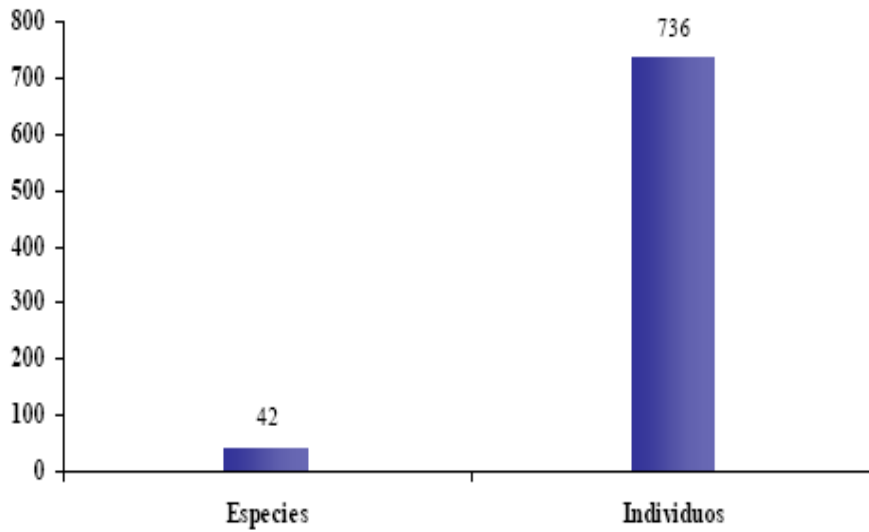


Figura IV. 58 : Número de especies e individuos observados en el sitio del Espinal.

Dentro de las especies más abundantes registradas en los puntos de conteo estuvieron la paloma alablanca (*Zenaida asiatica*) con 79 individuos al igual que la paloma alablanca el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) con 79 individuos, la segunda especie más abundante es el luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*) con 65 individuos, la tercera especie más abundante es el zopilote aura (*Cathartes aura*) con 44 individuos registrados, siguiéndoles la zacatonero corona rayada (*Aimophila ruficauda*), el garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*) y el chipe amarillo (*Dendroica petechia*) con 36, 35 y 30 individuos respectivamente (Figura IV.60) .

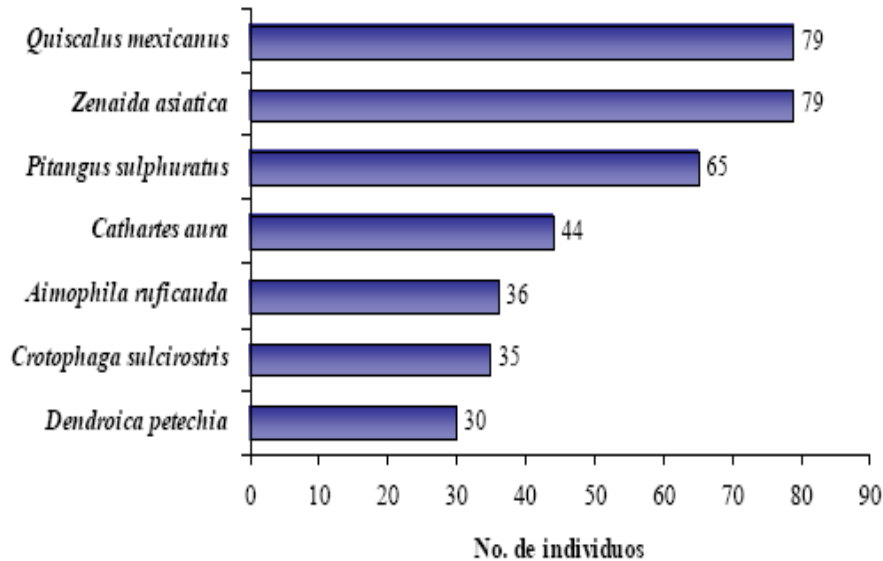


Figura IV. 59 : Especies más abundantes registradas con el método de puntos de conteo en el sitio del Espinal.

Los resultados arrojados por puntos de conteo, muestran que de las especies observadas con mayor frecuencia la mayoría son especies residentes, (*Cathartes aura*, *Pitangus sulphuratus*, *Zenaida asiatica*, *Quiscalus mexicanus* e *Icterus gularis*) y una con población migratoria (*Dendroica petechia*) (tabla IV.24).

Taxa	n	%	Segundo lugar	n	%	Tercer lugar	N	%
<i>Pitangus sulphuratus</i>	12	20.00	<i>Pitangus sulphuratus</i>	7	11.67	<i>Pitangus sulphuratus</i>	6	10.00
<i>Aimophila ruficauda</i>	5	8.33	<i>Cathartes aura</i>	6	10.00	<i>Cathartes aura</i>	5	8.33
<i>Cathartes aura</i>	5	8.33	<i>Aimophila ruficauda</i>	5	8.33	<i>Tyrannus melancholicus</i>	4	6.67
<i>Myiozetetes similis</i>			4			6.67		

Tabla IV. 24 : Especies observadas con mayor frecuencia dentro de los puntos de conteo a lo largo de la temporada de muestreo. Los 20 puntos de conteo se recorrieron tres veces durante la temporada de muestreo para dar un total de 60 instancias en que cada especie pudo ser registrada.

Al observar las densidades aparentes relativas y su respectiva desviación estándar, se puede ver que existe una gran variación en el número de individuos por hectárea para las especies observadas con mayor frecuencia y que no se observan en todos los puntos de conteo como lo indica la gran variabilidad en las desviaciones estándar (tabla IV.25). Es importante resaltar que la paloma aliblanca (*Zenaida asiatica*) tiene un número alto de individuos por hectárea en sobrevuelo dentro del área, esto indica que vuela a una altura alta, de igual manera el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*).

Especie	Primer Visita		Segunda Visita		Tercer Visita		
	Densidad Ind/ha	D.E.	Densidad Ind/ha	D.E.	Densidad Ind/ha	D.E.	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Dentro	10.61	± 19.94	6.36	± 14.13	9.20	± 13.20
	Sobrevuelo dentro	-	-	-	-	-	-
<i>Aimophila ruficauda</i>	Dentro	8.49	± 16.80	1.4	± 4.35	7.78	± 16.21
	Sobrevuelo dentro	-	-	-	-	-	-
<i>Cathartes aura</i>	Dentro	-	-	-	-	-	-
	Sobrevuelo dentro	-	-	8.49	± 13.30	9.20	± 17.94
<i>Myiozetetes similis</i>	Dentro	0.71	± 3.16	0.71	± 3.16	3.54	± 9.04
	Sobrevuelo dentro	-	-	-	-	-	-
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Dentro	3.54	± 7.78	2.83	± 7.40	7.78	± 14.13
	Sobrevuelo dentro	-	-	-	-	-	-

Tabla IV. 25 : Densidades aparentes (individuos/ha) y su desviación estándar (D.E.) de las especies que se observaron con mayor frecuencia en los puntos de conteo. En este cuadro no se incluyen especies observadas fuera del radio de 15 m ni sobrevuelos fuera del radio. Los cuadros sin valores representan instancias donde la especie en cuestión, no fue observada en el punto de conteo.

El comportamiento de vuelo que presentaron los individuos observados fue muy similar para la categoría de vuelo dentro del radio y fuera del radio de estudio, en donde se registra una diferencia notable es en los sobrevuelos ya que fue mayor el número de sobrevuelos dentro del radio de estudio. (ver figura IV.61).

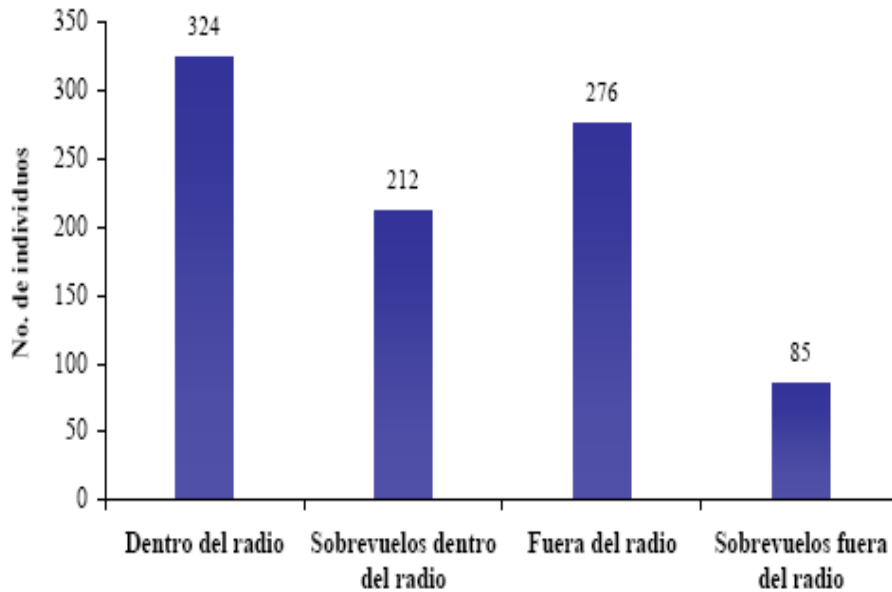


Figura IV. 60 : Comportamiento de vuelos y sobrevuelos dentro y fuera del radio establecido por puntos de conteo.

En este sitio 429 individuos del total (736) fueron observados con vuelo dentro del radio y sobrevuelos dentro del radio, esto corresponde a un 58.28 % del total de los individuos.

Discusión

De los posibles impactos potenciales del proyecto del parque eólico del Espinal, se considera a la colisión de aves con los aerogeneradores como el más relevante. Para lo cual PRENEAL estará tomando las recomendaciones necesarias para implementar las medidas de mitigación pertinentes que se indiquen en los monitoreos que se realizarán durante las etapas de construcción y en lo posible durante la operación. La riqueza de aves registrada para el sitio se puede explicar considerando que el predio está localizado en el Istmo de Tehuantepec, el cual se encuentra ubicado donde convergen las rutas migratorias de México y Norte América. Para el caso de las residentes y migratorias invernales, el riesgo potencial de colisión se debe principalmente al comportamiento de vuelo, caza y al uso del hábitat que hacen en el sitio. Las especies residentes que vuelan a una altura de riesgo de colisión son algunos individuos de zopilote aura (*Cathartes aura*), y el zopilote común (*Coragyps atratus*) así como el caracará común (*Caracara plancus*). Entre las especies que se encontraron con un estado de protección especial que llegan al sitio las más representativas se ubican en el grupo de las rapaces, las acuáticas

migratorias como patos, cigüeñas así como algunas especies residentes del sitio como el gorrión istmeño. Estas especies al presentar vulnerabilidad en sus poblaciones por las características propias de su comportamiento de caza (el caso de las rapaces), así como por sus preferencias de selección de sitios para perchar o anidar presentan alto riesgo de colisionar con las aspas. Otro factor importante a considerar tiene que ver con su amplia envergadura alar que las caracteriza. Para las acuáticas y playeras los cuerpos de agua temporales podrían representar un riesgo durante la temporada migratoria cuando los aerogeneradores ya se encuentren funcionando, pues estas aves decidirán en algún momento tomar un sitio de descanso en el transcurso de su viaje hacia Sudamérica y al encontrar un sitio propicio para hacerlo, podrían estar en riesgo. Se detectó que el principal foco de peligro en temporada migratoria de otoño se debe a que en días de viento intenso del norte, individuos de algunas especies de rapaces migratorias vuelan a menor altura, ya que estas corrientes son desfavorables para la formación de termales. Se ha podido ver a estas especies volando a alturas menores de 50 metros cuando el viento supera los 80 km/h y la temperatura ambiental comienza a decaer, estas condiciones se presentan generalmente al atardecer cuando las rapaces buscan refugios para dormir. También se observó que esta relación puede romperse si las condiciones de viento son muy desfavorables. Sin embargo en términos generales el sitio del Espinal resulta ser uno de los sitios con un riesgo de colisión menor dentro del Istmo de Tehuantepec.

Conclusiones y Recomendaciones

Se prevén riesgos potenciales de colisión para las aves durante la temporada de otoño, específicamente durante el mes de octubre, esto sustentado en la presencia de individuos volando a alturas de 40 - 80 m y 80 – 120 m ocasionalmente. Estos resultados son una buena aproximación al posible problema ya que el comportamiento de las aves registra un 12.8% del total de los individuos registrados volando a estas alturas de riesgo cuando aún no se encuentran los aerogeneradores instalados

Considerando que se observó un porcentaje considerable de individuos volando a una altura de riesgo y una proporción considerable de sobrevuelos y vuelos dentro del área se recomienda continuar con monitoreos con un mayor esfuerzo de muestreo para poder estimar con mayor precisión la probabilidad de riesgo de colisión.

Considerando que en la temporada de otoño, presentó incidencia de individuos en las categorías de alto riesgo se sugiere realizar monitoreos en la fase de instalación y de funcionamiento de los aerogeneradores, ya que por estudios realizados en otras centrales eólicas, cuando ya se encuentran funcionando los aerogeneradores, estos cambian la conducta de vuelo de las aves y se reduce considerablemente el porcentaje de individuos volando a una altura de riesgo. Debido a que la temporada de migración en otoño concentra una alta diversidad de especies en los meses de septiembre a octubre y que estas aves vuelan a las alturas de alto riesgo de colisión, se recomienda realizar monitoreos anuales que permitan realizar comparaciones de presencia de especies en el sitio.

En términos generales y con base en el análisis exploratorio de la información obtenida de este estudio, se sugiere que el sitio al menos para la temporada de otoño no representaría un riesgo mayor por las alturas de vuelo registradas. Sin embargo es importante intensificar los monitoreos para las especies migratorias presentes en el predio debido a que esto esta dado determinadamente por las condiciones climáticas que pueden variar de un año a otro y de temporada migratoria.

Se recomienda la utilización del radar climático para uso ornitológico, que nos permita conocer las rutas migratorias así como las alturas de vuelo especialmente del grupo de aves paserinas (*Passerina. sp*) ya que existe un desconocimiento generalizado de este grupo de aves migratoria

Observaciones de ambos estudios y sus implicaciones para del desarrollo del proyecto eólico

La razón para explicar porque hay tanta diversidad de avifauna en la región se entiende considerando que el predio esta localizado en el Istmo de Tehuantepec, el cual se encuentra ubicado donde convergen las rutas migratorias de México y Norte América. El riesgo principal se enfoca en individuos volando a alturas de 40 - 80 m y 80 – 120 m durante el otoño. Se señala que estas alturas alcanzadas durante el vuelo hábitos no se presentan de manera general por lo que hay más probabilidad de que el comportamiento de transitar a esa altura se modifique más rápido haciendo el porcentaje de riesgo de colisión mucho menor. Los porcentajes de riesgo de colisión de aves en Santa María del Mar-San Mateo del Mar (6.91 %) y El Espinal (12.8%) son bajos por lo que las

afectaciones a la avifauna serán mínimas, determinando buenas perspectivas de equilibrio entre la operación de los parques eólicos y los hábitos migratorios de la avifauna.

Metodología

En forma complementaria a los estudios de aves que se han hecho en la región (Binford, 1989, Briones *et.al.*, 2004, Navarro *et.al.* 2004 e INECOL AC, 2007, INECOL AC, 2008 y PRENEAL, 2008) se hicieron recorridos para evaluar la presencia de fauna durante el mes de agosto de 2008 y febrero de 2009 por el área de estudio registrando los avistamientos de los grupos faunísticos y se entrevistó a los lugareños sobre las especies que han visto con la ayuda de guías bibliográficas y trabajos de tesis (Riojas, 2008, Howell & Webb, 2005, Tory & Chalif 1973 y Cevallos & Oliva, 2005 etc.), utilizando sensores remotos para la ubicación espacial del área de muestreo (Geoposicionamiento) e interpretar la calidad de la investigación realizada y sus consecuencias en la captura de datos en escritorio.

Composición de las comunidades de fauna muestreadas en el área de estudio

La composición faunística en el área de estudio pertenece a las afinidades de Bosque Espinoso, Bosque Tropical Caducifolio Vegetación Halófila, Vegetación Acuática y Subacuática, Palmar y Manglar. Se encontró 29 familias y 41 especies. Dentro de las familias presentes destacan las aves y los reptiles, que en su conjunto conforman el 60 % de las especies colectadas.

Especies existentes en el área de estudio.

Del muestreo de fauna existente bajo estatus de protección en el sitio (Anexo 6) se desprende que lo más observado fueron aves (19 especies). Basado en las observaciones hechas se puede decir que a pesar del desmonte del SAR en general hay poblaciones estables de avifauna que se mueven dinámicamente a través del sitio. Para enriquecer el grado de información del sitio se incluyen registros de otras especies del área de los autores anteriormente citados. El registro de las otras especies en el área de estudio es muy útil como marco de referencia para la toma de decisiones en el manejo de la avifauna (ver anexo 7). Solo hubo 28 registros de mastofauna (*Sylvilagus floridanus* y *Lepus flavigularis*). Los demás solo fueron algunas referencias de la presencia de tlacoaches, armadillos, y un reporte de un venado. La falta de refugios u otras extensiones de vegetación conservada hace evidente la carencia de fauna mediana talla.

La herpetofauna y anfibios tuvieron una presencia moderada en el SAR. Dadas las condiciones del sitio donde existe una gran cantidad de lugares sin vegetación donde la radiación solar penetra casi en cualquier parte y esto contribuye a la dinámica de estos organismos que requieren estabilidad térmica para llevar a cabo sus hábitos. Las serpientes fueron el grupo más ausente, sin embargo los lugareños las refieren junto con el camaleón (*Corytophanes hernandezii*) por lo que todavía se infiere que no han sido extirpadas del paisaje. Las lagartijas son abundantes aprovechando las zonas expuestas cálidas de las orillas de las terracerías. Otra especie referida pero no vista es la iguana verde (*Iguana iguana*), cuya carne es muy apreciada en la región y se vende profusamente en los mercados de Juchitán. Cabe mencionar que en las zonas de Santa María del Mar y San Mateo aunque no se observó ningún vestigio presencial, pero los pobladores hacen mención de tres especies de tortugas marinas, "la prieta" y la "del golfo", las cuales no tienen permitido cazar o recolectar huevos, sin embargo los

pobladores de Santa Maria del Mar hacen mención del saqueo de los huevos y la venta de carne de tortuga en el mercado de Juchitán. De acuerdo a la bibliografía para la zona se reporta la tortuga "golfina" (*Lepidochelys olivaceae*), la "Laud" (*Dermochelys coriaceae*) o posiblemente la "negra o prieta" (*Chelonia agassizi*).

Abundancia relativa

Los resultados (Ver tablas IV.26, 27 y 28 abajo) indicaron que los niveles más altos de abundancia fueron registrados en la avifauna con 602 individuos observados siendo la familia Corvidae la mas abundante y Cardinalinae la menos abundante con 2 avistamientos. La Herpetofauna y anfibios tuvieron una cantidad menor de avistamientos 19. La familia más abundante fue Kinosternidae (tortugas), que prefiere los cuerpos de agua, favorecidos por la estación lluviosa. Colubridae tuvo 3 avistamientos. La mastofauna solo pudo ser evidenciada por 28 avistamientos del conejo *Sylvilagus floridanus* y la liebre *Lepus flavigularis* (Leporidae). Cabe mencionar que el conejo convive simpátricamente con la rara liebre del Istmo (*Lepus flavigularis*).

Mastofauna		
Orden	Familia	Individuos
Lagomorpha	Leporidae	28

Tabla IV. 26 : Abundancia relativa de Mastofauna

Herpetofauna y Anfibios		
Suborden	Familia	Individuos
LACERTILIA	IGUANIDAE	7
ANURA	BUFONIDAE	2
LACERTILIA	PHRYNOSOMATIDAE	30
QUELONIA	KINOSTERNIDAE	6
OPHIDIA	COLUBRIDAE	3
TOTAL		48

Tabla IV. 27 : Abundancia relativa de Herpetofauna y Anfibios

Avifauna		
Orden	Familia	Individuos
PSITTACIFORMES	PSITTACIDAE	50
FALCONIFORMES	FALCONIDAE	12
PASSERIFORMES	CARDINALINAE	2
PASSERIFORMES	CORVIDAE	200
CICONIIFORMES	ARDEIDAE	10
CICONIIFORMES	CATHARTHIDAE	10
GALLIFORMES	PHASIANIDAE	32
GALLIFORMES	CRACIDAE	6
PICIFORMES	PICIDAE	10
PASSERIFORMES	TYRANNIDAE	70
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE	100
CUCULIFORMES	CUCULIDAE	100
Total		602

Tabla IV. 28 : Abundancia relativa Avifauna

Distribución de la fauna existente del sitio

Respecto a la distribución de la fauna observada en el sitio hay condiciones de disturbio presentes como las orillas de las terracerías y derechos de vía de líneas de alta tensión eléctrica, son sitios adecuados para las palomas (*Zenaida ssp.* y *Columbina ssp.*) de la familia Columbidae, codornices (Phasianidae), lagartijas de la familia Phrynosomatidae y las iguanas (Iguanidae) regulan su temperatura corporal. En el caso de otros reptiles como el Basilisco prefieren las copas de los árboles o la cercanía de cuerpos de agua o charcos donde refrescarse, llevando a cabo sus características huídas al sentirse amenazados dando la impresión que caminan sobre el agua. En el caso de los agostaderos *Q. mexicanus* y *C. sulcirostris* prefieren estos sitios siempre y cuando haya ganado para alimentarse de sus parásitos. Los agostaderos representan zonas de incursión donde los zopilotes y auras transitan en busca de alimento y de condiciones para el planeo facilitado (termas). Las escasas zonas de arbolado frondoso de gran altura y refugio son de gran predilección para *Ortalis* (Cracidae). Este tipo de condiciones donde se presta la oportunidad de establecerse momentáneamente (perchar) por alimento o conducta gregaria son las preferidas de *Calocitta* (Corvidae), y *Aratinga* (Psittacidae). En el caso de la liebre del Istmo esta se mueve a través de un corredor representado por el pastizal halófilo que sirve de fuente alimento dentro del polígono uno. En las siguientes

tablas (IV.29, 30 y 31) a continuación se resume la distribución de la fauna en el polígono de estudio.

Mastofauna	Distribución
LEPORIDAE	
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Vegetación secundaria y huizachera
<i>Lepus flavigularis</i>	Pastizal Halófito

Tabla IV. 29 : Distribución de la Mastofauna observada en el área de estudio

Avifauna	Distribución
ACCIPITRIDAE	
<i>Accipiter cooperii</i>	Agostaderos
ANATIDAE	
<i>Anas acuta</i>	Cuerpos acuáticos
<i>Anas discors</i>	Cuerpos acuáticos
<i>Anas platyrhynchos</i>	Cuerpos acuáticos
ARDEIDAE	
<i>Ardea alba</i>	Canales y encharcamientos
<i>Egretta caerulea</i>	Canales y encharcamientos
PSITTACIDAE	
<i>Aratinga holochlora</i>	Copa de los árboles
FALCONIDAE	
<i>Asturina nitida</i>	Agostaderos
<i>Caracara plancus</i>	Agostaderos
PICIDAE	
<i>Dryocopus lineatus</i>	Cocoteros
<i>Centurus aurifrons</i>	Copa de los árboles
ICTERIDAE	
<i>Icterus pectoralis</i>	Copa de los árboles
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Agostaderos
CARDINALINAE	
<i>Aimophila sumichrasti</i>	En líneas de árboles
CRACIDAE	
<i>Ortalis poliocephala</i>	Arboledas protegidas
CORVIDAE	
<i>Calocitta formosa</i>	Arboledas a lo largo de los agostaderos
COLUMBIDAE	
<i>Columbina inca</i>	Caminos
<i>Zenaida asiatica</i>	Caminos y arboledas a lo largo de agostaderos
CUCULIDAE	

<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Agostaderos donde pasta el ganado
CATHARTHIDAE	
<i>Cathartes aura</i>	Por encima de agostaderos
<i>Coragyps atratus</i>	Por encima de agostaderos
PHASIANIDAE	
<i>Colinus virginianus</i>	A lo largo de los caminos y canales ocultos en los arbustos
TYRANNIDAE	
<i>Pitangus sulfuratus</i>	A lo largo de las líneas de árboles y sobre agostaderos
CICONIIDAE	
<i>Mycteria americana</i>	Cuerpos acuáticos

Tabla IV. 30 : Distribución de la Avifauna observada en el área de estudio

Herpetofauna y Anfibios	Distribución
CORYTOPHANIDAE	
<i>Basiliscus vittatus</i>	Canales, encharcamientos. Copa de los árboles
COLUBRIDAE	
<i>Salvadora lemniscata</i>	Orilla de canales
<i>Trimorphodon biscutatus</i>	Pastizal halófito
<i>Conopsis linneatus</i>	Pastizal halófito
KINOSTERNIDAE	
<i>Kinosternon integrum</i>	Canales y encharcamientos de zonas protegidas
IGUANIDAE	
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Áreas rocosas abiertas
BUFONIDAE	
<i>Bufo marinus</i>	Orilla de canales
<i>Bufo valliceps</i>	Zonas protegidas
PHRYNOSOMATIDAE	
<i>Sceloporus variabilis</i>	Orillas de caminos

Tabla IV. 31 : Distribución de la Herpetofauna observada en el área de estudio

Dinámicas poblacionales de la avifauna y su comportamiento respecto a las áreas como sitios de anidación, alimentación y descanso.

Anidación San Mateo del Mar

La vegetación juega un papel preponderante en la estructura y distribución poblacional de las aves que aprovechan los recursos inherentes de cada tipo de arreglo forestal y su estado de conservación. El habitat puede servir para la anidación de varias especies, en

función de la abundancia de alimento. Se debe mencionar puntualizar el peligro para la mayoría de estas especies por la pérdida o fuerte alteración del hábitat, el cual podría ocurrir cuando se de la instalación de los aerogeneradores y los caminos de acceso. Durante la operación del parque eólico aparentemente no debería de haber mucha afectación para las especies residentes, ya que la mayoría de estas especies no vuelan a alturas mayores de 30 m. De las 81 especies registradas como residentes y las tres especies registradas como visitantes de verano (solamente anidan en la zona), potencialmente todas ellas, con algunas raras excepciones, podrían utilizar los terrenos para anidar. Solo cabría recordar que durante la temporada de cortejo algunas de las especies podrían alcanzar alturas peligrosas, aunque estas especies, como se mencionó anteriormente, serían muy pocas y de grupos taxonómicos muy localizados y los cuales podrían ser monitoreados para tener un mejor conocimiento de su comportamiento y necesidades para anidar.

Los individuos juveniles, con su inexperiencia y falta de conocimiento (memoria de las ruta de vuelo mas seguras) de los peligros existentes en la zona, podrían ser uno de los grupos más vulnerables entre las especies residentes, pudiendo esto producir un problema con las poblaciones, todo esto a un mediano y largo plazo.

Se generó una lista con las aves que anidan en el predio donde se construirá el parque eólico de San Mateo del Mar (ver Tabla IV.32), el análisis se elaboró tomando como criterios de que las aves residentes detectadas durante el presente estudio estuvieran anidando o tuvieran comportamiento de reproducción y que eventualmente puedan establecer nidos en el área de estudio. A cada especie se le asocio con un determinado tipo de vegetación preferido para anidar basados en referencias en Howell and Webb 1995.

Un total de 54 especies potencialmente llegan y acostumbran anidar en la región, las familias mejor representadas en cuanto al número de especies son principalmente a las familias Accipitridae, Columbidae, Tyrannidae e Icteridae.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Sitios de anidación
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije canelo	Cavidades árboles
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo	Rocas, vegetación o Islas

Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata magnífica	Colonias en árboles
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Árboles y arbustos
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	Árboles y arbustos
Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	Garza verde	Árboles
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garceta pie-dorado	Árboles y arbustos
Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	Cañaverales, árboles bajos y arbustos
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Riscos y suelos
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	Riscos y suelos
Accipitridae	<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguililla cola-blanca	Árboles y arbustos
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla colicorta	Árboles altos
Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	Árboles
Accipitridae	<i>Buteo nitidus</i>	Aguililla gris	Árboles
Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Árboles
Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico-gancho	Árboles
Falconidae	<i>Caracara (plancus) cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	Arbustos o pequeños árboles
Charadriidae	<i>Charadrius collaris</i>	Chorlito collarejo	Playa
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelerero americano	Suelo en áreas húmedas
Jacaniae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana mesoamericana	Humedales
Laridae	<i>Sterna antillarum</i>	Golondrina-marina mínima	Playas y barras arenosas
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	Construcciones
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola colalarga	Árboles y arbustos
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	Árboles y arbustos
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	Suelo y árboles
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alablanca	Árboles y arbustos
Psittacidae	<i>Aratinga canicularis</i>	Perico frente-naranja	Cavidades de árboles y termiteros
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	Árboles y arbustos
Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	Arbustos
Cuculidae	<i>Morococcyx erythropygus</i>	Cuclillo terrestre	Suelo con sombra vegetal
Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	Suelo y árboles
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	Huecos de árboles
Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Copetón triste	Cavidades de árboles
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	Árboles, acacias, postes
Tyrannidae	<i>Myzetetes similis</i>	Luis gregario	Árboles y arbustos
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	Árboles y arbustos
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	Árboles y arbustos
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca-hermosa cara blanca	Árboles
Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra cornuda	Suelo
Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina acerada	Cavidades de árboles y construcciones
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina aliserrada norteña	Agujeros en paredes naturales
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Matraca rufinucha	Árboles y arbustos
Sylviidae	<i>Poliophtila albiloris</i>	Perlita pispirria	Árboles y arbustos
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Zorzal pardo	Árboles y arbustos
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	Árboles y arbustos
Thraupinae	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta-negra	Cavidades de árboles,

			bromelias
Emberizidae	<i>Aimophila ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	Arbustos
Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	Hierbas y arbustos
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	Árboles y arbustos
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	Árboles
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	Árboles
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	Parasita nidos
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	Árboles y arbustos

Tabla IV. 32 : Lista de especies potenciales que anidan en el predio donde se construirá el parque eólico de San Mateo del Mar

De las especies que anidan, 5 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2001, 3 son aves rapaces: el aguililla cola blanca (*Buteo albicaudatus*), el aguililla negra menos (*Buteogallus anthracinus*) y el gavilán pico-gancho (*Chondrohierax uncinatus*); el perico frente naranja (*Aratinga canicularis*) es otra especie que potencialmente anida en el área; la quinta especie es una especie endémica del país: la matraca rufinuca (*Campylorhynchus rufinicha*).

Más de la mitad de las especies que potencialmente pueden anidar en la zona, tienen preferencia por establecer sus nidos en árboles y arbustos (Figura IV.62). Probablemente el aguililla colicorta (*Buteo brachyurus*) no se encuentre anidando en la zona, dado que esta reportado que es una especie que anida en arboles altos, los cuales no se encuentran en el predio.

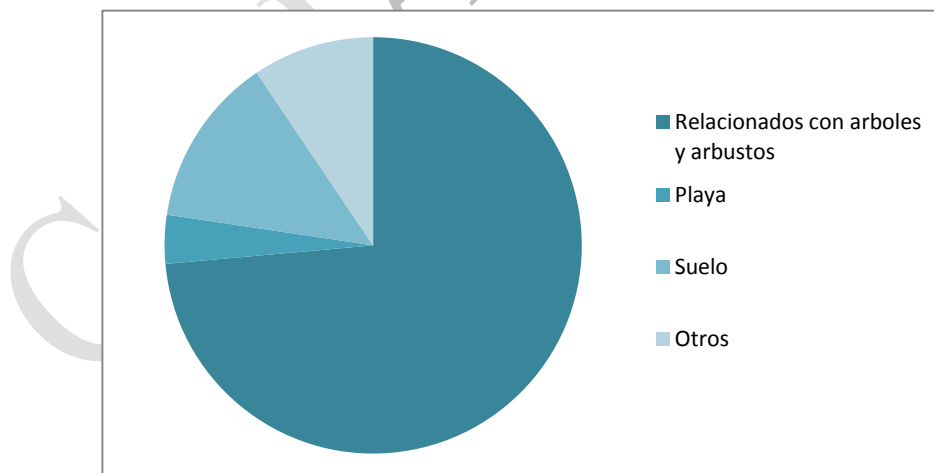


Figura IV. 61 : Proporción tipo de sustrato o vegetación preferido para anidar.

Es importante mencionar que a pesar de que hay muchas especies que se encuentran anidando en el área de estudio, el proyecto no causara disturbios a los nidos una vez que el parque se encuentre operando. Sin embargo si habrá impacto durante la etapa de construcción por lo que se recomienda si es posible no construir durante la etapa de reproducción o hacer rescate de nidos durante esta etapa.

Anidación Santa María del Mar

En cuanto a lo que respecta a Santa María del mar; para la temporada de reproducción se generó una lista de las aves que anidan en el predio donde se construirá el parque eólico de Santa María del Mar (ver Tabla IV.33), dicha lista se elaboró con el criterio de que las aves residentes detectadas durante el presente estudio, eventualmente pueden establecer nidos en el área. Con base a referencias bibliografías (Howell and Webb 1995) a cada especie se le asoció con determinado sustrato o tipo de vegetación preferido para anidar. Un total de 46 especies anidan en la región, las familias mejor representadas en cuanto al número de especies son principalmente a las familias Icteridae y Accipitridae

Familia	Nombre científico	Nombre común	Sitios de anidación
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije canelo	Cavidades árboles
Phasianidae	<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz cotuí	Suelo
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo	Rocas, vegetación o Islas
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata magnífica	Colonias en árboles
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	Árboles y arbustos
Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	Garza verde	Árboles
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Árboles y arbustos
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garceta pie-dorado	Árboles y arbustos
Ardeidae	<i>Nyctanassa violacea</i>	Garza nocturna-coronclara	Árboles y arbustos
Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	Cañaverales, árboles bajos y arbustos
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Riscos y suelos
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	Riscos y suelos
Accipitridae	<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguililla cola-blanca	Árboles y arbustos

Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla colicorta	Árboles altos
Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	Árboles
Accipitridae	<i>Buteo nitidus</i>	Aguililla gris	Árboles
Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Árboles
Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico-gancho	Árboles
Falconidae	<i>Caracara (plancus) cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	Arbustos o pequeños árboles
Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	Carao	Vegetación sobre el agua
Charadriidae	<i>Charadrius collaris</i>	Chorlito collarejo	Playa
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelerero americano	Suelo en áreas húmedas
Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana mesoamericana	Humedales
Laridae	<i>Sterna antillarum</i>	Golondrina-marina mínima	Playas y barras arenosas
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	Construcciones
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola colalarga	Árboles y arbustos
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	Árboles y arbustos
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alablanca	Árboles y arbustos
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	Árboles y arbustos
Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	Suelo y árboles
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	Árboles, acacias, postes
Tyrannidae	<i>Myozetetes similis</i>	Luis gregario	Árboles y arbustos
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	Árboles y arbustos
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	Árboles y arbustos
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina aliserrada norteña	Agujeros en paredes naturales
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Matraca rufinucha	Árboles y arbustos
Sylviidae	<i>Poliptila albiloris</i>	Perlita pispirria	Árboles y arbustos
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	Árboles y arbustos
Emberizidae	<i>Aimophila ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	Arbustos
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	Árboles y arbustos
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	Árboles
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	Árboles
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	Parasita nidos
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	Árboles y arbustos
Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	Pradero tortilla-con-chile	Suelo con hierbas o cosechas

Tabla IV. 33 : Lista de especies potenciales que anidan en el predio donde se construirá el parque eólico de Santa Maria del Mar.

De las especies que potencialmente anidan, 4 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2001, 3 son aves rapaces: el aguililla cola blanca (*Buteo albicaudatus*), el aguililla negra menos (*Buteogallus anthracinus*) y el gavilán pico-gancho (*Chondrohierax uncinatus*). La cuarta especie es una especie endémica del país: la matraca rufinucha (*Campylorhynchus rufinucha*).

Más de la mitad de las especies que potencialmente pueden anidar en la zona, tienen preferencia por establecer sus nidos en árboles y arbustos (Figura IV.63). Probablemente el aguililla colicorta (*Buteo brachyurus*) no se encuentre anidando en la zona, dado que esta reportado que es una especie que anida en arboles altos, los cuales no se encuentran en el predio

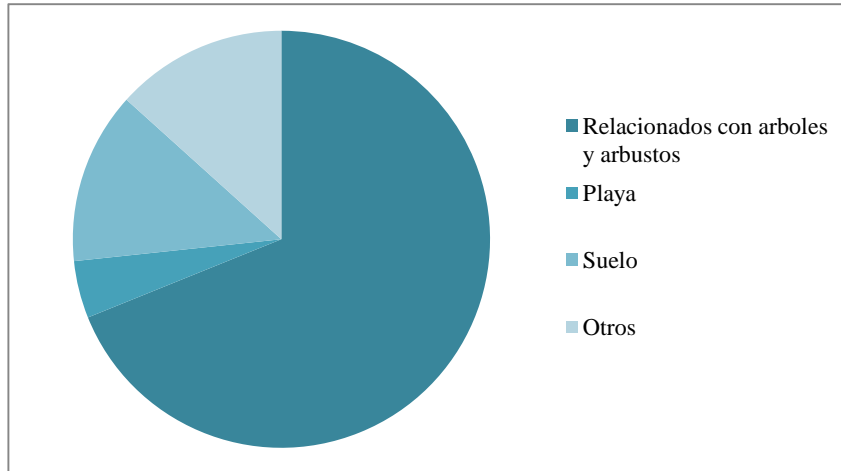


Figura IV. 62 : Proporción tipo de sustrato o vegetación preferido para anidar.

Temporadas de reproducción de las especies de mayor riesgo o de especial relevancia.

En el área de estudio se consideraron como las especies de mayor riesgo de relevancia a 4 especies (ver anexo informativo IV.1), una liebre (*Lepus flavigularis*) y 3 tortugas (*Lepidochelys olivaceae*, *Dermochelys coriacea*, *Chelonia agassizi*). Lo que pone mas en riesgo a estas especies es la destrucción de su hábitat, la cacería y consumo de huevos de estas especies. La liebre del Istmo lleva a cabo su reproducción 3 veces al año durante, Durante la estación húmeda se incrementa la producción de crías de la liebre, indicando una estrecha relación entre la estacionalidad y la tasa reproductiva de ésta, relación que corrobora la presencia de una sincronía reproductiva con la precipitación, la cual a su vez aumenta la cobertura vegetal (indicador de disponibilidad de aumento) necesaria para generar la energía requerida para dicha producción de crías. El monitoreo de variables tales como la precipitación o la cobertura vegetal del pastizal puede resultar útil en la predicción de la producción de crías por hembra en una época reproductiva, (Riojas, 2008). Varios de los organismos de mayor importancia en el área de estudio son las tortugas marinas. En las tortugas marinas los ciclos de reproducción son circanianos, es decir, se repiten en periodos anuales, bianuales, trianuales o en casos especiales se vuelven irregulares; esta frecuencia de carácter específico, así, en las tortugas de pequeño tamaño, como la lora y la golfina, el ciclo más frecuente es el anual, para la Carey y la cahuama generalmente es bianual y para la blanca, la prieta y la laúd puede ser bianual o trianual. Esta secuencia cíclica no es definitiva, ya que en ocasiones se retrasa por un año o se suspende por periodos más largos, debido a escasez de alimento, cambios ambientales extraordinarios (v.gr., efecto de las corrientes cálidas producidas por el fenómeno de "El Niño"), enfermedades, etc. También es normal que estas irregularidades se presenten en el ciclo de individuos muy jóvenes o muy viejos, por lo que los mejores reproductores son los individuos maduros, con varias temporadas de experiencia. A estas conclusiones han llegado el doctor Jim Wood y colaboradores con las tortugas blanca y lora, cultivadas en el Caribe, en la granja de la isla Gran Caimán, donde no sólo el número total de huevos desovados por temporada va aumentando con la edad de los animales, sino que también se incrementa la fertilidad, es decir, la eficiencia en la reproducción aumenta rápidamente con la edad hasta un límite máximo, en el cual los adultos se conservan durante varias temporadas, para después declinar con el envejecimiento. El ciclo reproductor presenta además de la componente anual una

componente mensual, quincenal o decenal y el momento del desove puede ser influido principalmente por las fases lunares, mareas, temperatura e incluso fuerza y dirección del viento. Además, por características morfológicas y fisiológicas, el desove no ocurre en una sola puesta, sino que las tortugas en cada temporada desovan de 2 a 5 o más ocasiones y la frecuencia y el número de estos desoves es una característica de la especie. En el caso de las tortugas lora y golfina, que son principalmente anuales y forman arribazones, el ciclo es lunar, de 28 días, generalmente durante los cuartos menguantes. Para las demás especies, que no son anuales y no forman grandes arribazones, el ciclo principalmente es de 10 a 14 días, aunque en algunos casos, como por ejemplo en la tortuga laúd, se observa un claro pico durante las lunas nuevas; además, en esta especie por lo general el número de puestas es mayor de tres y en ocasiones un mismo individuo desova más de siete veces en una sola temporada aunque vale la pena decir que sus estadía es temporal (de junio a diciembre), aunque se pudo evidenciar la llegada a las playas de desove, pero en mucho menor proporción de las tortugas hecho que fue corroborado por los pobladores de Santa María del Mar. Las especies son; La tortuga "golfina" (*Lepidochelys olivaceae*), "la prieta", la "del golfo", (*Dermochelys coriacea*) y la "negra o y prieta" (*Chelonia agassizi*). A continuación se presenta la Tabla IV.34 de época reproductiva de las especies de mayor importancia por el riesgo en que se encuentran, así como su inclusión en la NOM-SEMARNAT-059 (González, Briones y Alfaro, 2004).

Espece	época de reproducción
<i>Lepidochelys olivaceae</i>	Bianual indefinido
<i>Dermochelys coriacea</i>	Triannual indefinido
<i>Chelonia agassizii</i>	Bianual indefinido
<i>Lepus flavigularis</i>	Mayo a octubre

Tabla IV. 34 : Epocas reproductivas de especies importantes que se encuentran dentro del polígono uno.

Especies observadas citadas en la NOM-059-ECOL-2001 y CITES. (ver tablas IV.35, IV.36 y IV.37)

Avifauna			
Taxa	Familia	ESTATUS ECOL-059	Apéndices-Cites
<i>Aratinga holochlora</i>	Psittacidae	A	
<i>Aimophila sumichrasti</i>	Cardinalinae	P	
<i>Colinus virginianus</i>	Phasianidae	P	Apéndice I
<i>Accipiter cooperi</i>	Accipitridae	Pr	Apéndice II
<i>Mycteria americana</i>	Ciconiidae	Pr	

Tabla IV. 35 : Avifauna observada en el área de estudio dentro de la Nom-59 (SEMARNAT, 2001) y Cites (UCEP-WCMC, 2007)

Herpetofauna y Anfibios			
Taxa	Familia	Estatus ECOL-059	Apéndices-Cites
<i>Kinosternon integrum</i>	Kinosternidae	Pr	
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Viperidae	Pr	
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguanidae	A	
<i>Dermochelys coriacea</i>	Dermochelyidae	P	Apéndice I
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Cheloniidae	P	Apéndice I
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Cheloniidae	P	Apéndice I

Tabla IV. 36 : Herpetofauna y anfibios observados en el área de estudio dentro de la Nom-59 y Cites

Taxa	Familia	Estatus ECOL-059	Cites
<i>Lepus flavigularis</i>	Leporidae	P	No listada

Tabla IV. 37 : Mastofauna observada en el área de estudio dentro de la NOM-059 y Cites

Especies de los ecosistemas terrestres de valor científico, comercial, estético, cultural y para autoconsumo

De los avistamientos de la fauna (ver tabla IV.38, abajo) se obtiene que 9 familias (11 especies) son utilizadas ya sea para autoconsumo, ornato o fines comerciales. La familia más utilizada fue Iguanidae (2 especies). Otra familia utilizada como fuente de proteína es Leporidae (*Lepus flavigularis*) que se suele vender en el mercado de Juchitán. Cabe mencionar que aunque no se fueron observadas en el muestreo se sabe que en la región se utilizan o se han utilizado 17 especies de reptiles por parte de los habitantes de diversas comunidades. Entre las especies utilizadas destacan las tortugas marinas, como a caguama prieta (*Chelonia agassizi*), la tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*), la

golfina (*Lepidochelys olivacea*) y la laúd (*Dermochelys coriacea*). Estas especies de tortugas se encuentran protegidas por la NOM-059-2001 (SEMARNAT), ya que esta fuertemente sancionado su uso y explotación (Casas et.al. 2004). No obstante existe aún contrabando, particularmente los huevos depositados en las playas del estado, que pueden llegar a verse a la venta en el mercado municipal de Juchitán (Anónimo).

Taxa	Usos
Aves	
PSITTACIDAE	
<i>Aratinga holochlora</i>	Ornato, Comercial
CRACIDAE	
<i>Ortalis poliocephala</i>	Autoconsumo
COLUMBIDAE	
<i>Columbina inca</i>	Autoconsumo
<i>Zenaida asiática</i>	Autoconsumo
PHASIANIDAE	
<i>Colinus virginianus</i>	Autoconsumo
MAMIFEROS	
DASYPODIDAE	
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Autoconsumo, Comercial
CERVIDAE	
<i>Odocoileus virginianus</i>	Autoconsumo
LEPORIDAE	
<i>Lepus flavigularis</i>	Autoconsumo, Comercial
HERPETOFAUNA y ANFIBIOS	
IGUANIDAE	
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Autoconsumo, Comercial
<i>Iguana Iguana</i>	Autoconsumo, Comercial
KINOSTERNIDAE	
<i>Kinosternon integrum</i>	Autoconsumo
DERMOCHELYDAE	
<i>Dermochelys coriacea</i>	Comercial
CHELONIIDAE	
<i>Eretmochelys imbricata</i>	COMERCIAL
<i>Lepidochelys olivacea</i>	COMERCIAL

Tabla IV. 38 : Usos de la fauna muestreada en el sitio de estudio

Ecosistema lagunar Particular como parte del Sistema Ambiental Regional

Ecosistema lagunar Particular como parte del Sistema Ambiental Regional

Toda vez que el área que abarca el sistema ambiental regional incluye una parte de la Laguna Superior e Inferior, el promovente del proyecto contrató a la Universidad del Mar del Estado de Oaxaca, a efecto de que esta realizara un estudio de las características bióticas y abióticas el sitio, así como de la calidad del agua del embalse, ello con la finalidad de complementar, mejorar y corroborar la información que ya se tenía disponible (parte de la cual ya fue descrita en apartados anteriores), mejorándose así la comprensión y análisis del sistema ambiental en donde será desarrollado el proyecto.

En este sentido, resulta de vital importancia destacar que aun y cuando el Parque Eólico no ingresará, utilizará o afectará de forma alguna la zona lagunar, se consideró conveniente hacer referencia a los elementos ambientales que la conforman, pues según estudios realizados en la zona (UMAR, 2009) constituyen medios de subsistencia para las comunidades huaves dentro del SAR (la información de la fauna se encontrará más adelante).

IV.2.2.1 Indicadores ambientales en el ecosistema terrestre que moldean diversidad de especies.

Flora del Sistema Ambiental

Oaxaca se precia de ser uno de los estados más ricos en plantas vasculares, como ya han mencionado varios autores durante las últimas décadas del siglo pasado (Lorence y García, 1984 y 1989). Estimando unas 8000 especies de plantas vasculares, siendo así el segundo estado mas rico en especies vegetales después de Chiapas, esperando que llegue con los futuros registros y colectas a las 10000 especies, acercándose a la diversidad de países centroamericanos de similar tamaño como Guatemala y Costa Rica.

Hay algunos trabajos que nos indican el estado de conservación en algunos lugares del Istmo de Tehuantepec (fuera del SAR). Torres (1998) encontró en el cerro Guiengola (al Noroeste de Salina Cruz) 420 especies y 28 especies endémicas. Pérez y Meave (2001) estudiaron la flora al Norte de Juchitán en la región de la Nizanda de afinidad del Bosque espinoso y Bosque Tropical Caducifolio encontrando 746 especies. Para el distrito de Tehuantepec se tienen determinadas 1720 especies, 70 de las cuáles (4%) son endémicas del estado. En el Istmo de Tehuantepec existen 3 especies monoespecíficas de plantas consideradas como endémicas (García, 2004): *Guinetia tehuantepecensis* (Leguminosae), *Mexipedium xerophyticum* y *Tehuana calzadae* (Asteraceae). En los muestreos de campo no se encontró tales especies, la primera y la última no son afines a los sitios donde se pretende establecer los polígonos de trabajo del Parque Eólico. La ausencia de estas especies nos indica que hay condiciones como la ganadería extensiva, que provocan la extinción local de la flora disminuyendo la diversidad de plantas en el área de estudio por la necesidad de remoción de estratos arbustivos y arbóreos para establecer pastos.

En los muestreos florísticos solo se encontraron 48 familias y 205 especies. Dentro de las familias presentes destacan, Asteraceae (herbáceas) y Fabaceae (árboles, arbustos), las que en su conjunto conforman el 60 % de las especies colectadas. Solo 30 (5%) especies llegan a alcanzar tallas arbóreas, el resto son pastos y arbustos. A continuación se presenta Tabla IV.39 comparativo de organismos vegetales de los distritos del Istmo de

Tehuantepec y los encontrados en el área de estudio. La Figura IV.64 muestra la gráfica comparativa de las especies encontradas.

No de especies de plantas encontradas en el Istmo de Tehuantepec	Autor
1720	García, 2004
420	Torres
746	Pérez y Meave
205	Fuente propia

Tabla IV. 39 : Comparativo de especies de plantas identificadas en los alrededores del SAR y referidas por la literatura y el estudio realizado en el sitio donde se pretende establecer el Parque Eólico.

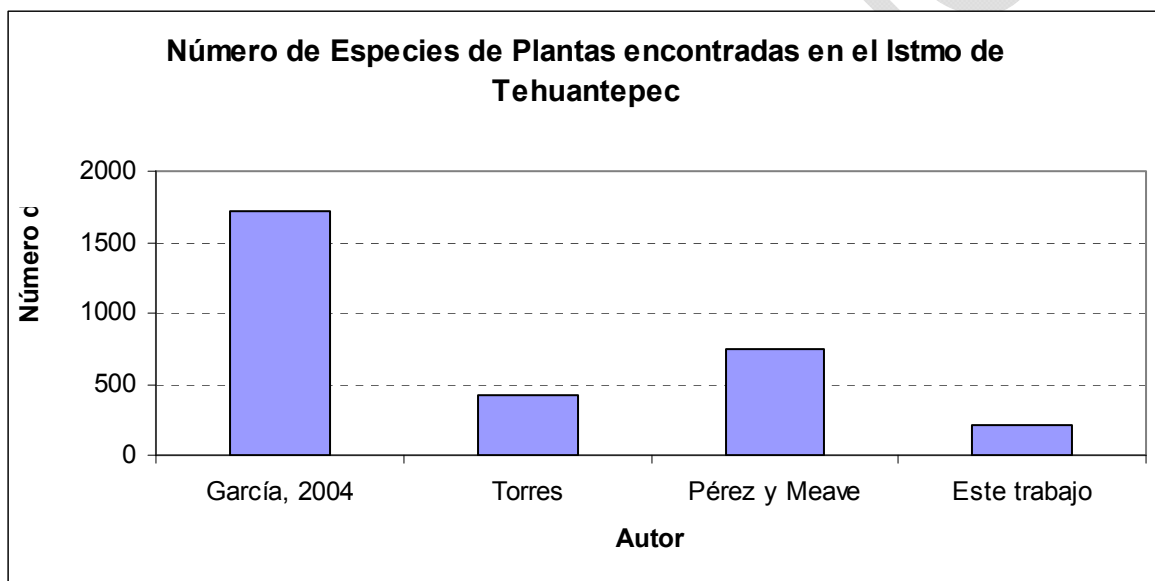


Figura IV. 63 : Cuadro comparativo de especies encontradas en el Istmo de Tehuantepec y en el área de estudio.

En cuanto a la especies detectadas en los muestreos con algún estatus de protección solo se observó la presencia de una especie de mangle (*Conocarpus erectus*), contrario a lo que cita García 2004 y Riojas (2008). A continuación se presenta la Tabla IV.40 de las especies que cita la literatura para el sitio de estudio, mientras que la Figura IV.65 muestra la gráfica compartiva.

No especies de mangle del área de estudio según literatura	Cita
1	Este trabajo
2	Riojas, 2008
4	Vargas, 2000

Tabla IV. 40 : Especies bajo protección obtenidas de la literatura.

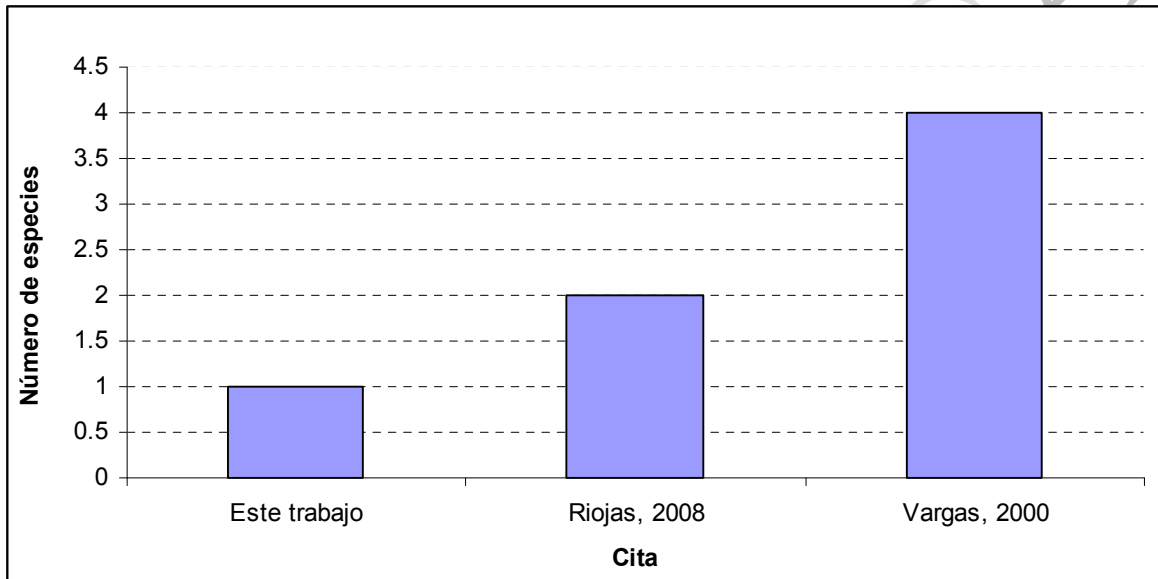


Figura IV. 64 : Gráfica comparativa de las especies de mangle que reporta la literatura en comparación al sitio de estudio.

El huizache, una especie pionera indicadora de actividades como roza, tumba, quema y ganadería (*Acacia* ssp), la cual tuvo una representatividad importante en la densidad de (13.013698630137 y 10.2739726027397) con las especies *Acacia hindsii* y *Acacia farnesiana* respectivamente en el Sistema Ambiental Local, dejando un antecedente de los cambios de uso de suelo, siendo estos huizaches una respuesta de la remoción de la vegetación de un grado severo de perturbación a lo largo de todo el Sistema Ambiental Regional y Sistema Ambiental Local, ver Tabla IV.41 de las densidades encontradas y la Figura IV.66.

Taxa	Densidad relativa
A. farnesiana	10.2739726
A. cymbispina	13.01369863

Tabla IV. 41 : Densidades relativas en el área de estudio.

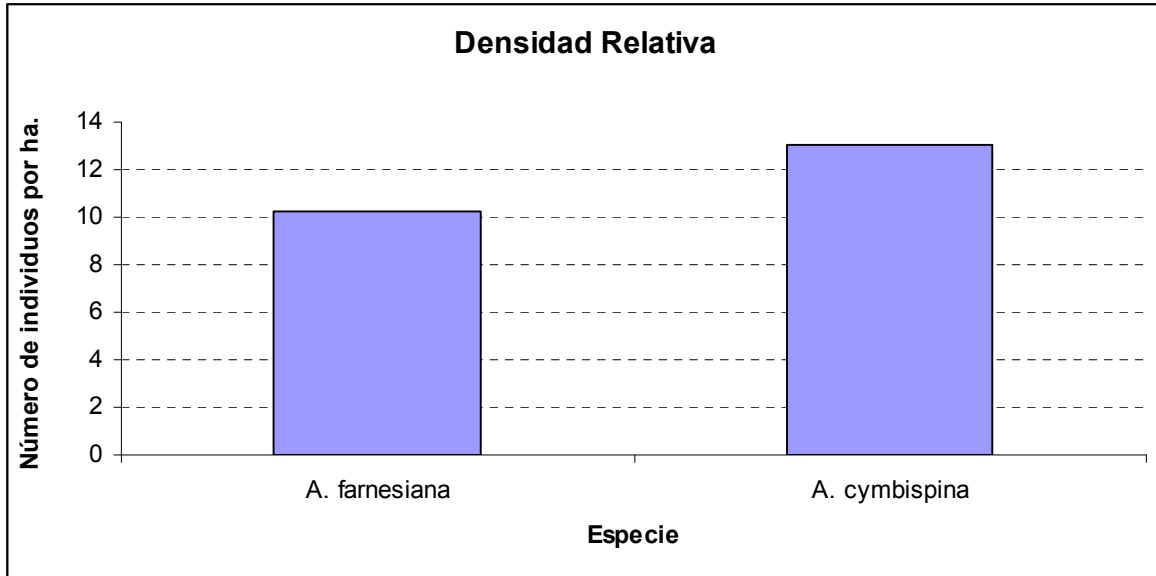


Figura IV. 65 : Gráfica comparativa de la densidad relativa en tre las especies más frecuentes en los muestreos de campo, cuya presencia evidencia fenómenos de disturbio antrópico

Las actividades agropecuarias ancestralmente han sido una actividad que ha puesto en frecuentes procesos de desmonte a la vegetación en el Istmo de Tehuantepec, en busca de establecer cultivos para fines comerciales y de auto consumo. Estos procesos de remoción se evidencian mediante el uso de sensores remotos para estimar la extensión expuesta a procesos de cambio de uso de suelo.

Fauna del Sistema Ambiental

Se estima que en el estado de Oaxaca se tienen registradas unas 1431 especies repartidas en 53 órdenes y 182 familias y 657 géneros, que equivale al 59.1% de las familias presentes en el país , y 4.1 % del total del planeta.

En cuanto a la fauna del estado de Oaxaca contiene una riqueza de especies de herpetofauna de 245 especies, solo se observaron 4 especies (zona de estudio) ,de los 133 de anfibios reportados para todo Oaxaca solo hubo 2 especies (zona de estudio)

muestreadas. Respecto a la avifauna Oaxaca tiene 736 especies de aves, de las cuales 166 fueron observadas. La mastofauna también se caracteriza por ser diversa. De las 190 especies de mamíferos solo fueron vistas 2 en los muestreos. Los resultados indican una riqueza faunística menor en el estado, siendo probablemente la pérdida de vegetación y la cacería una de las causas principales de este dramático descenso en las especies reportadas. La Tabla IV.42 y Figura IV.67 muestran la fauna reportada en la literatura y la fauna localizada en los trabajos de campo.

Fauna	Literatura	Este trabajo
Reptiles	245	4
Anfibios	133	2
Mamíferos	190	2
Aves	736	166
Total	1304	174

Tabla IV. 42 : Fauna reportada por la literatura y este trabajo

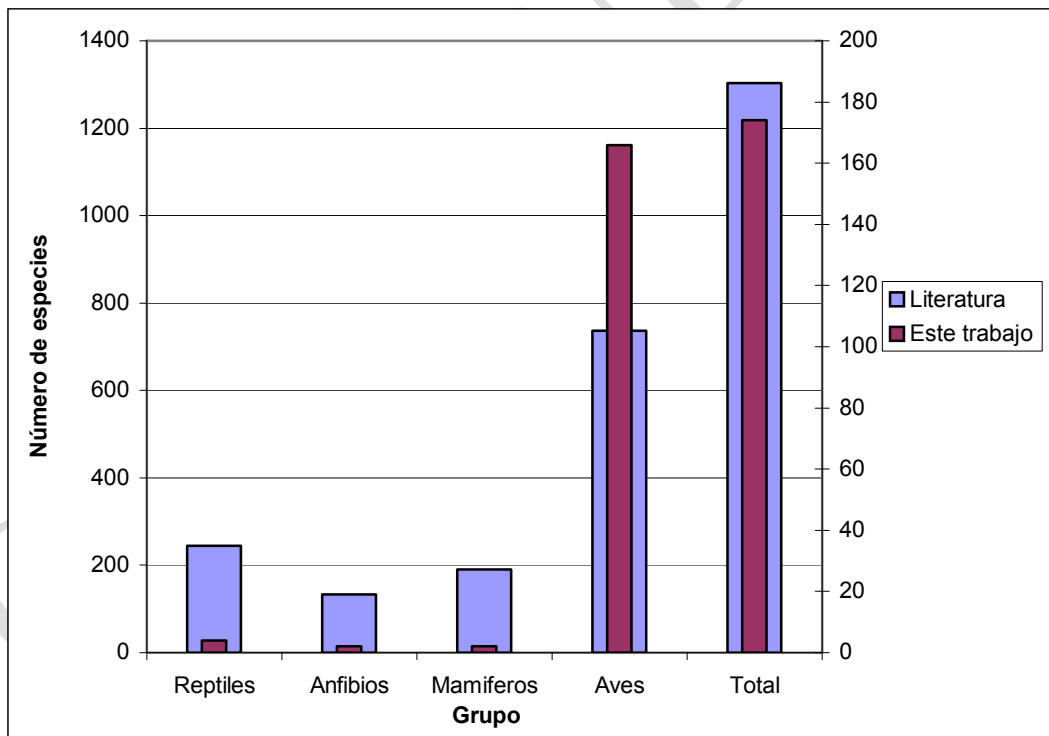


Figura IV. 66 : Gráfica comparativa especies faunísticas en el estado de Oaxaca y en sitio de estudio

Pese a esta riqueza de organismos, existe una gran presión por estos recursos debido, a la destrucción o modificación del hábitat por cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias. Otro gran problema es la cacería y el saqueo ilegal para comercio de aves y reptiles con fines ornamentales o alimenticios, como es el caso de las tortugas marinas y sus huevos, la iguana verde y negra (ver foto abajo). Por esta razón muchas especies de vertebrados se encuentran en la Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL-059), como amenazas, en peligro de extinción y protección especial, lo cual equivale al 33% del total de especies de vertebrados existentes en el estado. Cabe señalar que durante los recorridos no se pudo avistar a la iguana verde, salvo la negra en pocas ocasiones (3).

Otra cuestión son los usos y costumbres los cuáles acostumbres a las etnias del sitio (zapotecos y huaves) a consumir fuentes de proteína y grasas para cumplir con sus requerimientos diarios de nutrimentos. Se pudo presenciar el momento de la vista de campo que unos niños cazaban una iguana para venderla a 30 pesos en Santa María del Mar. Una muestra de ello es la Figura IV.68 que muestra la venta de iguanas en el mercado municipal de Juchitán de Zaragoza. Además también se comercializan los huevos de las tortugas que desovan en el Golgo de Tehuantepec, lo cual se evidencia en la Figura IV.69. Estos detalles hacer notar que el principal problema para estas especies son los pobladores de la región por sus usos y costumbres. El promovente buscará desarrollar mecanismos que ayuden a disminuir este problema con acciones que se enuncia en los capítulos siguientes.



Figura IV. 67 : Venta de iguanas negras vivas amarradas en el mercado municipal de Juchitán

COPIA



Figura IV. 68 : Venta de huevos de tortuga en el mercado municipal de Juchitán.

La liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*), perteneciente al Orden Lagomorpha y a la familia Leporidae, es una especie carismática que se encuentra en una situación muy particular. No sólo es la liebre con distribución más tropical, sino que es endémica del sur del Istmo de Tehuantepec en Oaxaca México, y actualmente se encuentra en peligro de extinción debido a la creciente fragmentación de su hábitat y a la caza desmesurada de la que es objeto (Flux y Angemtanrj 1990; Baillie y Groombridge, 1996; SEMARNAT,2001; Lorenzo et al.,2008). Hoy en día esta liebre solo habita en cuatro pequeñas poblaciones semi-aisladas, disuñbuidas a lo largo de las Lagunas Superior e Inferior al sur del Istmo de Tehuantepec (Lorenzo et al.,2008).

Tal distribución discontinua en conjunto con la disminución de los tamaños poblacionales han ocasionado que la variabilidad genética al interior de sus poblaciones sea mínima" representando un severo problema para la supervivencia de la liebre de Tehuantepec, una especie de gran importancia ecológica" filogenética y económica (Fariás et al.,2006;

Rico, 2007) *L. flavigularis* también es una especie con un gran potencial económico, ya que históricamente ha sido cazada para su autoconsumo y comercio local en los Municipios de San Dionisio del Mar, San Francisco del Mar, y Juchitán de Zaragoza, Oaxaca; actualmente la caza para venta y consumo de *L. flavigularis* continua siendo una actividad común. A continuación en la Figura IV.70 se presenta el mapa de distribución histórica de la liebre del Istmo.

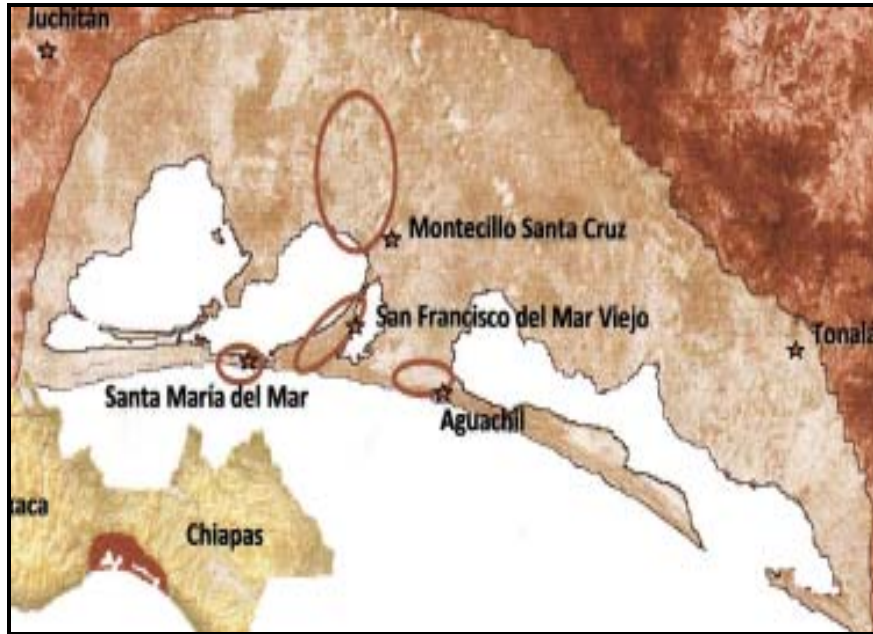


Figura IV. 69 : Distribución geográfica original (área clara) y actual de *L. flavigularis* (círculos). Modificado de Hall, 1981 y de Lorenzo et al.,2000. Tomado de Riojas, 2008.

La densidad poblacional de la liebre de Tehuantepec es baja en comparación con otras liebres como *L. californicus* (20 - 42 individuos/km²; Lechleitner, 1958; Bronson y Tiemeier, 1959 French et al., 1965; Marín et al., 2003), *L. alleni* (53 individuos por km²; Vorhies y Taylor, 1933) y *L. americanus* (50 individuos/km²; Flinders y Hansen, 1975; Keith y Windberg,1978), ver la Tabla IV.43 y Figura IV.71. La población de San Francisco del Mar Viejo tiene una densidad de 5 individuos por km² (Lorenzo et al.,2008), la población de Montecillo Santa Cruz presenta una densidad de apenas 4 individuos/km² (Lorenzo et al.,2008), en la población de Santa María del Mar se ha estimado una densidad de 11 individuos/km² (Vargas, 2000), y se desconoce la densidad poblacional de Aguachil (Rico, 2007). A continuación se presenta el cuadro comparativo de densidad

poblacional de la Liebre del Istmo según la literatura (Lorenzo et al.,2008, Vargas, 2000 y Rico, 2007).

Población	Individuos/Km2
SAN FRANCISCO DEL MAR	5
Montecillo Santa Cruz	4
Santa María del Mar	11
Aguachil	Desconocido

Tabla IV. 43 : Comparativo de la densidad poblacional de la liebre de Istmo de Tehuantepec.

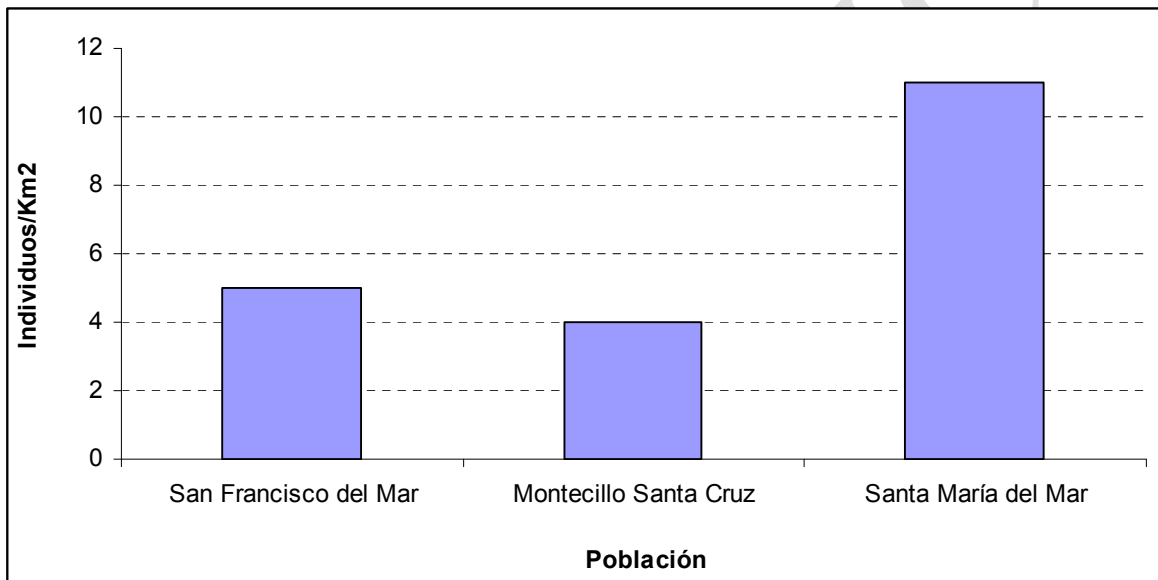


Figura IV. 70 : Gráfica comparativa de densidad de población de liebre del Istmo en diferentes localidades (Riojas, 2008).

Otro problema ha sido la introducción de perros a Santa María como lo muestra la Figura IV.72, lo que ha ocasionado la depredación de la liebres, lo que aumenta la reducción en sus poblaciones (Riojas, 2008).



Figura IV. 71 : Depredación de la liebre del Istmo por la introducción de perros domésticos en Santa María del Mar (tomada de Riojas, 2008).

Condiciones de la vegetación en Área de influencia del proyecto

Bosque Espinoso

En nuestra de estudio podemos encontrar esta agrupación florística en fracciones pequeñas (la mayoría fuera del SAR) en los municipios de Juchitán (Santa María del Mar), El Espinal y San Mateo. Por lo general se encuentra mezclado con algunos elementos de BTC como *Bursera* y *Amphyterigyum*, debido a que el el BE forma parte de algunos estadíos sucesionales del BTC. Los elementos más representativos en estos sitios son *Acacia*, *Cercidium*, *Crescentia*, *Pithecellobium* y *Senna*. Las áreas planas con algunos problemas de drenaje le permiten ganar espacio sobre otras especies con requerimientos de sustratos más arenosos. En las orillas de estos remanentes de vegetación se observa con la agregación de *Acacia farnesiana* como se observa en la Figura IV.73, especie

espinosa pionera de varios tipos de vegetación que indica disturbio ya sea, incendios o ganadería o los 2 combinados.



Figura IV. 72 : Bosque Espinoso: Composición y estructura de la vegetación (*Acacia*, *Cercidium*, *Crescentia*, *Pithecellobium* y *Senna*). Esta parte se encuentra fuera del SAR, solo sirviendo de muestra para apreciar su unidad paisajística.

Bosque Tropical Caducifolio

Esta manifestación vegetal se presenta de manera no muy definida en Juchitán y San Mateo del Mar. En algunos lomeríos y sitios donde se aprecian mejores condiciones de drenaje de los suelos. Las asociaciones presentes aquí son *Bursera*, *Lysiloma*, *Enterolobium* y *Gliricidia*. Esta agrupación vegetal se encuentra muy fragmentada debido a que representa una fuente de materias primas forestales importante (leña y postería, frutos), El uso de especies como *Bursera* y *Gliricidia* es muy frecuentemente para establecer cercos vivos. En partes cercanas a las playas donde se piensa que es mayor la salinidad del suelo las especies más dominantes son *Amphypterygium adstrigens* y *Bursera submoniliformis*, ver Figura IV.74.



Figura IV. 73 : Bosque Tropical Caducifolio: Trechos de *Gliricidia*, *Bursera* y *Spondias*, junto a terrenos de cultivos en descanso.

Vegetación Halófila

La representatividad de esta cobertura vegetal (ver Figura IV.75) se extiende en las líneas costeras de Santa María del Mar (Juchitán) y San Mateo del Mar, con la dominancia de *Jouvea* y *Eragrostis*. Estos pastizales son objeto de un intenso impacto de la ganadería sin mencionar que son quemados anualmente para estimular el brote para alimentar al ganado ovino, caprino y vacuno.



Figura IV. 74 : Vegetación Halófito: Las especies más representativas de esta vegetación en el sitio son *Jouvea* y *Eragrostis*

Palmar

La representatividad de este tipo de vegetación se hace patente en Santa María del Mar (Juchitán) de modo aislado en suelos con mal drenaje. Estas plantas se encuentran en manchones escasos cercanos a la laguna de Quirio y a Santa María del Mar. Las comunidades de palmas pueden llegar a ser beneficiadas por eventos de disturbio como incendios por lo que su prevalencia de modo muy localizado puede obedecer a eventos pasados de uso del fuego, ver Figura IV.76.



Figura IV. 75 : Palmar aislado en Santa María. Esta asociación se encuentra en Noreste de la Agencia municipal

Pérdida y degradación de hábitat

Roza, tumba, Quema y otros sistemas productivos que empobrecen los recursos naturales

El manejo no planificado de los recursos naturales puede llevar a los ecosistemas a diferentes direcciones, en función de la intensidad del impacto. La ejecución continua de sistemas productivos a través del espacio y el tiempo agota los medios de subsistencia de las especies que dependen de estos, ya sea estructural (zonas de anidación, escondites) o nutricionalmente (fuentes de alimentación y calidad de los suelos), alterando condiciones de supervivencia de especies raras o de distribución insular (caso liebre del Istmo). Los aprovechamientos enfocados en aspectos monoespecíficos (por introducción de especies exóticas o explotación de elementos autóctonos) del paisaje degradan y hacen retroceder la sucesión vegetal a estadios primarios afectando los servicios ambientales que tienen mayor valor económico y cultural que el beneficio de los sistemas productivos *per se* (ver ejemplo en Figura IV.77).



Figura IV. 76 : Alteración del hábitat de la liebre del Istmo en Santa Maria del Mar por quema de pastizales para la ganadería extensiva. Tomado de Riojas (2008).

La roza tumba y quema para establecer cultivos o ganadería ha ido disminuyendo extensiones considerables del otrora Bosque Tropical Caducifolio (San Mateo del Mar) reducidos a pequeñas áreas dedicadas al cultivos que se desmontan para cultivar y después dejarlas descansar con los costos de pérdida de diversidad arbórea por eliminación de especies no útiles para el campesino y dejar solo las de mayor utilidad con fines medicinales o para leña para cocinar (ver Figuras IV.78 y 79). En Santa María del Mar la quema de pastos disminuye la disponibilidad de alimentos para las liebres, poniendo en peligro el equilibrio de sus poblaciones. El proyecto del Parque Eólico tiene contemplado la prohibición de uso del fuego en todos los sitios donde se establezcan los aerogeneradores fomentando la conservación del hábitat de la liebre.



Figura IV. 77 : Uno de las utilidades más difundidas es la de la leña (San Mateo del Mar y Santa María del Mar) para cocinar, lo que representa el empobrecimiento de los ecosistemas a mediano plazo en toda el área de estudio.



Figura IV. 78 : Desmonte de BTC para establecer pastos para ganadería en San Mateo del Mar.

Uno de los usos del suelo tradicionales por los huaves incluye establecer cultivos durante la época de secas en los canales naturales, aprovechando como dicen ellos el ascenso del nivel freático de agua dulce para sembrar maíz, instaurando lo que ellos llaman "chahuites". Esto incluye el arado de la tierra eliminando la vegetación y aprovechando toda la materia orgánica y nutrientes depositados durante los procesos de

descomposición de mate durante el tiempo que se mantiene el canal lleno, ver Figura IV.80.



Figura IV. 79 : Preparación del chahuite.

Asentamientos humanos

La carencia de planificación y dirección de los asentamientos humanos (San Mateo del Mar) pueden llevar a la competencia por recursos hacia empobrecimiento o agotamiento de los recursos nativos (recursos maderables, no maderables calidad del agua invasión de humedales) según sea el caso por eliminación de condiciones para el mantenimiento de plantas o animales, o contaminación de sus recursos hídricos, creando condiciones para la proliferación de enfermedades que dañan la calidad de vida de los pobladores, ver Figura IV.81.



Figura IV. 80 : Asentamiento humanos (San Mateo del Mar) establecidos sin planificación sobre humedales

Saqueo de nidos de tortugas marinas

Lamentablemente la situación económica de las comunidades huaves, la falta de empleo a mala pesca por la clausura natural de la bocabarra y la falta de planificación familiar ha llevado a la gente al consumo de la fauna silvestre de la zona para su supervivencia (anónimo), entre el aprovechamiento de la vida silvestre del sitio incluye el consumo de huevos de tortuga (ver Figura IV.82).

Cabe señalar que el saqueo de huevos de tortugas tiene sanciones. La Profepa (Procuraduría Federal del Medio Ambiente) tiene totalmente prohibido cazar cualquiera de las siete tortugas marinas que vienen a las playas mexicanas a poner sus huevos, pues todas ellas están protegidas por la legislación mexicana, en virtud de que están en peligro de extinción. Igualmente, está penado saquear los nidos con cualquier finalidad.

Según el artículo 420 del Código Penal Federal, se impondrá pena de uno a nueve años de prisión y una multa que va de los 300 a los 3,000 días de salario mínimo, a quien ilícitamente capture, dañe o prive de la vida a algún ejemplar de tortuga o mamífero

marino, o recolecte o almacene de cualquier forma sus productos o subproductos (www.profepa.gob.mx).

El establecimiento del Parque Eólico tiene contemplado la protección de las zonas de playa contiguas mediante patrullas de vigilancia, en coordinación con las autoridades de Santa María del Mar, por lo que el Proyecto Eoloelectrico por si mismo coadyuvará a la conservación de la tortuga en la región.



Figura IV. 81 : Nido de tortuga marina saqueado. Se acostumbra enterrar una vara para apartar el nido y así poder ir a saquear mas.

Basureros

La ignorancia que se tiene del beneficio de las comunidades vegetales mas allá de su valor económico, ha llevado a la pérdida paulatina de estos elementos importantes que a a mediano o largo plazo extirpará las ventajas (servicios ambientales) directas y indirectas quedando otros elementos que dependen de las especies que sostienen la salud de los ecosistemas como es el caso del manglar en San Mateo del Mar y Santa María del Mar

que en algunos sitios se ha reducido a manchones aislados de unos cuantos individuos que no pueden mantener el sistema de reemplazo con plántulas por el pastoreo excesivo, así como la alteración del paisaje por establecimiento de basureros sin planeación que han contaminado con residuos sólido dispersados por los vientos cientos de metros cuadrados por no contar con las medidas mínimas de control, siendo foco de incendios debido al hábito de incineración de la basura sin vigilancia. A continuación se presenta la localización de basureros donde se evidencian falta de medida de control para contener residuos sólidos, ver Tabla IV.44 y Figura IV.83.

Ubicación de Basureo (UMT)	
X	Y
280164	1793822
301526	1795088
270873	1795693
280282	1794210

Tabla IV. 44 : localización áreas depósito de residuos sólidos al aire libre sin ningún control y con el riesgo de provocar incendios que dañen los hábitats, en especial la vegetación halófila hogar de la liebre del Istmo.



Figura IV. 82 : Basureros al aire libre afectando la salud del ecosistema empobrecido de BTC.

IV.2.2.2 Índices de Calidad Ambiental.

A continuación se utilizaron los índices de calidad ambiental según Gómez Orea (2003) adaptados para poder analizar las condiciones imperantes a nivel ambiental reflejados en la flora y fauna. Los índices de calidad para evaluar la calidad ambiental a partir de los muestreos realizados fueron los presentados en la Tabla IV.45 y Tabla IV.46.

Índices-Fauna	Nomeclatura
Índice de especies amenazadas	IEA
Índice de distribución de especies	IDE
Índice de endemidad	IE

Tabla IV. 45 : Índices de fauna para evaluar la calidad ambiental en el SAR

Índices-Flora	Nomeclatura
Índice de distribución de especies	IDE
Índice de endemidad	IE
Índice de valor comercial y social	IVCS
Índice de cobertura forestal	ICF

Tabla IV. 46. Indices de flora para evaluar la calidad ambiental en el SAR

Flora

Especies con estatus (Índice de Especies Amenazadas).

Para la obtención del índice de especies de flora amenazadas se tomo en cuenta las especies con estatus en la NOM-SEMARNAT-059 (protección especial, amenazadas, en peligro) que fueron encontradas durante los muestreos. Aplicando la fórmula queda de la siguiente manera;

$$IEA = \frac{(\text{No. esp. prot. esp.}) + (\text{No. esp. amenazadas})2 + (\text{No. esp. en peligro})3}{3} \times 100$$

Total de especies en el área. Ver Tabla IV.47.

Índice de especies amenazadas						
Índice/categoría	Protección especial	Amenazadas	En peligro	Total especies	IEA	ICA
CA	1	0	0	1	33.333	0.333

Tabla IV. 47 : Índice de especies amenazadas de flora

Los valores obtenidos nos hacen alusión a que aparentemente no hay muchas plantas amenazada en el área, pero la literatura (García, 2004) hacen referencia a gran cantidad de especies en riesgo por su rareza. Lo que implica la intervención humana en la vegetación como un motivo probable por la falta de componentes vegetales raros en el SAR (mangle), en función de la extensión territorial dentro del Sistema Ambiental Regional y del Sistema Ambiental Local.

Especies de flora con distribución restringida (Índice de Distribución de Especies).

Los valores de especies de flora con distribución restringida se tomaron en base a la cantidad de especies con distribución nacional, regional y local en los muestreos. Aplicando la fórmula de abajo se obtiene lo siguiente;

$$IDE = \frac{(\text{No. Spp. Dist. Nac.}) + (\text{No. Spp. Dist. Reg.}) + (\text{No. Spp. Dist. Local})}{3} \times 100$$

Total de especies en el área. Ver Tabla IV.48.

Índice de distribución de especies						
Índice/ distribución	Distribución nacional	Distribución regional	Distribución Local	Total especies	IDE	ICA
CA	191	14		205	3966	39.66

Tabla IV. 48 : Índice de distribución de especies (Basado en especies con estatus).

En los muestreos no hay especies de flora de con distribución local, unas pocas especies de distribución regional (14) y el resto de distribución nacional (191). Los resultados indican ausencia de entidades vegetales, un reflejo de la falta de condiciones especiales o particulares (micrositios o microclimas) que puedan albergar especies raras.

Especies endémicas (Índice de Endemicidad).

Es necesario aclarar que dado la ausencia de plantas endémicas en los muestreos no es posible estimar el índice de endemicidad, lo que nos hace inferir que el nivel de actividades antropogénicas en el área de estudio ha contribuido a disminuir la posibilidad de encontrar endemismos en función del área con uso de suelo forestal, y las referencias bibliográficas de estudios en las zonas aledañas al SAR. (Pérez y Meave, 2001 y García, 2004).

Especies con valor comercial y social

El índice de especies con valor se obtuvo del número de especies con valor comercial encontradas en los muestreos en el SAR (113 especies). Para la obtención del índice se usó la siguiente fórmula :

$$IVCS = (\text{Número de especies de valor comercial y social} / \text{No. de especies totales}) \times 100.$$

Se obtiene con la siguiente fórmula, ver Tabla IV.49.

Índice -especies -importancia social -comercial				
Grupo	EISC	Total especies	IEISC	ICA
CA	113	205	55.122	0.55122

Tabla IV. 49 : Especies de valor comercial y social

El número del índice de calidad ambiental obtenido (0.55122) con las 205 especies encontradas en el muestreo de campo, es un referente del intenso uso que se hace de las especies por lo que esto incidirá en la pérdida de cobertura vegetal por el consumo doméstico, especialmente la necesidad de materiales leñosos para cocinar alimentos, debido a la problemática socioeconómica para cubrir sus satisfactores, no permitiéndoles

tener acceso a gas para cocinar sus alimentos. Otro uso es el medicinal lo que impacta a través del tiempo en función del crecimiento poblacional en el SAR.

Cobertura Forestal del área de influencia del proyecto (ICF)

La cobertura forestal nos indica el grado de perturbación en el SAR con respecto a su área total lo que refleja la intensidad con la que se utilizan los recursos naturales. Para su obtención se considera la siguiente fórmula;

ICF = (Área con cobertura forestal/ área total) X100. Ver Tabla IV.50.

Índice de cobertura forestal				
Índice/cobertura	Cobertura forestal del área de influencia (ha)	Área total (ha)	ICF	ICA
CA	6906.958	82723	8.349501347	0.083495

Tabla IV. 50 : Índice de cobertura forestal

En el área de influencia del proyecto el índice de cobertura nos da un estimado de (8.349501347) que se considera bajo dado la extensión de cobertura forestal (6906.958 ha) en relación al área total del SAR (82.723 Km²). Vale la pena señalar que una parte considerable del SAR esta desprovisto de vegetación de algún tipo (zonas aradas) o empastada para ganadería. Los rasgos de relieve orográfico son limitados por lo que los pisos altitudinales de vegetación superiores solo pertenecen a BTC, siendo la Vegetación Halófila la mínima expresión en la arquitectura vegetal.

Fauna

Especies con estatus (Índice de Especies Amenazadas).

Este índice nos permite inferir el índice de calidad ambiental respecto a la fauna observada en los muestreos y que se encuentra en rango de riesgo por procesos antropogénicos o naturales (si fuera el caso). La fórmula es la siguiente:

IEA= (No. esp. prot. esp.) +(No. esp. amenazadas)2+(No. esp. en peligro)3)/3) x 100. Ver Tabla IV.51. y Figura IV.84.

Índice de especies amenazadas		
Grupo	Índice de especies amenazadas	Índice de calidad ambiental
Reptiles y Anfibios	233.33	2.3333
Aves	700	7
Mamíferos	133.33	1.3333

Tabla IV. 51 : Índice de especies amenazadas basado en los muestreos llevados a cabo en el área de estudio.

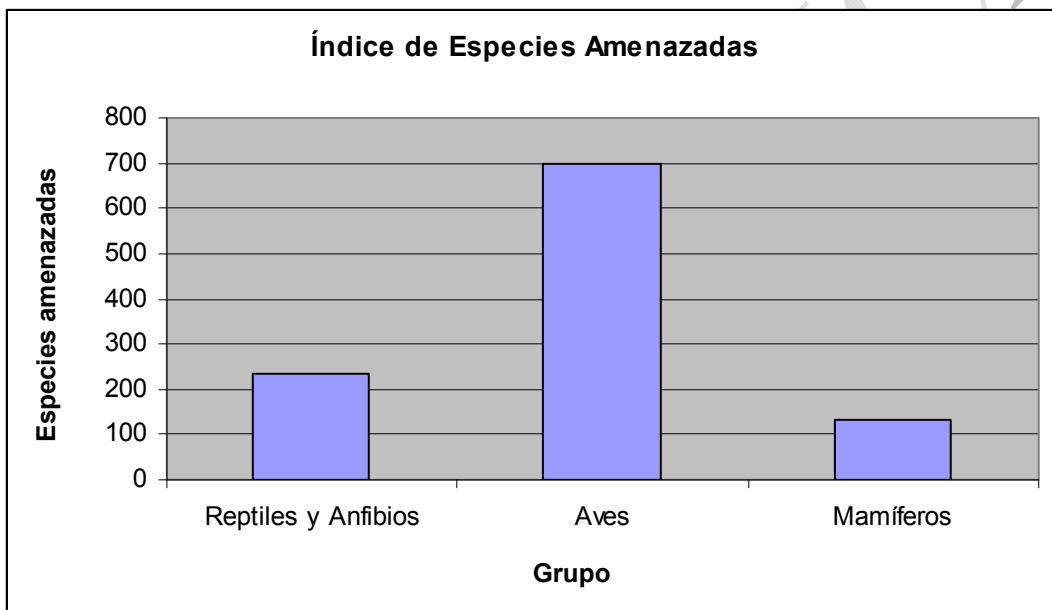


Figura IV. 83 : Gráfica comparativa del índice de especies amenazadas aplicado a fauna.

Los índices nos señalan que en base a los grupos estudiados (Reptiles, anfibios, aves y mamíferos) el más amenazado es el de los mamíferos (133.33). La falta de fauna observada (solo 2 especies) es de esperar dado el proceso de deforestación en el SAR para cubrir las necesidades de alimentos, medicinas y leña. El empobrecimiento de la cobertura arbórea no permite a la fauna migrar de un sitio a otro, siendo presa fácil de cazadores. Fundamentalmente el desmonte es el primer factor que va afectando a la fauna (biodiversidad) eliminando alternativas de recursos alimenticios para el futuro por la caza excesiva para cubrir las necesidades alimenticias diarias. De las 2 especies de mamíferos una es de gran singularidad en el SAR (liebre del Istmo), y esta amenazada

por la caza excesiva de carácter ilegal por encontrarse protegida por la ley (NOM-ECOL-059).

COPIA PÚBLICA

Especies con distribución restringida (Índice de Distribución de Especies).

La obtención del índice de distribución de especies se obtuvo a partir de los muestreos realizados en el SAR Y Se obtienen con la siguiente formula;

IDE= (No. Spp. Dist. Nac.) +(No. Spp. Dist. Reg.)2+(No. Spp. Dist. Local)3/3) x 100. Ver Tabla IV.52 y Figura IV.85.

Índice de distribución de especies (Basado en especies con estatus)		
Grupo	Índice de distribución de especies	Índice de calidad ambiental
Reptiles y Anfibios	966.66	9.6666
Aves	6000	60
Mamíferos	133.33	1.3333

Tabla IV. 52 : Índice de distribución de especies (Basado en especies con estatus)

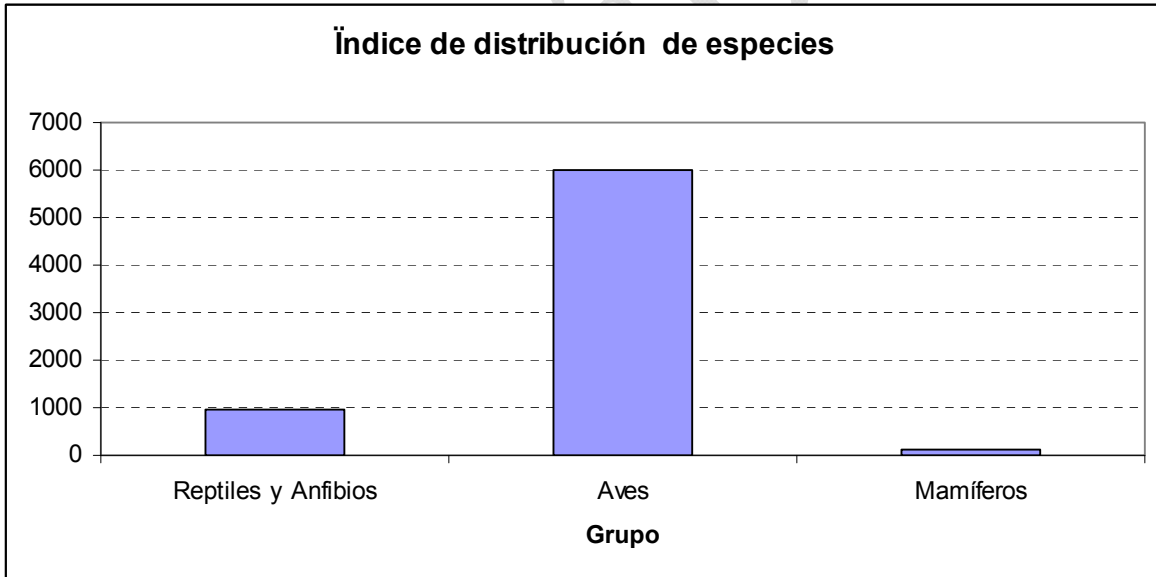


Figura IV. 84 : Gráfica comparativa del índice de distribución de especies aplicado a la fauna

Otra vez los resultados apuntan hacia la liebre del Istmo como la especie más en riesgo no solo por ser objeto de cacería, sino que su distribución es restringida quedando solo en Santa María del Mar, aunque San Mateo del Mar el municipio vecino tiene las mismas condiciones (Vegetación Halófila). Ya no se registra, probablemente por la cacería excesiva y la actividades agropecuarias que destruyen su habitat (Riojas, 2008).

Especies endémicas (Índice de Endemicidad).

La informacion respecto al índice de endemicidad en función del SAR se obtuvo a través de las especies observadas y se obtiene con la siguiente formula;

$$IE= (\text{Numero de especies endémicas} / \text{Total de especies en el área de estudio}) \times 100.$$

Ver Tabla IV.53 y Figura IV.86.

Índice de endemicidad		
Grupo	Índice de endemicidad	Índice de calidad ambiental
Reptiles y anfibios	No se observaron	
Aves	0.62601626	0.006260163
Mamíferos	50	0.5

Tabla IV. 53 : Índice de Endemicidad

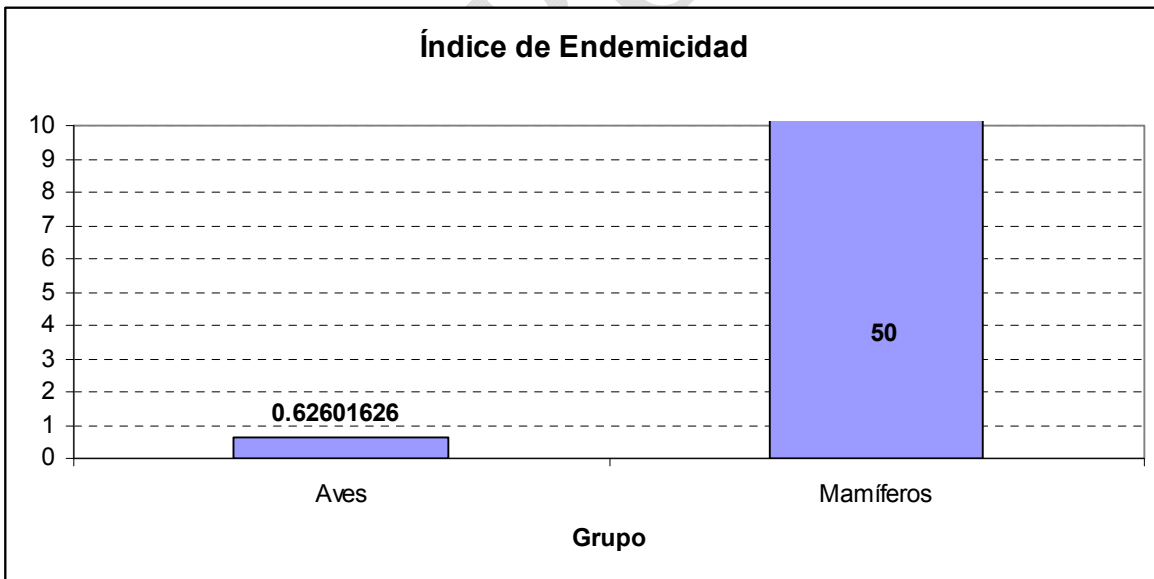


Figura IV. 85 : Gráfica comprativa del índice de endmicidad aplicado ala fauna

La liebre del Istmo es el la mas vulnerable de la fauna por la restricción territorial de estar por tener una distribución restringida y dificultades para obtener su medios de

subsistencia por competir con el ganado por los pastos, así como las pérdida temporal de pastizal por incendios provocados para fines de ganadería y agricultura (chahuites).

Fauna del Sistema Laguna Huave

Crustáceos bentónicos

Las condiciones de la Laguna Inferior asociadas a la alta precipitación pluvial, favorecían la entrada masiva de camarón y otras especies migratorias desde el mar, a través de la boca de San Francisco; con dos máximos definidos para el camarón: el primero de julio a septiembre, y el segundo de octubre a febrero . Debido a la geomorfología costera del Golfo de Tehuantepec y a la deriva larvaria, el reclutamiento de postlarvas de camarón puede clasificarse en dos tipos: El lagunar estuarino, en áreas adyacentes a las bocas lagunares, mediante un filtrado hidrológico, donde cubiertas advectivas tienen abundancias medias de hasta 80 postlarvas·m⁻³; y el reclutamiento litoral que sucede en áreas sin bocas permanentes y produce cinturones larvales con abundancias medias de 300 postlarvas·m⁻³, resultado de la acumulación producida por procesos oceanográficos, indican que el reclutamiento de postlarvas de camarón blanco al Sistema Huave, sucede a través de la Boca de San Francisco todo el año, con un máximo en abril, con pulsos de mayor entrada de febrero a agosto. reporta que el reclutamiento es bicíclico, con el mayor ingreso de junio a septiembre y otro menor en enero.

Moluscos bentónicos.

En la margen Noroeste de la Laguna Superior (desembocadura del Río los Perros), dominan el bentos las clases Pelecípoda y Gastropoda, con especies tolerantes a condiciones de hipersalinidad. En el estuario de Playa Vicente reconocen 16 especies de Bivalvos, incluidas las familias Mytilidae, Crassistellidae, Cardiniidae, Carditidae, Ungulinidae, Veneridae, Mactridae, Tellinidae, Donacidae, Solecurtidae, Curbiculidae y Curbilidae; 11 especies de gasterópodos pertenecientes a 10 familias: Fissurellidae, Neritidae, Modulidae, Cerithidae, Potamidae, Calyptraeidae, Naticidae, Muricidae, Nassariidae y Olivellidae. En orden de mayor a menor abundancia y frecuencia relativa se reporta a los bivalvos *Cardita radiata*, *Protothaca* spp. y *Polymesoda inflata*; mientras que dentro de los gasterópodos, *Muricanthus nigritus*, *Natica chemnitzii*, *Crepidula* spp., *Nassarius angulicostis* y *Cerithidae mazatlanica*, que se encuentran vivas y cuya distribución guarda relación con el tipo de sustrato o bien con la tolerancia a los cambios de salinidad. La diversidad de la comunidad bentónica

es alta, comparada con otras áreas estudiadas, con óptimo desarrollo en condiciones de alta turbidez, fuertes corrientes y drásticos cambios de salinidad. La especie más importante de gasterópodo (*Muricanthus nigrinus*), fungen como depredador de las especies más importantes de bivalvos (*Protothaca grata* y *Cardita radiata*). Estos moluscos son susceptibles de explotación y cultivo, previa evaluación de su potencial y dinámica poblacional (Arroyo *et al.*, *op. cit.*). En la prospección de moluscos de la L. Superior, realizada por Miramar y Pérez (1988) que buscaba reconocer a posibles indicadores de contaminación en el sedimento, reportó la predominancia de unidades conquiliológicas y algunos ejemplares vivos de bivalvos Veneridos, con mayor concentración de moluscos al Norte de la L. Superior. Dentro de los pelecípodos, sobresalieron por su abundancia relativa, *Protothaca (Leukoma) asperrima* y *Polymesoda (Neocyrena) nicaraguana* y dentro de los gasterópodos destacaron *Acteocina smirna* y *Odostomia lastra*. Los autores indican que varias de las especies tienen una distribución más amplia que la ya proporcionada. Las poblaciones de *Protothaca grata* se desarrollan y realizan su ciclo de vida bentónico en proporción de 1 macho: 1 hembra, donde existe arena fina y arena muy fina. Por su tamaño y abundancia la especie puede comercializarse y consumirse, siempre que exista un aprovechamiento racional, para lograr que sea una opción en la actividad pesquera del SLH. El ciclo reproductivo de *P. grata* es estacional, la fase I de gametogénesis, se observa de noviembre a marzo, con temperatura de 20.5 °C; la fase II de madurez, sucede en febrero, con 27 °C; la fase III de reproducción, va de abril a septiembre, con 29.5 °C. El desove masivo coincide con la temperatura más alta (31 °C); la fase V de reposo gonádico o indiferenciado, se detecta de mayo a septiembre, sobre todo en agosto, con una temperatura de 28 °C. El estudio realizado por PROCOMAR (2006) reporta que, los muestreos de bentos fueron relativamente pobres y solamente se pudieron identificar organismos en las lagunas Oriental (Est. 1) e Inferior (Est. 2), donde únicamente se reconocieron los moluscos, gracias a la persistencia de sus conchas, sin hacer una evaluación cuantitativa y donde se trataba de 8 especies de gasterópodos pertenecientes a 7 familias.

Macro invertebrados bentónicos

La recolecta prospectiva del 12 y 13 de marzo de 2009 (por personal de la UMAR), indicó que los anfípodos y los poliquetos, estuvieron representados con mayor número de especies (9 y 8, respectivamente), seguidos por copépodos y ostrácodos (con 4 y 3 especies), así como los Brachyura. De Balanos (Cirripedia), Tanaídaceos, Anomura y Cumacea, solo pudo reconocerse una especie por taxón. Con la biomasa de cada uno de los grandes grupos taxonómicos se evaluó su abundancia relativa de forma que los crustáceos

constituyeron el 50 % de la biomasa y tanto moluscos (Mollusca), como Poliquetos (Polichaeta) aportaron 20 %, de forma que entre estos tres taxa, se obtuvo el 90 % de la biomasa de los invertebrados bentónicos que se recolectaron del Mar Tileme. Dentro de los moluscos bivalvos, reconocidos por Barrientos Luján (inédito), que por su porte pudieran representar un recurso potencial se identificó a: *Anadara grandis*, de la familia Arcidae, en la muestra de Santa Teresa del Mar, así como *Chione subimbricata* (familia Veneridae), en el embarcadero de Álvaro Obregón. En la playa del embarcadero de Álvaro Obregón fueron abundantes las conchas del gastrópodo *Muricanthus nigritus* Philippi 1845. Mientras que hacia el Faro de San Francisco los gastrópodos de la familia Olivaceae son utilizados para la construcción de cortinas artesanales, lo que debe investigarse con más detalle a fin de conocer la magnitud del aprovechamiento que realiza la gente, sobre este recurso.

Necton en el sistema lagunar

En la laguna Oriental y Occidental (Zonas aledañas a San Francisco del Mar) confluyen algunas variables ambientales (como la salinidad, temperatura y oxígeno disuelto) tienen en la presencia y abundancia relativa de nueve especies de peces (*Lile stolifera*, *Poecilia butleri*, *Poecilia fasciata*, *Melaniris guatemaltensis*, *Guerres cinerus*, *Diapterus peruvianus*, *Eucinostomus* sp. *Cichlasoma trimaculatum* y *Gobionellus microdon*). A partir de la abundancia relativa de las especies, encontrando se han llegado a encontrar 97 especies, de las cuales 72 son peces, 24 son invertebrados (15 crustáceos, seis moluscos, dos medusas y un poliqueto) y además registró una tortuga marina. Las especies más abundantes resultaron ser el camarón café (*Penaeus californiensis*), el camarón blanco (*P. vannamei*), una sardina (*Lile stolifera*), anchovetas (*Anchoa* spp.), lo que evidencia una riqueza para la manutención de las comunidades en su acervo nutricional en lo que a ingesta proteica se refiere (ver Tabla IV.54.).

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común local	Hábitat1
Elopiformes	Elopidae	<i>Elops affinis</i> *	macabil	EM
Albuliformes	Albulidae	<i>Albula nemoptera</i> * <i>Albula vulpes</i>	trucha trucha	M EM
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Harengula thrissina</i> * <i>Lile gracilis</i> <i>Opisthonema libertate</i>	sardina	M EM M
	Engraulidae	<i>Anchoa argentivittata</i> <i>Anchoa curta</i> <i>Anchoa ischana</i> <i>Anchoa lucida</i> <i>Anchoa mundeoloides</i> <i>Anchoa panamensis</i> <i>Anchoa scofieldi</i> <i>Anchoa spinifer</i> <i>Anchovia macrolepidota</i> <i>Anchoviella balboae</i>	M DEM M EM M EM M DEM EM M	
Gonorynchiformes	Chanidae	<i>Chanos chanos</i>		DEM
Cypriniformes	Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i>		D
Siluriformes	Ariidae	<i>Arius platypogon</i> * <i>Arius seemanii</i> * <i>Cathorops fuerthii</i> * <i>Hexanemachthys dowii</i> <i>Hexanemachthys guatemalensis</i> <i>Sciades dowii</i> * <i>Sciades troschellii</i>	bagre verde bagre negro bagre moreno tacazonte	EM EM DEM DEM DEM DE M
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Batrachoides boulengeri</i> *	pejesapo	M
Atheriniformes	Atherinidae	<i>Atherinella guatemalensis</i>		DEM
Beloniformes	Hemirhamphidae	<i>Hyporhamphus gilli</i> <i>Hyporhamphus rosae</i> <i>Hyporhamphus snyderi</i>		M DEM M
	Belonidae	<i>Strongylura exilis</i>		EM
Cyprinodontiformes	Anablepidae	<i>Anableps dowei</i>		DE
	Poeciliidae	<i>Poecilia sphenops</i> <i>Poeciliopsis fasciata</i> <i>Poeciliopsis gracilis</i>	(Molly)	D D D
Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Hippichthys spicifer</i> <i>Pseudophallus starksii</i>		EM D

Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus armatus</i> <i>Centropomus medius</i> <i>Centropomus nigrescens*</i> <i>Centropomus robalito*</i> <i>Centropomus undecimalis</i>	róbalo robalito	EM EM DEM EM DEM
Serranidae				
Carangidae	<i>Caranx caninus*</i>		jurel	EM
		<i>Caranx vinctus</i> <i>Gnathodon speciosus*</i> <i>Hemicaranx leucurus</i> <i>Hemicaranx zelotes</i> <i>Oligoplites altus*</i> <i>Oligoplites saurus*</i> <i>Trachinotus paitensis</i> <i>Trachinotus rhodopus*</i>	banderilla pelona pelona pámpano	M EM EM EM EM EM M M
Lutjanidae	<i>Hoplopagrus guntheri</i> <i>Lutjanus aratus</i> <i>Lutjanus argentiventris*</i> <i>Lutjanus colorado*</i> <i>Lutjanus novemfasciatus*</i> <i>Lutjanus peru*</i>		pargo raicero pargo amarillo pargo rojo pargo prieto huachinango	M M DEM EM EM M
Lobotidae	<i>Lobotes pacificus</i>		cherna	EM
Gerreidae	<i>Diapterus peruvianus*</i> <i>Eucinostomus argenteus</i> <i>Eucinostomus currani*</i> <i>Eucinostomus entomelas</i> <i>Eugerres lineatus*</i> <i>Gerres cinereus*</i>		cota mojarra plateada mojarrita pichinche mojarra blanca	M DEM DEM EM DEM EM
Hemulidae	<i>Anisotremus dovii</i> <i>Anisotremus interruptus</i> <i>Anisotremus pacifici*</i> <i>Haemulon sexfasciatum*</i> <i>Pomadasys branickii*</i> <i>Pomadasys macracanthus*</i> <i>Pomadasys panamensis*</i>		frijolillo mojarrón ronco frijol, porote bacoco ronco mapache besugo	M M M EM EM EM EM
Sciaenidae	<i>Cynoscion phoxocephalus*</i> <i>Cynoscion reticulatus*</i> <i>Cynoscion stolzmanni*</i> <i>Larimus acivis</i> <i>Micropogonias altipinnis*</i>		curvina escamuda curvina rayada curvina ronquito yolo	M M EM M EM

Polynemidae		<i>Polydactylus approximans</i>	M
Mullidae			
Kyphosidae	<i>Kyphosus analogus</i> <i>Kyphosus elegans</i>	chopa chopo	M M
Chaetodontidae			
Pomacanthidae			
Cirrihidae			
Mugilidae	<i>Agonostomus monticola</i> * <i>Mugil cephalus</i> * <i>Mugil curema</i> * <i>Mugil hospes</i> *	lepe de agua dulce lisa roma trucha	DEM DEM DEM EM
Cichlidae		<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	D
Chaenopsidae			
Blennidae			

Eleotridae	<i>Dormitator latifrons</i> * <i>Eleotris picta</i>		DEM DE
Gobiidae	<i>Bathygobius soporator</i> <i>Ctenogobius sagittula</i> <i>Evermannia zosterura</i> <i>Gobionellus microdon</i> <i>Microgobius miraflorensis</i> <i>Parrella lucretiae</i>		EM EM M DE EM E-M
Ephippidae	<i>Chaetodipterus zonatus</i> * <i>Parapsettus panamensis</i> *	zapatero zapatero	M M
Acanthuridae			
Sphyraenidae			
Scombridae	<i>Scomberomorus sierra</i>	sierra	M
Stromateidae	<i>Prepilus snyderi</i>	chabela	M
Channidae			
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Citharichthys gilberti</i>	M

Achiridae	<i>Achirus mazatlanus Achirus zebrinus</i>			DEM EM
Tetraodonti- formes	Tetraodontidae	<i>Sphoeroides annulatus*</i>	cambur, botete	EM

Tabla IV. 54 : Ictiofauna presente en el sistema lagunar, E=Estuarino, M= Marino y D= Dulceacuícola .

COPIA PÚBLICA

IV.2.2.3 Servicios ambientales

Ecosistemas Forestales

Los servicios ambientales se caracterizan por ser la suma de los beneficios que pueden darnos los ecosistemas por sus características intrínsecas, dependiendo el como se ubican y las interacciones que existan con el medio físico (geoformas y climas).

Los ecosistemas forestales no sólo son fuente de materias primas, sino que brindan además una serie de ventajas de vital importancia para el sostén de las poblaciones urbanas y rurales. Los servicios ambientales derivados de los ecosistemas forestales están ligados a la regulación de procesos naturales, como la provisión de agua, mejorar la calidad del aire, control de la erosión del suelo, acervo genético de plantas y animales y como soporte esencial en la mitigación de riesgos naturales (www.conafor.gob.mx)

Los servicios derivados de la provisión de bienes como alimentos, medicinas, fibras y semillas. Los servicios ligados a la regulación del medio ambiente: la provisión de agua, calidad del aire, control de la erosión del suelo, conservación de plantas y animales, banco genético y como soporte esencial en la mitigación de riesgos naturales, y Los servicios que tienen que ver con su valoración por razones culturales, religiosas y como espacios importantes para la recreación. Las bondades anteriormente mencionadas se resumen a la captura de carbono, los servicios hidrológicos y la protección a la biodiversidad como los servicios ambientales de los cuáles todos nos beneficiamos, ver Tabla IV.55.

Servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas forestales
Captura de carbono
Servicios hidrológicos
Protección de la biodiversidad

Tabla IV. 55 : Servicios ambientales proporcionados por ecosistemas forestales.

Captura de carbono

La mayor parte de los procesos productivos y actividades domésticas requieren del uso de energía derivada de combustibles fósiles. Esta combustión emite óxidos de carbono (principalmente CO₂) y otros gases que contribuyen al calentamiento atmosférico global. Loa et al. (1996) señalan que este proceso ha aumentado 3.5 veces en los últimos 50 años y que la cantidad de estos gases en la atmósfera se ve incrementada como consecuencia del cambio de uso del suelo.

Se estima que México emite alrededor de 3.70 toneladas de CO₂ por habitante, cifra que se encuentra 4.02 toneladas por debajo del promedio mundial (Carabias y Tudela, 2000). Alrededor de dos tercios de este volumen corresponden a los diversos procesos de combustión en los sectores energético, industrial, de transporte y de servicios. El resto, cerca de un tercio, se origina en los procesos de deforestación, cambio de uso de suelo y quema de leña. Masera et al. (1997), estiman que alrededor de 20 millones de personas usan la leña en este país como principal energético, de aquí que todavía la quema de leña para uso doméstico siga siendo un elemento importante en la producción de CO₂. Masera (1995) considera que el sector forestal aporta casi el 40% de las emisiones totales de CO₂ y que el sector de generación de energía tiene la contribución más importante. De aquí que mientras en México no se desarrollen fuentes alternas de energía (energía eléctrica) no se mejorará el balance de carbono.

.La captura de carbono representa un servicio ambiental que prestan las áreas de vegetación del SAR, por lo que las obras del Proyecto Eólico tienen contemplado evitar en lo mínimo la remoción de la vegetación en cualquiera de las etapas de desarrollo del Parque Eólico. Todos los tipos de vegetación en el sitio de estudio proporcionan una contribución en el secuestro de CO₂, debido a que la biomasa que compone el follaje de las plantas funciona como sumidero de carbono.

Servicios hidrológicos

Los servicios hidrológicos como la captura de agua o desempeño hidráulico es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, propiciando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua.

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada depende de un gran número de factores tales como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse para áreas específicas y con información muy fina sobre la mayor parte de las variables arriba señaladas.

El agua infiltrada o percolada corresponde la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque y que representa la oferta de agua producida por éste, que amortigua con frecuencia los efectos de la sequía manteniendo las masas forestales verdes por mas tiempo contribuyendo con un paisaje más verde, traduciéndose en una protección para la fauna por más tiempo. Todos los tipos de vegetación en el SAR precipitan agua al subsuelo con sus sistemas radicales ayudando con esto al equilibrio en los niveles freáticos, es por esta razón que las vegetación por donde se constuira el proyecto es en su mayoría terreno no forestal o pastizal.

Protección de la biodiversidad

El conjunto de organismos vivientes forman parte de lo que llamamos biodiversidad. La heterogeneidad presencal, sin importar el reino al que pertenece, su taxonomía, el tipo de ecosistema al que pertenece, lo que importa es el cuidado, mantenimiento y búsqueda de perpetuar su existencia para asegurar los procesos que llevan en conjunto interactuando con otras especies de plantas y animales, a través de altitudes, geoformas o climas que moldeen su abundancia. El conservar esta cantidad de organismos asegura el mantenimiento de zonas forestales, por el papel que desempeña todas y cada una de esas especies en su conjunto. La protección de los valores socioeconómicos, y hasta culturales que representan estas especies in situ se traducen en la viabilidad de la subsistencia humana a mediano y largo, siendo un legado urgente para proteger. El mantenimiento de estos almacenes de biodiversidad se traduce en disponibilidad potencial de materias primas como madera, fibras, fármacos, alimentos. La totalidad de la cobertura de la vegetación presente influye en los niveles de biodiversidad es por esto que el área de vegetación forestal que será removida por el proyecto no representa más de 1 % del total de las obras necesarias para llevar a cabo el proyecto, contrubuyendo con esto a la protección de la biodiversidad. Además de que los corredores biológicos más encontrados en el SAR se encuentras fuera del sistema ambiental local o área de influencia del proyecto.

Provisión de servicios ambientales del Bosque Espinoso

El Bosque espinoso (BE) esta constituido por coberturas arbóreas de hasta 6 m de alto. Se caracteriza por tener especies espinosas que resisten condiciones de drenaje deficiente y clima cálido. Los servicios ambientales van en función de la capacidad protectora que ofrece la biomasa vegetal a los eventos de carácter ambiental como los vientos huracanes, logrando conformar refugios para anidación para la biodiversidad animal y vegetal manteniendo, microclimas, estabilidad higrométrica, que da oportunidad a un tiempo más prolongado en su fenología foliar lo que le hace aumentar su carácter de belleza escénica por periodos mas prolongados lo que permite la introducción de elementos pioneros del Bosque Tropical Caducifolio como *Heliocarpus*. El mantenimiento de los procesos anteriormente señalados conducen a la salud del ecosistema debido al potencial de materia orgánica depositada, integrándose al suelo trasladándose a nivel nutrientes para los elementos florísticos presentes, cubriendo las necesidades, de las especies que requieran una bonanza en satisfactores nutricionales para su establecimiento y subsecuente competencia por el nicho. Tales procesos contribuirán a mitigar las interacciones de competencias que ejerce el efecto de borde que provoca alteraciones en las orillas de las asociaciones de plantas manteniendo un sistema de reemplazo con plántulas de especies más resistentes a la falta de estabilidad mas constante en el interior de las secciones centrales de los manchones o parches de vegetación. Los sistemas radiculares presentes en estas comunidades mejoran el potencial de absorción de agua en pro de la recarga de acuíferos. La preservación del bosque desde el punto de vista faunístico le da refugio a una parte importante de la red trófica involucrada (vertebrados). Los grupos zoológicos como reptiles, aves, mamíferos utilizan este entorno como zona de migración, anidación, alimentación reproducción.

El servicio ambiental más importante dentro del SAR respecto al bosque espinoso es que se da en el municipio de El Espinal al contar con este tipo de vegetación distribuida dentro de él. El área de influencia del proyecto o sistema ambiental local ubicado en el polígono dos donde encontramos la mayor cantidad de bosque espinoso no se verá afectado dado que los aerogeneradores que serán colocados en el estarán a un lado de los caminos ya establecidos dentro del municipio, por lo que superficie a remover de esta vegetación (Se muestra a detalle en el Capítulo 5) no tendrá cambios significativos que fragmente la vegetación actual.

Provisión de servicios ambientales del Bosque Tropical Caducifolio

El Bosque Tropical Caducifolio (BTC) se compone de individuos cuyas hojas entran en senescencia durante la época de hestiaje. Estas condiciones hacen que los troncos de algunas especies como *Bursera* cuentan con troncos fotosintéticos que les permite aprovechar la insolación para poder metabolizar las reservas que se traducirán en la formación de brotes y su elongación (ganancias) que ocurrirán en el temporal de lluvias. Los productos de la materia orgánica provenientes de la caída de hojas son provisión de nutrientes que se reciclan (mientras no se presenten eventos de perturbación como incendios) dotando al sistema radical de cationes y aniones para cumplir con los procesos de competencias por la luz y dominancia intraespecífica para perpetuar la especie dentro del conglomerado de poblaciones. Lo anterior contribuye a la arquitectura arbórea, protegiendo este sistema boscoso de los vientos y otros fenómenos naturales que alteran procesos intrínsecos de la comunidad como el reemplazo de rodales, el microclima, la anidación y calidad del corredor (protección para no ser vistas para ser objeto de depredación natural u antropogénica) para el movimiento de fauna a través de la matriz de vegetación dentro del área de bosque. Otra de las características que le da importancia al BTC es el hecho que se encuentran revistiendo laderas, cerros y otros accidentes geográficos susceptibles de erosión, siendo proveedor de servicios ambientales hidrológicos por la canalización del agua para los acuíferos por la infiltración facilitada por las raíces, previniendo la erosión, conservando la materia orgánica. Captura de carbono (sumidero) contribuyendo a mitigar los efectos del calentamiento global. Finalmente la biodiversidad contenida en el sitio representa otro bien y servicio por constituir una reserva de alimentos (fauna), fibras, fármacos, leña y otras materias primas (Flora).

Los servicios ambientales que presta este tipo de vegetación serán respetados en la medida de lo posible del proyecto ya que el trazado de caminos y ubicación de aerogeneradores ser realizón con la finalidad de evitar al máximo este tipo de vegetación, logrando con estos que los servicios que presta sean conservados de manera integra.

Provisión de servicios ambientales de la Vegetación Acuática y Subacuática

Las plantas asociadas a zonas húmedas están adaptadas para poder vivir en condiciones en las cuáles pueden estar parcialmente sumergidas, o temporalmente sumergidas según sean las condiciones para que algunos de los diversos géneros de plantas acuáticas puedan prosperar. La importancia de estos organismos es el poder contribuir a los procesos de equilibrio de factores como la calidad del agua (oxigenación) o procesos de deposición de materia orgánica (mientras no haya alteración por factores externos como eutroficación). Los servicios ambientales con los que contribuye esta asociación vegetal es captura de carbono la biodiversidad de especies exclusivas de ecosistemas acuáticos.

La zona del polígono uno donde se encuentra este tipo de vegetación y que se interacciona con la migración de aves fue analizada en el trazo de las obras del proyecto para evitar que los caminos y áreas de maniobras de los aerogeneradores requiera la remoción de este tipo de vegetación. Además de que se prevén obras hidráulicas dentro del trazado del camino para ayudar a la no alternación de los flujos hídricos que alimenta las zonas de vegetación acuática y subacuática, logrando con esto que los servicios ambientales ofrecidos por esta vegetación no se ven disminuidos por la colocación del proyecto.

Provisión de servicios ambientales del Manglar

El manglar es el equivalente costero del bosque selvático en tierra. Constituye un ecosistema irremplazable y único, que alberga una increíble biodiversidad, y que se cuenta entre uno de los más productivos del mundo. Entre sus árboles, ramas y follaje se encuentran innumerables especies de aves, reptiles, mamíferos, insectos, plantas epífitas, líquenes, hongos. De esta manera el Manglar fomenta la conservación de la biodiversidad como un gran servicio ambiental del cual las comunidades de San Mateo y San Dionisio gozan. Las raíces aéreas de sus árboles surgen de las aguas saladas y salobres en costas, estuarios y deltas, formando un entramado que aloja a multitud de especies animales (peces, moluscos, crustáceos), muchas de ellas importantes para la alimentación humana por ser especies de valor comercial (como el huachinango y el róbalo) que ayudan con el sostenimiento de la calidad de vida de los lugareños. Los manglares son zonas de apareamiento y cría de gran cantidad de estas especies, son refugio para alevines y pececillos en desarrollo, y otras formas de vida marina en etapa

larvaria. Además, protegen a las costas de la erosión, y han proporcionado durante siglos multitud de recursos a las poblaciones locales. También es patente la protección durante huracanes y mareas. El carácter perennifolio del Manglar le da un potencial enorme para la captura de carbono, coadyuvando a la disminución de gases de invernadero como el CO².

Provisión de servicios ambientales de la Vegetación Halófila

Este sitio en las zonas de San Mateo y Santa María se encuentra estructurado por plantas del tipo herbáceo que toleran los niveles de salinidad presente en el suelo y condiciones de sequía, a pesar de los niveles de humedad que suministra la brisa marina ofrece una estabilidad hasta que el temporal de lluvias le da una provisión abundante de agua. La permanencia de estas comunidades permite a través del tiempo la acumulación de materia orgánica producto de la hojarasca de las hojas senescentes que con el calor del sol y la humedad costera se degradan haciendo el pH más neutro, permitiendo el paso a otras especies que pueden ir ocupando nuevos nichos y comenzar un ciclo sucesional donde nuevas especies de diferentes formas de vida, traerán más heterogeneidad seguida de la diversidad de otros animales y plantas. Las raíces de las especies herbáceas y rastreras dejan que la infiltración hacia el subsuelo sea más eficiente. De este modo el mejoramiento de las propiedades del suelo contribuirá a que algunas plantas con tolerancia como los nopales rastreros puedan establecerse cercanos a la playa donde según comentan los lugareños las tortugas ocasionalmente se alimentan de los nopales, probablemente para cumplir con sus requerimientos de agua dulce. Esta vegetación de estratos inferiores forma parte del mecanismo ecológico natural de amortiguamiento a la erosión eólica.

Sin duda alguna los servicios ambientales que ofrece la vegetación halófila dentro de Sistema Ambiental Local son particularmente importantes para la ubicación del polígono 1 por la gran extensión que esta representa, además de brindar refugio a una de las especies en peligro de extinción ubicadas dentro de SAR, es por esto que los servicios ambientales serán monitoreados con las medidas de mitigación que se propogan en el capítulo 6 de la presente manifestación de impacto ambiental.

Servicios ambientales que proporciona el Palmar

El Palmar es un tipo de vegetación muy particular y no muy complejo *per se* (Rzedowsky, 1978). Fundamentalmente solo esta compuesto por individuos de la familia Palmae, prefieren ocupar sitios con drenaje satisfactorio aunque también lo hacen donde puede haber deficiencias de este. Algunos eventos de disturbio como los incendios pueden ayudar a su establecimiento por eliminación de especies competidoras menos resistentes al fuego. Una ventaja de las palmas es que al ser de lento crecimiento le permite a los individuos tener más resistencias a altas temperaturas, sequías prolongadas. Sus semillas son un alimento de la preferencia de muchas especies de aves, lo que también contribuye a su dispersión y mantenimiento de sus poblaciones. Las agrupaciones coloniales de palmas sirven de nodrizas a muchas otras especies de árboles que pueden superar la etapa de plántulas gracias a la sombra que estas dan. Sus sistemas radiculares son promotores de la recarga de acuíferos por ayudar abriendo cavidades en el suelo para que el agua pueda infiltrar de modo óptimo, infiltrando recursos hídricos a los niveles freáticos inferiores. Las colonias conformadas por palmas protegen una diversidad de otros organismos por ser refugio de aves y reptiles que suelen hacer sus madrigueras y nidos sobre las palmas, o al pie de ellas. El follaje perenne del palmar es un medio de captura y sumidero de carbono adecuado debido al desempeño continuo de sus mecanismos de captura de Co^2

Los servicios ambientales que proporciona este tipo de vegetación se encuentra ubicados dentro del área de influencia del proyecto pero a una distancia aproximada de 200 metros por lo que el decremento en los servicios ambientales ofrecidos por este tipo de vegetación se mantendrán conservados por las actividades del proyecto.

Función de los Corredores biológicos dentro de SAR

Los corredores biológicos consisten en zonas favorables para que los organismos animales y vegetales lleven a cabo su movilidad cumpliendo con los ritmos específicos intrapoblacionales incluyendo todas las interacciones que ejecutan con su entorno.

En el área correspondiente al SAR existen áreas con nivel de conservación y que representan zonas donde la fauna puede trasladarse con relativa seguridad, aunque se

encuentran contiguas a zonas poblacionales donde la carencia de satisfactores económicos orilla a la gente a la cacería desmedida de la fauna lo que lleva a una disminución en sus poblaciones.

Se debe reconocer que la intensa actividad socioeconómica de tipo agropecuaria que se ha llevado por años ha ido fragmentando las zonas con cobertura forestal a través de las parcelas que se van desmontando para sembrar maíz o quemar para el crecimiento de pastos para alimentar ganado.

Los corredores biológicos observados están conformados por zonas de BE, VH y BTC. Por estos trechos de vegetación interaccionan las poblaciones compitiendo por mantener la dominancia de los nichos donde puedan establecerse según las condiciones del sitio y factores disponibles como la luz solar, humedad materia orgánica dictan la existencia de las especies pioneras, intermedias o tardías.

Zonas mejor conservadas en el SAR

En estas áreas existen coberturas arbóreas visualmente conservadas como se vio en los transectos desplegados para obtención de condiciones ecológicas de estos sitios. Estos sitios se ubican en los tipos de vegetación de BE y BTC. Estos sitios también forman parte de islas de vegetación que sirven de zona de descanso y alimentación para la fauna, siendo un punto continuo de formas de vida vegetales.

Un caso de conservación de un sitio Bosque Espinoso en el SAR

Uno de los sitios conteniendo elementos típicos del Bosque Espinoso, considerados visualmente como lugares conservados fue ubicado al norte de El Espinal (ver Figura IV.87) tuvo valores de densidad relativa de 10.2739726 en el caso de *A. farnesiana* y *P. dulce* con 8.90410959. Estructuralmente alcanzando alturas de hasta 5.49 m. Aunque la arquitectura foliar del sitio se ve íntegra, se observó excretas de ganado vacuno lo que indica procesos de regeneración y reemplazo de árboles interrumpidos, incluyendo suelos compactado señal de un ramoneo repetido. A continuación se presentan los valores de densidad de un sitio de Bosque Espinoso considerado visualmente conservado, ver Tabla IV.56 y Figura IV.88.

Taxa	Dri
<i>A.cymbispina</i>	6.84931507
<i>P.dulce</i>	8.90410959
<i>A.farnesiana</i>	10.2739726
<i>P.laevigata</i>	5.47945205
<i>Pereskia</i>	2.73972603
<i>S. weberii</i>	1.36986301
<i>S.holwayanna</i>	2.73972603

Tabla IV. 56 : Densidad relativa de uno de los sitios considerados visualmente conservados

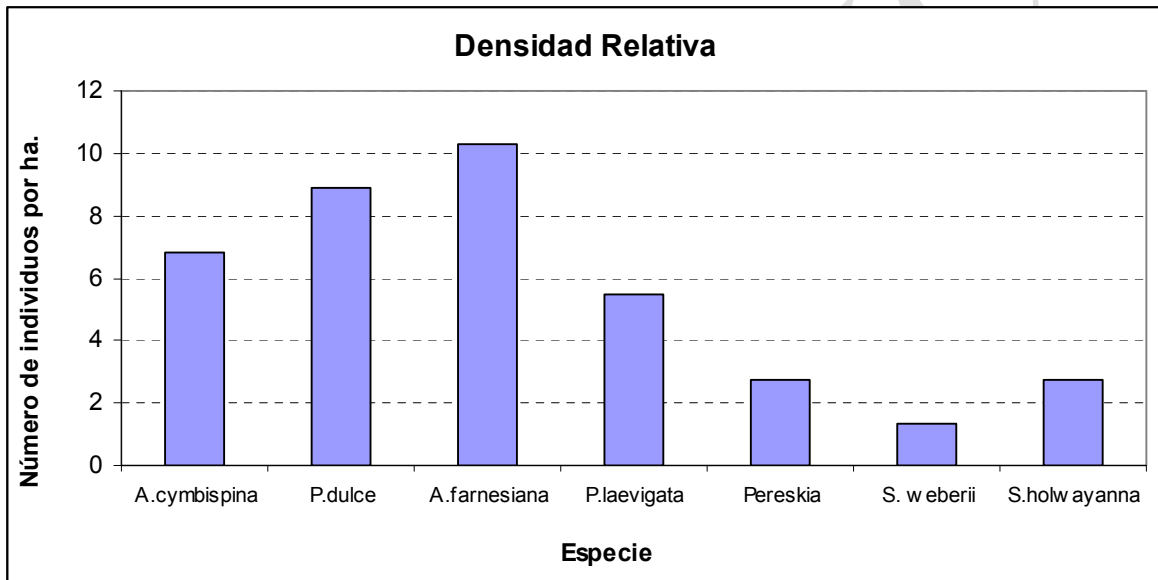


Figura IV. 86 : Gráfica comparativa de la densidad relativa de especies en sitio visualmente conservado de bosque espinoso.



Figura IV. 87 : Zona de BE al noreste de Ixtepec.

COPIA PÚBLICA

Un caso de conservación de un sitio del Bosque Tropical Caducifolio en el SAR

El Bosque Tropical Caducifolio en nuestro polígono de estudio tiene un lugar (ver Figura IV.89) donde se asocian géneros comunes de esta vegetación como *Bursera*, *Lonchocarpus* y *Amphypterygium*. Esta área se encuentra dividida por la carretera que va de Juchitán a Salina Cruz. Cabe mencionar que visualmente el bosque tropical sostiene una arquitectura arbórea que impide ver al horizonte. Las especies que más se encuentran presentes en lo que a densidad relativa se refiere son *Bursera submoniliformis* (9.5890411), *P. dulce* (8.90410959) y *A. adstringens* (6.84931507), ver Tabla IV.57 y Figura IV.90.

Taxa	Dri
<i>P.dulce</i>	8.90410959
<i>A.adstringens</i>	6.84931507
<i>S.holwayanna</i>	2.73972603
<i>J.cordata</i>	3.42465753
<i>L. emarginatus</i>	0.68493151
<i>Bursera submoniliformis</i>	9.5890411
<i>S.skinerii</i>	0.68493151

Tabla IV. 57 : Densidad relativa de vegetación, (*Bursera submoniliformis*)

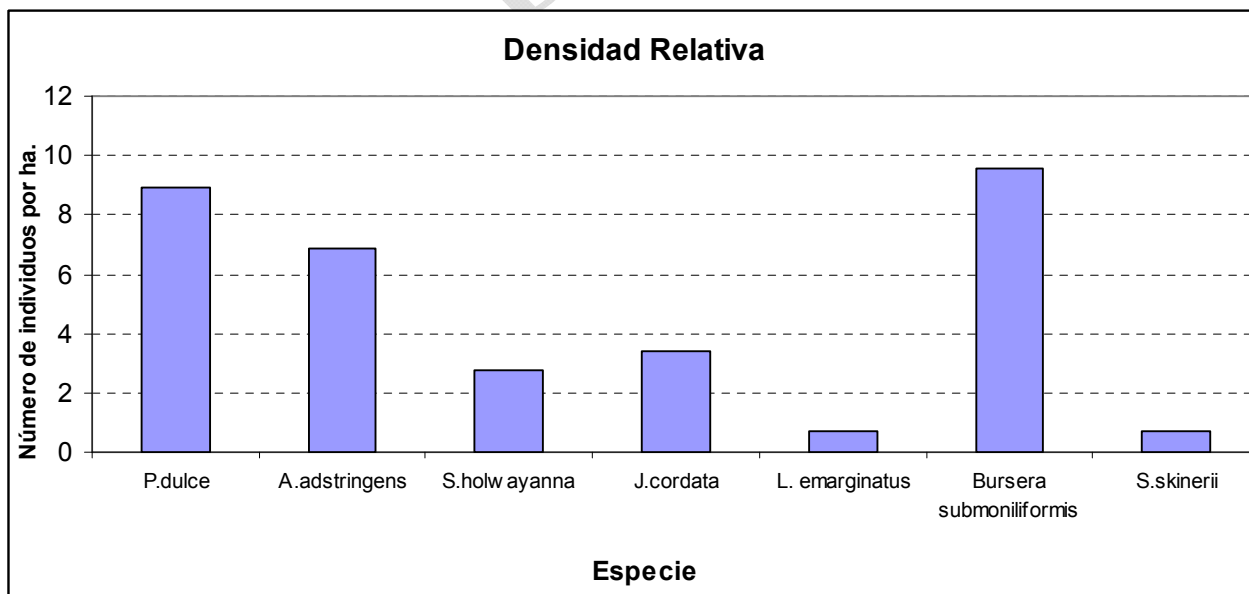


Figura IV. 88 : Gráfica comparativa de densidad relativa de un sitio considerado visualmente conservado de BTC



Figura IV. 89 : Zona de BTC entre Juchitán y Salina Cruz.

IV.2.3 Aspectos socioeconómicos

Contexto regional

Como ya se mencionó la zona del SAR está enclavada a lo largo del distrito Juchitán en el estado Oaxaca. Cada distrito está comprendido de varios municipios que pueden ir desde decenas de miles hasta algunos cientos de personas, motivo por el cual se hará mención de los distritos como unidades de estudio, y cuando se requiera, en algunos municipios de los que se posean datos suficientes y fidedignos, que en este caso serán San Mateo del mar, El Espinal y Juchitán. Cabe señalar que Juchitán de Zaragoza debido a su carácter de distrito y municipio puede generar a veces confusión a la hora de manejar información estadística pero aquí se hace la aclaración de manera puntual para evitar sesgos en la interpretación de la información.

El estado cuenta con una regionalización económica dividida en 8 regiones. La zona estudiada se encuentra dentro de la que se conoce como Istmo, que incluye a los distritos de Juchitán y tehuantepec (García et.al. 2004). La región ha sido objeto de actividades

agropecuarias. La región se encuentra salpicada de asociaciones vegetales de afinidad tropical (BTC, BE, Manglar, VAS, Palmar y VH) de carácter morfoestructural armado en su mayoría (con espinas) y hábito fenológico caducifolio, dando diferentes matices cromáticos y cobertura a través del año (observación personal). A pesar de que el estrato arbóreo de estos sitios no alcanza tallas considerables para fines comerciales maderables, tienen un gran potencial no maderables para la obtención de materias primas (fibras, alimentos, medicinales, postería, leña, carbón y otras materias primas ávidas de transformarse con fines industriales). La tradicional idiosincrasia de manejo forestal de zonas ecológicas templadas no ha permitido fomentar el mismo esquema para los bosques tropicales secos por lo que se ha dejado a la deriva este potencial para generar esquema productivos de aprovechamiento en equilibrio con la naturaleza.

La importancia regional de estas extensas áreas radica también en los servicios ambientales que proporciona (captura de carbono, infiltración de agua a los mantos acuíferos, estabilidad edafológica, estabilidad y mantenimiento de microclimas locales regionales y control de erosión). Lamentablemente las políticas de desarrollo ganadero extensivo en pro de obtener carne han mermado el resto de agronegocios potenciales detonables a partir del policultivo. El interés de una sola vocación agropecuaria que limita extensiones territoriales a obtener un solo producto de manera temporal durante un año, diezma la oportunidad de generar y cosechar productos y subproductos con utilidades constantes durante todo el año. El empobrecimiento de tierras de cultivo y agostaderos deja los predios desprovistos de vegetación (materias primas) eliminando las oportunidades de generar ingreso, condenando a los poseedores de tierras a salir a trabajar y generar un ciclo progresivo de pobreza y desesperación por buscar bienestar a través de las décadas lo que lleva a la falta de recursos y medios para generar educación y preparación en las siguientes generaciones.

Número y densidad de habitantes por núcleo de población identificado

El Espinal, es un municipio con 8,219 habitantes de acuerdo con los resultados del XII Censo General de Población y Vivienda 2007 publicado por el INEGI, de los cuales 4,009 son algunos hombres y 4,210 son mujeres. La edad mediana de la población es de 29 años. De Acuerdo con los datos arrojados por El Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM) al 2000 la densidad poblacional era de 92.2 habitantes por Km².

Juchitán cuenta con una población de 85,869 habitantes de los cuales 41,826 son hombres y 44,043 son mujeres. La edad mediana de la población es de 24 años. De Acuerdo con los datos arrojados por El Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM) al 2000 la densidad poblacional era de 189.34 habitantes por Km².

De acuerdo a los resultados que presento el II Censo de Población y Vivienda en el 2005 el municipio de San mateo del mar cuenta con un total de 12,667 habitantes de los cuales 6,332 son hombres y 6,335 son mujeres. La edad mediana de la población es de 19 años. Los datos arrojados por El Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM) al 2000 determinan una densidad poblacional era de 141.58 habitantes por Km² (ver tabla. IV.58).

Región/Distrito/Municipio	Población total			Edad mediana		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
ISTMO	562155	273053	289102	ND	ND	ND
<i>JUCHITÁN</i>	339445	164958	174487	25	24	25
El Espinal	8219	4009	4210	29	29	30
Juchitán de Zaragoza	85869	41826	44043	24	23	25
<i>TEHUANTEPEC</i>	222710	108095	114615	25	24	25
San Mateo del Mar	12667	6332	6335	19	18	20

Tabla IV. 58 : Población total, edad mediana y relación hombres-mujeres, (INEGI, 2005)

Índice de pobreza (según CONAPO)

Existe un índice de marginación urbana que fue generado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), este índice mide las carencias y privaciones que sufre la población en los espacios urbanos, específicamente en los barrios y colonias populares de la ciudad. Las variables utilizadas para medir son el acceso a la salud, la educación, a la vivienda, a la percepción de ingresos monetarios suficientes y la desigualdad de género (CONAPO, 2005).

En lo que respecta al nivel poblacional según CONAPO (2005) El Espinal es el menos poblado de los 3 municipios de interés del polígono de estudio (8216), al estar junto a la zona urbana de Juchitán y Salina Cruz es probable que exista migración a estos sitios para trabajar, aunado a la migración probable que haya hacia Estados Unidos lo que también provoca que exista una población flotante que haga fluctuar las cifras de habitantes. De los índices más preocupantes que refleja rezago a nivel de los 3 municipios que refleja las oportunidades para generar desarrollo económico es el porcentaje de analfabetas de 15 años o más, donde San Mateo del Mar tiene el mayor porcentaje (28.99 %) y de población sin primaria completa de 15 años de edad o más (49.05). De lo anterior también se refleja que San Mateo es el que tiene la mayor consideración de grado de marginación (Muy alto). La falta de educación y preparación es una explicación clara de la proporción de la población que recibe hasta 2 salarios mínimo al mes (San Mateo del Mar: 76.68 %, Juchitán: 64.05 % y El Espinal 40.34 %). En conclusión se puede decir que San Mateo del Mar es un municipio con atraso en comparación a El Espinal y Juchitán que están contiguos, tienen una red de caminos permanente y asfaltado que permite el movimiento de bienes y servicios para generar desarrollo económico y mejorar la calidad de vida. San Mateo se encuentra aislado a una de las barras con un solo camino asfaltado recientemente construido (observación personal). Las vías de comunicación son primordiales para poder emprender el desarrollo de la economía local de cualquier comunidad o localidad, por lo que este camino será un estímulo para la circulación de mercancías, así como de consumidores foráneos (turistas) de estos productos, generando derrama económica, bienestar, medios de subsistencia y a mediano plazo esto llevará a la iniciativa de erigir proyecto de inversión para la producción y entrada a la economía regional (ver tabla IV.59)

Índices de marginación CONAPO			
Rubro	EL Espinal	Juchitán	San Mateo del Mar
Población total	8 219	85 869	12 667
% Población analfabeta de 15 años o más	10.39	17.37	28.99
% Población sin primaria completa de 15 años o más	25.22	34.62	49.06
% Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario	1.29	2.17	47.29
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	1.39	1.66	23.04
% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	5.39	4.62	41.14
% Viviendas con algún nivel de hacinamiento	29.48	53.39	74.11
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	0.88	7.22	90.65
% Población en localidades con menos de 5 000 habitantes	4.99	17.65	58.23
% Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos	40.34	64.05	76.68

Índice de marginación	-1.42357	-0.59181	1.8218
Grado de marginación	Muy bajo	Medio	Muy alto
Lugar que ocupa en el contexto estatal	565	531	45
Lugar que ocupa en el contexto nacional	2285	1711	103

Tabla IV. 59 : Índices de marginación según CONAPO (2005)

Servicios Públicos.

Juchitán: La cobertura de Servicios públicos de acuerdo con la apreciación del Ayuntamiento es: Servicio-Cobertura: Agua potable 90%, Alumbrado Público 80%, Mantenimiento del Drenaje Urbano 70% Recolección de basura y limpieza de las vías públicas 80%, Seguridad Pública 60% y Pavimentación 90%. Respecto a El Espinal y la cercanía de infraestructura se considera que en cuanto el suministro de servicios públicos es muy similar

San Mateo del mar: Agua Potable 90, Alumbrado Público 100 Seguridad Pública 10 Pavimentación 40

La información de recursos hídricos arroja una considerable provisión de agua por pozos y manantiales. Por lo que los niveles de extracción son considerables Entre la región del istmo y el municipio de Juchitán llegando a tener niveles de extracción del 75%. La infraestructura hídrica de El Espinal es muy incipiente debido quizá a la disponibilidad de agua para riego lo que no lleva al Espinal a requerir la exploración y extracción de agua. Es necesario considerar también que la infraestructura de bombeo del municipio de Juchitán alimenta a El Espinal cumpliendo con sus requerimientos. A continuación en las tablas IV.60 y IV.61. (abajo) donde se aprecian estas valoraciones.

Región/Distrito/Municipio	FUENTES DE ABASTECIMIENTO a/				VOLUMEN PROMEDIO DIARIO DE EXTRACCIÓN (Metros cúbicos)			
	TOTAL	POZO PRO-FUNDO	MANANTIAL	OTRAS	TOTAL	POZO PRO-FUNDO	MANANTIAL	OTRAS
Istmo	165	75	87	3	112691	84945	16057	11689
Juchitán	85	41	43	1	53401	39943	13433	25
El Espinal	2	2	0	0	5011	5011	0	0
Juchitán de Zaragoza	5	5	0	0	16844	16844	0	0
Tehuantepec	80	34	44	2	59290	45002	2624	11664
San Mateo del Mar	4	4	0	0	3694	3694	0	0

Tabla IV. 60 : Fuentes de abastecimiento de agua en los municipios de interés, INEGI 2005

Lo concerniente a la redes de distribución disponibles indica que Juchitán solo tiene 4 , contrario a lo que tiene todo el distrito de Juchitán (79).

Región/Distrito/Municipio	Sistemas de agua potable	Tomas domiciliarias instaladas				Localidades con redes de distribución
		Total	Domésticas	Comerciales	Industriales	
ISTMO	136	108000	104655	3197	148	136
JUCHITÁN	79	58752	57001	1664	87	79
El Espinal	1	2563	2509	54	0	1
Juchitán de Zaragoza	4	16543	16048	470	25	4
TEHUANTEPEC	57	49248	47654	1533	61	57
San Mateo del Mar	3	879	879	0	0	3

Tabla IV. 61 : Sistemas, tomas domiciliarias instaladas y localidades con red de distribución de agua potable (INEGI, 2006)

Los servicios disponibles se encuentran localizados en las cabeceras municipales, provocando fenómenos de centralización de la población hacia las cabeceras en busca de mejor calidad de servicios por lo que la densidad poblacional en localidades del interior de los municipios disminuye y jamás surge la exigencia de mejora de servicios y se presenta una situación de desigualdad en el reparto y calidad de servicios de infraestructura (ver tabla. IV.62).

Región/Distrito/Municipio	Sistema de drenaje y alcantarillado	Localidades con el servicio	Localidades electrificadas	Habitantes beneficiarios de electrificación
Istmo	57	57	707	549673
Juchitán	35	35	505	329652
El Espinal	1	1	12	7684
Juchitán de Zaragoza	6	6	38	80285
Tehuantepec	22	22	202	220021
San Mateo del Mar	1	1	9	10961

Tabla IV. 62 : Sistemas y localidades con el servicio de drenaje, alcantarillado y electrificadas, (INEGI 2005-2006).

La superficie en hectáreas de rellenos sanitarios llega a las 123 ha en toda la región del Istmo lo cual es insuficiente para las miles de toneladas que se producen en todo el Istmo. Cabe señalar que en las visitas de campo no se pudo ubicar las superficies destinadas a los rellenos sanitarios. En el área de estudio para validar los datos estadísticos del INEGI. San Mateo al no tener datos de área de disposición de residuos hace pensar que debe haber algún sistema de recolección con la ayuda de la infraestructura de El Espinal y Juchitán. (ver tabla IV.63)

Región/Distrito/Municipio	Superficie de los tiraderos de basura a cielo abierto	Superficie de los rellenos sanitarios(Hectáreas)	Volumen de basura recolectada en miles de toneladas)	Vehículos de motor recolectores
Istmo	25.1	58.7	87.43	46
Juchitán	9.5	23	34.85	22
El Espinal	0.5	5	1.3	2
Juchitán de Zaragoza	2.5	1.5	14.3	6
Tehuantepec	15.6	35.7	52.58	24
San Mateo del Mar	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos

Tabla IV. 63 : Servicio de recolección de basura y volumen colectado, (INEGI 2006)

La infraestructura de servicio de seguridad pública (ver tabla IV.64) es insuficiente para cubrir la demanda de aclaración de delitos por lo que se aprecian incapacidades para satisfacer la demanda de resolución de delitos y conflictos del fuero común.

Región/Distrito/Municipio	Agencias del ministerio público del fuero común		Agencias del ministerio público del fuero federal	
	Total	Recursos transferidos	Programa normal federal	Agentes del ministerio público del fuero federal
Istmo	17	20	2	4
Juchitán	10	10	1	1
El Espinal	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos
Juchitán de Zaragoza	1	2	0	0
Tehuantepec	7	10	1	3
San Mateo del Mar	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos

Tabla IV. 64 : Servicio de seguridad pública, (INEGI 2005)

Reservas territoriales para desarrollo urbano.

De acuerdo con datos de la concejalía de obras públicas de la actual administración (2002-2004) la ciudad de Juchitán esta dividida en 9 secciones, la 1ª sección esta conformada por 12 colonias, una zona industrial y una planta impregnadora de maderas; la 2ª sección conformada por ocho colonias; 3ª, 4ª y 5ª sección sin ninguna colonia dentro de ellas; y la 7ª sección con 14 colonias y la playa san Vicente, existe una 8ª sección, sin embargo la Concejalía de Obras de la actual administración no la contempla en el plano urbano de la ciudad, pero sería la zona de Cheguigo.

La conformación del espacio urbano y la composición de los usos de suelo en la ciudad de Juchitán está condicionada por la existencia de barreras físicas a la expansión urbana, contando con barreras naturales y artificiales, en este sentido el Plan de Desarrollo de Juchitán de Zaragoza (1996) señala como barreras naturales lo siguiente: el río de los Perros permitió que el asentamiento original de la población se localizara en "una planicie formada entre dos meandros" ese lugar debido a un escurrimiento dificulta la expansión e integración, ya que se requiere de inversiones importantes en vialidad e infraestructura. Dentro de las barreras artificiales señalan las siguientes: 1) la carretera Panamericana que atraviesa la localidad en su parte norte ya que se ha expandido las colonias populares y asentamientos irregulares, 2) la vía de ferrocarril que actúa como barrera urbana dificultando la integración vial del sector noreste con las áreas centrales y 3) los canales de riego. Para San Mateo y El Espinal no se cuenta con un informe de reservas

territoriales dentro de los planes municipales de desarrollo correspondientes de los 2 núcleos poblacionales

Demografía

De 1970 a 1990 se caracteriza porque la velocidad de los ritmos de crecimiento disminuyen en relación a los años anteriores, la población se incrementa de 30,218 habitantes a 53,666 de los cuales el 49% eran hombres y el restante 51% eran mujeres; para el año 2000 se tiene una población de 78512 siendo el 48% hombres y el 52% mujeres. Del total de la población, el 63% corresponde a la población de 5 años y más que habla lengua indígena. A nivel localidad la población total para el año 2000 era de 64,642 de los cuales el 48% eran hombres y el 52% mujeres. (IX, XI y XII Censos Generales de Población y Vivienda, 1970, 1990 y 2000. INEGI). Para San Mateo y El Espinal no se cuenta con información disponible respecto a este rubro, debido probablemente al incipiente crecimiento durante esas décadas por lo que no existió la necesidad de elaborar dichos estimados. En conjunto con los registros disponibles del SNIM y los Censos Generales de Población y Vivienda del 2005 de INEGI se tiene la siguiente información demográfica (ver tabla IV.65):

Municipio	1980	1990	1995	2000	2005
El Espinal					
Población	7495	7710	7921	7705	8219
Densidad (habitantes/km ²)	90.37	92.97	95.51	92.9	99.11
Tasa de Crecimiento (%)	0.28	0.54	0.55	Sin datos	Sin datos
Juchitán de Zaragoza					
Población	45011	66414	75946	78512	85869
Densidad (habitantes/km ²)	108.55	160.17	183.16	189.34	207.09
Tasa de Crecimiento (%)	3.96	2.71	0.66	Sin datos	Sin datos
San Mateo del Mar					
Población	6848	9498	9522	10657	12667
Densidad (habitantes/km ²)	90.97	126.18	126.5	141.58	168.29
Tasa de Crecimiento (%)	3.32	0.05	2.27	Sin datos	Sin datos

Tabla IV. 65 : Demografía en los núcleos poblacionales afines al sitio de estudio (INEGI, 2005).

Procesos migratorios

Este apartado especifica si el proyecto provocará emigración o inmigración significativa; de ser así, estimar su magnitud y efectos.

En Juchitán, la población nacida en la localidad para el 2000 fue de 74,950 habitantes, con 3,175 personas nacidas fuera de la entidad, lo que indica un índice de inmigración del 4.2%. Respecto a la Emigración, no se tiene datos en específico, no obstante se infiere que se presenta en cantidades similares, desplazándose principalmente hacia la localidad de Oaxaca, capital estatal.

Para Santa María del Mar y El Espinal se tiene proyectado percibir procesos de migración y asentamiento ya que los proyectos eólicos hayan pasado al mediano plazo de operación.

Los datos de migración indican la concentración del movimiento poblacional en el sitio de estudio que se concentra en el Espinal y Juchitán (ver tabla IV.66)

Características de migración	El Espinal		Juchitán de Zaragoza		San Mateo del Mar	
	Personas	% municipal	Personas	% municipal	Personas	% municipal
Población que nació en la entidad	17151	222.59	30237	38.51	620	5.81
Población que nació en otra entidad	221	2.86	622	0.79	10	0.09
Población que nació en otro país	24	0.31	8	0.01	10	0.09
Población que no especifica lugar de nacimiento	177	2.29	173	0.22	2	0.01
Población que reside en la entidad	15208	197.37	26637	33.92	551	5.17
Población que reside en otra entidad	234	3.03	616	0.78	11	0.10
Población que reside en otro país	55	0.71	5	0.00	23	0.21
Población que no especificó lugar de residencia	109	1.41	66	0.08	1	0.00
No migrante municipal	15058	195.43	26401	33.62	528	4.95
Migrante municipal	111	1.44	125	0.15	23	0.21
No especifica migración municipal	39	0.50	111	0.14	0	0.00
Total migrante estatal e internacional	289	3.75	621	0.79	34	0.31
Migrante estatal e internacional en otro entidad	234	3.03	616	0.78	11	0.10

Tabla IV. 66 : Características de migración, (SNIM-INEGI, 2000)

Factores que propician el movimiento migratorio.

De forma general, la región del Istmo de Tehuantepec, está considerada como zonas de microrregiones de pobreza, donde la marginación en Juchitán es predominante en los grupos étnicos. En conclusión, el rezago económico de la zona, es lo que propicia la migración, ya que la gente sale de sus localidades para buscar oportunidades de ingresos económicos favorables para su familia, como resultado de sistemas productivos de baja rentabilidad, como consecuencia de un proceso de deterioro de los recursos naturales locales de los que pueden obtener ganancias para el sostenimiento familiar.

En Juchitán, la población nacida en la localidad para el 2000 fue de 74,950 habitantes, con 3,175 personas nacidas fuera de la entidad, lo que indica un índice de inmigración del 4.2%. Respecto a la Emigración, no se tiene datos en específico, no obstante se infiere que se presenta en cantidades similares, desplazándose principalmente hacia la localidad de Oaxaca, capital estatal.

Para Santa María de Mar y El Espinal se tiene proyectado percibir procesos de migración y asentamiento ya que los proyectos eólicos hayan pasado al mediano plazo de operación generarán recursos para subsistencia, mejora de la calidad de vida, bienestar, iniciativa para la búsqueda de proyecto de inversión y producción en el municipio, ya sea con la ayuda fondos estatales o federales, como en algunos programas de reconversión, mejoramiento e inversión para recuperar la vocación forestal en ejidos y comunidades (CONAFOR, 2008).

Tipos de organizaciones sociales predominantes

Sensibilidad social existente ante los aspectos ambientales

Existen diferentes fuerzas políticas en la región sin embargo todas ellas a través de su presidencias municipales apoyan el desarrollo del corredor eólico en la región, por otro lado existen algunos grupos con poca influencia en el área que se han opuesto al proyecto, sin embargo esto no ha detenido la construcción del parque de la Venta II, ni tampoco de otros los parques que se encuentran en construcción por la venta y la ventosa, por otro lado es importante mencionar que tanto en San Mateo como en Santa María del Mar las decisiones son comunales y la comunidad apoya estos proyectos por el beneficio que les ha traído ya en Santa María de Mar y el Espinal por el pago por la renta

de la tierra para la instalación . No existen agrupaciones ecologistas conocidas que estén en el área sin embargo existen varias agrupaciones que manifiestan su inconformidad, es importante mencionar que no representan en ningún caso el sentir general. Otro de los puntos importantes a mencionar es que a través de las empresas desarrolladoras se ha apoyado en la regularización de la tierras para darle certidumbre a sus actuales propietarios, tales actualizaciones han beneficiado a miles de familias en el Istmo, que podrán vender, rentar o heredar a sus familiares, en ningún caso despojando a las tierras, es importante mencionar que el proyecto cuenta con la anuencia de los lugareños y que es a través de renta, las comunidades han percibido ya por varios años dinero que se ha utilizado en becas, tractores, transporte para llevar mercancía, etc., finalmente se percibe que en general la población esta buscando el desarrollo eólico en la región para poder percibir los beneficios que les traerá en la zona.

Vivienda

Juchitán: El total de viviendas habitadas es de 16,515, de las cuales 16,470 son particulares. El promedio de ocupantes por vivienda es de 4.74, mientras que el promedio de habitantes por cuarto es de 2.02. Los materiales de las viviendas son predominantemente cemento, mármol, ladrillos, tejas, palma, lámina y barro en sus diferentes modalidades, el 13% de las viviendas carecen de drenaje, más de la mitad carecen de agua entubada, 24% de las casas tienen techos de materiales ligeros como lámina, palma o madrea. Aproximadamente el 40% de las viviendas de la ciudad de Juchitán carecen de refrigerador lo cual es de vital importancia si se toma en cuenta las condiciones climáticas de la región. Resulta también importante el grado de hacinamiento, con un 38% en donde no existe privacidad entre los habitantes, ya que se encuentran más de tres personas en los dormitorios.

De acuerdo a los resultados que presento el II Censo de Población y Vivienda en el 2005, en el municipio de San Mateo del mar cuentan con un total de 2,352 viviendas de las cuales 2,344 son particulares.

De acuerdo a los resultados que presento el II Censo de Población y Vivienda en el 2005, en el municipio de El Espinal cuentan con un total de 2,172 viviendas de las cuales 2,115 son particulares. El resto de los datos de interés se condensan en las tablas IV.67 y IV.68.

Región/Distrito/Municipio	Viviendas particulares	Ocupantes
Istmo	139062	560738
Juchitán	83655	338778
El Espinal	2189	8216
Juchitán de Zaragoza	19080	85523
TEHUANTEPEC	55407	221960
San Mateo del Mar	2354	12667

Tabla IV. 67 : Viviendas particulares y ocupantes (INEGI, 2006)

Región/Distrito/Municipio	Clase de Vivienda								
	Total	CASA INDEPENDIENTE	DEPARTAMENTO EN EDIFICIO	VIVIENDA O CUARTO EN VEICINIDAD	VIVIENDA O CUARTO DE AZOTEA	LOCAL NO CONSTRUIDO PARA HABITACIÓN	VIVIENDA MÓVIL	REFUGIO	NO ESPECIFICADA
ISTMO	1 035 788	535 394	341 164	66 756	49 974	28 716	13 784	8 101	9 779
Juchitán	20 947	20 625	172	106	5	38	1	0	322
El Espinal	2 159	2 115	23	18	2	1	0	0	30
Juchitán de Zaragoza	18 788	18 510	149	88	3	37	1	0	292
Tehuantepec	1 014 841	514 769	340 992	66 650	49 969	28 678	13 783	8 101	9 457
San Mateo del Mar	2 346	2 344	1	1	0	0	0	0	8

Tabla IV. 68 : Clases de viviendas (INEGI, 2006)

Urbanización

Juchitán: El municipio recibe los periódicos nacionales, de la región y del estado de Oaxaca, recibe las señales de estaciones de radio de la localidad, los canales de televisión, cuentan también con antenas parabólicas, tienen los servicios de correos, telégrafos, paquetería, cobertura de servicios telefónicos para cada vivienda y servicio de telefonía celular. Respecto a las vías de comunicación, este municipio cuenta con infraestructura de carretera pavimentada, que lo comunica con sus localidades, la Carretera Transmexicana y la Carretera Federal que comunica con las capitales del estado y del país y, además, actualmente está en funcionamiento el ferrocarril.

En San Mateo del Mar los medios de comunicación consisten en la captación de señales de radio y televisión, se cuenta con el servicio de telefonía local, telefonía celular y correos, además de las Vías de Comunicación que consisten en una carretera revestida,

que entronca con la carretera transísmica en el punto denominado Salina Cruz a la carretera costera y la panamericana hacia 40 kilómetros de distancia a Tehuantepec.

En El Espinal los medios de comunicación son radiodifusoras de la región y las señales de los canales de televisión, recibe los periódicos nacionales y locales cuenta con telégrafos, correos y teléfono, en cuanto a las vías de comunicación, el municipio tiene acceso por vía terrestre a través de la carretera troncal que va de Juchitán- Ixtepec.

Salud y seguridad social

Sistema y cobertura de la seguridad social

Las familias beneficiadas de los sistemas de salud asciende a 25565 familias en el distrito de Juchitán, misma cifra que la totalidad de las familias en todo el distrito de Tehuantepec (25049).EL municipio que beneficia a la mayor cantidad de familias de la región Istmo es Juchitán (4370) y el que menos El Espinal. Esto es evidencia de la concentración de los servicios y recursos de salud por lo que debe haber gente del Espinal que recibe su derechohabencia en Juchitán. En el caso de San mateo del Mar existe más beneficiados (1983) que en Juchitán pero probable que ocurra el caso que se menciona anteriormente. (ver tabla IV.69)

Región/Distrito/Municipio	Familias beneficiadas
Istmo	50614
Juchitán	25565
El Espinal	787
Juchitán de Zaragoza	4370
Tehuantepec	25049
San Mateo del Mar	1983

Tabla IV. 69 : Familias beneficiadas por el sector salud (INEGI, 2006)

Juchitán: Para el 2000, la población derechohabiente a servicios de salud era de 22,589 habitantes, donde 12,181 tenían servicio del IMSS, mientras que 8,277 eran atendidos por el ISSSTE. En la localidad, se cuenta con, 5 Clínicas del IMSS, 29 Clínicas del IMSS-SOLIDARIDAD, 6 Clínicas del ISSSTE, 1 Sanatorio PEMEX y 29 Centros de Salud, 1 Hospital Civil de S.S.O. (ver tabla IV.70)

REGIÓN/DISTRITO/ Municipio	TOTAL	DERECHOHABIENTE				DERECHOHABIENTE			NO DERECHO- HABIENTE	NO ESPECI- FICADO
		SUB- TOTAL	EN EL IMSS	EN EL ISSSTE	EN PEMEX, SEDENA O SEMAR	SEGURO POPUL- LAR	EN INSTI- TUCIÓN PRIVADA	EN OTRA INSTITU- CIÓN		
Istmo	562155	169433	70429	46004	36170	17213	2112	53	386917	5805
Hombres	273053	81419	34623	21132	17830	7885	1086	32	188749	2885
Mujeres	289102	88014	35806	24872	18340	9328	1026	21	198168	2920
Juchitán	339445	82780	41343	28308	10678	2294	1609	45	253233	3432
Hombres	164958	39840	20410	13016	5267	1024	832	25	123406	1712
Mujeres	174487	42940	20933	15292	5411	1270	777	20	129827	1720
El Espinal	8219	4548	1253	2771	551	17	4	0	3587	84
Hombres	4009	2175	656	1259	274	7	2	0	1795	39
Mujeres	4210	2373	597	1512	277	10	2	0	1792	45
Juchitán Juchitán	85869	24803	12873	9197	2364	548	130	5	59693	1373
Hombres	41826	11930	6340	4256	1159	242	66	3	29205	691
Mujeres	44043	12873	6533	4941	1205	306	64	2	30488	682
Tehuantepec	222710	86653	29086	17696	25492	14919	503	8	133684	2373
Hombres	108095	41579	14213	8116	12563	6861	254	7	65343	1173
Mujeres	114615	45074	14873	9580	12929	8058	249	1	68341	1200
San Mateo del Mar	12667	4029	104	326	84	3502	16	0	8527	111
Hombres	6332	1940	65	150	46	1670	9	0	4346	46
Mujeres	6335	2089	39	176	38	1832	7	0	4181	65

Tabla IV. 70 : Población según condición de derechohabiencia y servicios de salud,(INEGI, 2005)

Características de la morbilidad y la mortalidad y sus posibles causas

Según INEGI (2006) Las causas de mortalidad y morbilidad son originadas por enfermedades endocrinas, metabólicas y del sistema circulatorio, seguidas por enfermedades del periodo perinatal. Existe en las causas de estos padecimientos, tanto componentes genético, como crónico degenerativos, siendo las principales causas de morbilidad y mortalidad, es probable que campañas más intensas de prevención podrían disminuir estas estadísticas (ver tabla IV.71 abajo).

Causa de muerte	Total	Seguridad social				Asistencia social	
		IMSS	ISSSTE	PEMEX	SM	IMSS-OPORTUNIDADES	SSO
Total	2708	519	176	78	19	906	1010
Enfermedades del sistema Circulatorio	543	110	52	16	3	201	161
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	347	85	29	42	1	118	72
Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal	347	55	11	1	0	73	207
Enfermedades del sistema Digestivo	276	71	18	4	2	95	86
Tumores (neoplasias)	249	65	29	8	4	63	80
Enfermedades del sistema Respiratorio	231	34	19	0	7	98	73
Ciertas enfermedades Infecciosas y parasitarias	161	20	0	0	1	39	101
Causas externas de Morbilidad y mortalidad	127	25	0	1	0	28	73
Enfermedades del Sistema genitourinario	104	18	6	4	0	34	42
Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	82	19	0	0	1	22	40
Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de Laboratorio, no clasificados en otra parte	71	0	6	0	0	45	20
Trastornos mentales y del comportamiento	64	1	0	0	0	60	3
Enfermedades del sistema Nervioso	49	7	3	0	0	10	29
Embarazo, parto y puerperio	20	1	0	0	0	10	9
Enfermedades de la sangre y de los órganos hematopoyéticos, y ciertos trastornos que afectan el mecanismo de la inmunidad	15	3	0	0	0	6	6
Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo	14	5	3	0	0	2	4
Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	8	0	0	2	0	2	4
Enfermedades del ojo y sus anexos	0	0	0	0	0	0	0
Enfermedades del oído y de la apófisis mastoides	0	0	0	0	0	0	0

Tabla IV. 71 : Causas de morbilidad y mortalidad

Fecundidad y mortalidad.

La fecundidad se refiere al número de nacimientos que tiene una mujer en un periodo determinado y está determinado por factores demográficos, económicos, sociales y culturales. Considerando a la población femenina de 12 años y más, que es un total de 29,667 de acuerdo a datos del Censo 2000, se estima que ocurrieron 74,777 nacimientos, teniendo en promedio 2.52 hijos por mujer. Con una tasa global de fecundidad de la población de 12 a 49 años de 2.5 hijos, las tasas mas altas se presentaron en madres con edades de 20 a 20 años. En lo que se refiere a mortalidad encontramos que según datos del Censo 2000, se estimó en 4.9 defunciones por cada mil habitantes, para ese mismo año la tasa 55 de mortalidad infantil fue de 24.1 defunciones de menores de un año por cada 1000 nacidos vivos. Los mayores porcentajes de hijos fallecidos se comienzan a marcar a partir de los 45 años de edad de la mujer.

Educación

Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela; promedio de escolaridad; población con el mínimo educativo; índice de analfabetismo.

Juchitán: Para Juchitán, el grado promedio de escolaridad es de 6.26 años. La población de 18 años o más con instrucción media superior es de 11,516 habitantes, mientras que de esta misma edad con instrucción superior esta en el orden de los 4,528 habitantes, en las localidades de mayor concentración de población se observa los mayores grados de escolaridad, es así que en Juchitán se tiene el 6.6 grado y en la Venta 5.8, por otro lado en localidades menores de 50 habitantes como lo es Rancho Nemesio y La Liebre no tiene ni un grado de escolaridad aprobado. La localidad cuenta además con: 16 Jardines de Niños, 49 Primarias, 6 Telesecundarias, 7 Secundarias, 17 Centros de Capacitación, 3 Medio superior, 1 Instituto Tecnológico del Istmo y 1 Escuela normal superior del istmo.,

Datos del Censo 2000 arrojan que en el municipio , el 21% de la población de 15 años y más es analfabeta, cifra inferior al promedio estatal que es del 22%. Del total de analfabetas en el municipio le 66% son mujeres y el restante 34% son hombres, lo cual refleja el poco acceso a la educación de manera formal e institucional de las mujeres. Según el tamaño de localidad los mayores porcentajes de analfabetismo se presentan en localidades menores de 500 habitantes donde más del 48% no sabe leer ni escribir, estas

localidades en su mayoría son indígenas y están marginadas, por lo que no tienen acceso a los servicios básicos.

Aspectos culturales y estéticos

Grupos Étnicos.

Juchitán: El grupo étnico existente es el zapoteco. Por su parte, la lengua indígena es hablada por 69,243 habitantes de 5 años y más. La agencia municipal de Santa María de Mar es poblada por los huaves.

En el Espinal De acuerdo a los resultados que presento el II Censo de Población y Vivienda en el 2005, en el municipio habitan un total de 3,120 personas que hablan alguna lengua indígena.

En San Mateo del Mar, De acuerdo a los resultados que presento el II Censo de Población y Vivienda en el 2005, en el municipio habitan un total de 10 personas que hablan alguna lengua indígena. Esta área es habitada por los huaves cuya lengua es similar al zapoteco

Localización y caracterización de recursos y actividades culturales y religiosas identificados en el sitio donde se ubicará el proyecto

Los zapotecos se concentran en mayor densidad tanto en Juchitán como en Tehuantepec, dentro del distrito de Juchitán existen 22 municipios con población zapoteca, mientras que Tehuantepec cuenta con población indígena en 19 municipios. A nivel municipal. Juchitán cuenta con una población indígena de 69, 243 lo que representa el 88% del total de la población, en donde los hombres representan el 48% y las mujeres el resto del 52%. Dentro del municipio existen 21 localidades indígenas. En lo que se refiere a la actividad económica, la Población Económicamente Activa es de 25015, de los cuales el 98% esta Ocupada distribuida de la siguiente manera: en el primer sector se encuentra el 14%, en el segundo sector el 32% y un 54% en el tercer sector.

De esa Población Económicamente Activa, el 11% no recibe ningún ingreso, el 23% recibe menos de 1 salario mínimo, 37% gana entre 1 a 2 salarios mínimos y el 29% percibe más de 2 salarios mínimos.

Valor del paisaje en el sitio del proyecto

Paisaje.

Para analizar las constantes paisajísticas de la región de estudio y sus áreas de influencia, se usará como referencia el área correspondiente a los municipios de Juchitán, San Mateo y El Espinal. Se tomarán en cuenta el conjunto de datos físicos-bióticos analizados, para evaluarlos desde una perspectiva integral de su Calidad Paisajística y su Fragilidad.

Calidad paisajística.

Juchitán

Lo correspondiente a la zona urbana forma parte de un conjunto de áreas desmontadas en un 80 % debido al crecimiento e la mancha urbana. Solo algunos manchones de vegetación quedan como vestigio de cómo eran las extensiones originales de Bosque espinoso que dominaban el paisaje. La parte de la agencia municipal de Santa Maria muestra un nivel de perturbación moderada, con dominancia de Vegetación Halófitas, seguido de relictos de Bosques espinoso y Manglar. El nivel de conservación biótica y paisajística es satisfactoria por lo que la zona de la barra puede aún puede ser un proveedor de servicios ambientales (protección de erosión zona de anidación de tortugas, zonas de protección y cría de pesquerías comerciales, áreas de captura de carbono).

El Espinal

Estas extensiones municipales se encuentran desprovistas de vegetación en un 75% dando un paisaje poco amigable e agresivo por la falta de efectos de microclima por presencia de especies arbóreas de gran talla y ancho de copa. Lo más conservado de vegetación se ubica al noroeste y se compone de árboles de no más de 7 metro con gran densidad y ramificación que hace difícil su acceso.

San Mateo del Mar

La localidad de San Mateo del Mar tiene partes desmontadas con poco atractivo visual donde solo predominan los pastos y algunas cactáceas columnares. En este trechos se conservan algunos manchones de Manglar que deberán ser protegidos para asegurar la provisión de servicios ambientales. La formación de algunos encharcamientos temporales dan un entorno agradable a la vista. El uso ganadero deja áreas desprovistas de

vegetación que en época de secas tienen poca singularidad y son una alteración al microclima del sitio.

El área presenta un paisaje conservado de gran impacto visual por la aglomeración de aves en época de migración lo que le da un alto grado de singularidad interés se pueden

Visibilidad.

Para inferir el estado visual de los elementos naturales ajenos a la influencia antropogénica se observó el paisaje y se analizaron las condiciones de vegetación (fragmentación, cobertura visual y geoformas) en San Mateo, Juchitán y El Espinal.

El Espinal

El Espinal está ubicado en una topografía plana con buena perspectiva hacia el norte de la Sierra de la Ventosa aunque la visibilidad suele disminuir al 50 % por sistemas nubosos. Hacia el oeste no es posible tener una visibilidad del océano por falta de elevación suficiente para tener perspectiva del mar. En el Espinal gran parte de las tierras están parceladas y desprovistas de vegetación en un 80%, aunque los cercos vivos y algunas eminencias arbóreas (*Enterolobium cyclocarpum*), dan una perspectiva agradable en algunas partes donde existan árboles de porte cercano a los 20 m de alto y copas anchas que den sombra. Donde se presenta la falta de árboles se percibe un paisaje agresivo e inhóspito, sin contar la alteración a la sensación térmica por no tener áreas sombreadas cercanas que formen microclimas. En general la visibilidad es limitada en este municipio, con una mala capacidad de apreciación de las generalidades del área y la deforestación a hecho el sitio a hecho a esta región un lugar con poco atractivo escénico.

San Mateo del Mar

Este sitio tiene una perspectiva agradable hacia Océano Pacífico y la Laguna Inferior, El oleaje y la brisa marina entrante es muy atractiva a la vista, así como la barra en toda su extensión, incluyendo el matiz de colores que da el océano con las dunas. La visibilidad puede disminuir significativamente haciendo difícil la observación de la Sierra de la Ventosa y otros accidentes geográficos. El paisaje del Bosque espinoso y La vegetación Halófitas puede no ser muy atractivo, a excepción de la época de lluvias donde el contraste del verdor es agradable a la vista con las dunas de arena. El Manglar visualmente no tiene gran atractivo visual por considerarse un lugar de proliferación de mosquitos, sin

embargo el valor ecológico, económico y estratégico es invaluable por la protección que provee el manglar de los ciclones, a la plataforma continental, a las playas, controlando erosión y promoviéndole desarrollo de especies comerciales de pescados y mariscos, que sostienen el modo de vida de las etnias locales. A grandes rasgos El municipio de San Mateo del Mar tiene buen potencial visual para emprender proyectos productivos que aprovechen el atractivo visual en pro de la mejora de la calidad de vida de los pobladores.

Juchitán

Es fundamental señalar que dentro del municipio de Juchitán el área de interés corresponde a la agencia municipal de Santa María del Mar cuya ubicación se encuentra retirada del área, relegada a la barra donde se encuentra San Mateo del mar varios kilómetros antes circulando por el único camino que queda inutilizable en época de lluvias. El municipio de Juchitán en su cabecera municipal esta conformado por una zona urbana rodeada de campos de cultivo y agostaderos. Existen algunos parches de vegetación remanente pertenecientes al Bosque Espinoso. Estas islas de vegetación aisladas tienen algo de valor visual por sus matices cromáticos por sus hábitos caducifolios. La agencia municipal de Santa María del Mar cuenta contrario a su restante extensión continental una gran belleza escénica, con áreas desprovistas de vegetación y fragmentos de Bosque espinoso y Manglar. La Vegetación Halófitas se representa abundantemente, aunque el impacto visual para actividades turísticas no es considerado como sitios agradables por asemejar lugares donde no se puede transitar debido a estas plantas de naturaleza herbácea que da la apariencia de dar resguardo a serpientes y otros organismos venenosos. teniendo como marco visual el Océano Pacífico, la Laguna Inferior y los lomeríos pertenecientes a San Dionisio del Mar dando un paisaje marítimo salpicado por montañas. En conclusión Santa María del Mar tiene atractivos para detonar un desarrollo sustentable y armonía con las iniciativas de generación de energía eólica.

Topográficamente, la zona de estudio se localiza en el Istmo de Tehuantepec por lo cual la topografía dominante es plana salvo algunos lomeríos cercanos a San Mateo del Mar. En las localidades de San Mateo del Mar, El Espinal y Juchitán (municipio) teniendo por ello una visibilidad topográfica de un 95%. hacia la Sierra de la Ventosa y serranías contiguas,

A diferencia de la visibilidad topográfica, es importante el mencionar que la visibilidad climática (por así llamarle), puede llegar a ser hasta de un 40%. Como visibilidad climática, se entiende a la capacidad visual del paisaje con presencia de humedad atmosférica o niebla; la primera de ellas es alta y muy constante a lo largo del año, pudiendo llegar a presentarse hasta en grados de un 80 a 90%, bloqueando casi de forma total la capacidad de penetrar de forma visual en el paisaje de la zona. El factor de visibilidad puede variar dependiendo si se aprecia desde el área continental (El Espinal ó cabecera municipal de Juchitán) o desde las barras (San Mateo ó Santa María del Mar) donde la perspectiva hacia tierra adentro puede disminuir por la saturación de episodios de baja presión provenientes del Océano Pacífico chocando con las serranías mas cercanas formando barreras visuales.

Fragilidad

Para entender a la fragilidad se debe se deben vincular con los niveles de estabilidad ambiental que detectan factores como: Las potencialidades de los usos del suelo en áreas poco perturbadas, que constutuye un proceso de planificación tendiente al uso sostenible del territorio. Las áreas críticas con tendencias a atraer recursos de áreas marginales y/o distantes. Las concentraciones de población con requerimientos mínimos de recursos y la demanda de recursos de los sistemas productivos y los impactos al medio natural por efecto de su actividad.

En un marco general se considera que el sur del país resaltan por tener áreas estables y muy estables en Guerrero, Oaxaca y Chiapas. En estos estados el paisaje predominante es montañoso y se esperaría que las causas de deterioro natural y antrópica incidieran de manera importante sobre el estado de los recursos naturales, pero esto no es evidente.

Como complemento del análisis de los niveles de estabilidad ambiental, se construyó una imagen de fragilidad natural del territorio nacional por parte de SEMARNAT . La fragilidad es la susceptibilidad que tienen los ecosistemas naturales para enfrentar agentes externos de presión, tanto naturales como humanos, basada en su capacidad de autorregeneración. Al conocer la calidad ecológica de los recursos naturales y la fragilidad del territorio, se pueden tomar decisiones para direccionar el desarrollo regional de las áreas que sean de interes. Para poder inferir un estado de fragilidad es necesario contemplar los siguientes criterios para su evaluación, ver Tabla IV.72.

Criterios para establecer el nivel de fragilidad
Estado de la vegetación
Áreas de erosión severa
Calidad de aguas superficiales
Escurrimientos
Inestabilidad del relieve
Estructura y capacidad de regeneración de la vegetación
Susceptibilidad de cambio de los suelos
Pendientes
Erodabilidad (susceptibilidad a la erosión)

Tabla IV. 72 : Criterios para establecer el nivel de fragilidad en la zona de estudio

De esta manera, se tomó en cuenta, no sólo la presión socioproductiva que se ejerce sobre el ecosistema, sino también su propia capacidad para soportar esa presión y autorregenerarse. A continuación se presenta el mapa de fragilidad de la República Mexicana (Figura. IV.91)



Figura IV. 90 : Niveles de fragilidad sobre el territorio (INE-SEMARNAP, 2000)

Aplicación de los criterios para la fragilidad

Estado de la vegetación

Nuestro SAR quedo integrado por un complejo de vegetación de afinidad tropical seca de estratos que van del herbáceo (VH y VAS), arbustivo-arbóreo (BE) a arbóreo (BTC, Palmar y Manglar). Dependiendo de la presencia o ausencia de actividades antropogénicas es posible dictaminar el estado de conservación, en cuyo caso es de una extensión en su mayoría degradada (por las cercanía de los centros poblacionales cuyo tamaño poblacional genera consumo de recursos de las zonas aledañas) para fines de agricultura deficiente por las condiciones edáficas y ganadería.

Áreas de erosión severa

La erosión se asocia frecuentemente con condiciones de pendiente o carencia de vegetación y vientos. Prácticamente todo el Istmo de Tehuantepec es una zona plana que no cuenta con condiciones de pérdida de suelo que puedan agravarse por las pendientes. En todo caso los agentes de erosión ocurren por llevar a cabo un cambio de uso de suelo, esta temporalidad en la transición de un área forestal a una de pastizal causa por la acción de la lluvia un desplazamiento de los horizontes superficiales. Así como la materia orgánica.

Escurrecimientos

La tendencia de movimientos de las aguas superficiales van encaminados por medio del Río Perros, Río Verde y Río Tehuantepec hacia la Laguna Superior. Para los poblados de San Mateo de Mar, Santa María del Mar la laguna de Quirio se encuentra bajo la influencia de su territorio y una zona de esta laguna le pertenece al Municipio de San Mateo del Mar y otra a la agencia Municipal Santa María del Mar. Los escurrimiento que se dan dentro de SAR tienden a dirigirse hacia la Laguna Superior y de ahí una vez abierta la boca barra hacia el océano.

Inestabilidad del relieve

La planicie de la cual forma parte el sistema ambiental regional y zonas anexas caracterizan de modo homogéneo una estabilidad topográfica, que hacen el sitio atractivo al sector agropecuario e industrial para la manufactura y transformación de materias primas para satisfacer las necesidades de las poblaciones urbanas aledañas.

Estructura y capacidad de regeneración de la vegetación

La estructura forestal esta compuesta de árboles no muy altos, ramificados y torcidos no aptos para la fabricación de muebles pero si para postería y leña para cocinar. El agotamiento de los agostaderos hace vulnerable a las zonas provistas de cobertura vegetal de ser desmontadas, quemadas y sembradas de pastos para ganado con fines comerciales y de autoconsumo. La capacidad de regeneración de estos sitios es relativo a ser objeto de presión de pastoreo, por las condiciones inherentes que pasan en estas actividades (pisoteo, compactación de suelo, pérdida de materia orgánica, consumo de la regeneracion natural de especies arbóreas).

Susceptibilidad de cambio de uso de suelo

Lo plano de la topografía del sistema ambiental es atractivo para emprender actividades socioeconómicas diversas por desconocimiento de la importancia económica de los ecosistemas forestales por si mismos, debido a los servicios ambientales que estas selvas proveen. La vulnerabilidad es alta para que la vegetación se cambiada dada la falta de planeación por parte de los gobiernos y la necesidades de obtener recursos por parte de los pobladores de los terrenos que tiene bajo su propiedad. Esto ha llevado a que paulatinamente se de el cambio de uso de suelo por los propietarios de los terrenos de manera manual.

Pendientes

La carencia de pendientes le da una extensión para poder emplazar el suministro de bienes y servicios que se requiera para poder cumplir con las demandas de productos para mantener el bienestar en las zonas urbanas que estan integrando la región.

Erodabilidad

La ausencia de accidentes geográficos en el Istmo de Tehuantepec disminuye la probabilidad de padecer eventos de intensa erosión.

Conclusión sobre Fragilidad

En base a lo anterior se establece la que en la Agencia municipal de Santa María del Mar tiene un nivel medio de fragilidad por la falta de pendientes que provoquen pérdida de

suelos, pero la condición plana lo hace atractivo para la ganadería extensiva y agricultura poniendo en peligro la vegetación y todas las interacciones que tenga con la fauna, habiendo fragmentando corredores biológicos, aislando poblaciones de flora y fauna.

San Mateo del Mar cuenta con una fragilidad alta por la falta de pendientes, pero se agravan las condiciones por la expansión de la mancha demográfica del sitio que ha llevado a la invasión de zonas de lagunas intermitentes alterando los flujos hidrológicos. El crecimiento desordenado esta llevando a la necesidad de satisfactores económicos, que llevan a la introducción de ganado en zonas muy impactadas por incendios para la emergencia de pastos para alimentar a vacas, ovejas, cabras y caballos, estableciendo un daño intenso y frecuente que no permite la recuperación de la vegetación.

El Espinal esta bajo una clara situación de alta fragilidad por lo extenso de las actividades de cambio de uso de suelo, así como la intensidad con la que se han hecho estas actividades, impidiendo procesos de sucesión vegetal para que haya establecimiento de dinámicas de transición hacia la cobertura de árboles que aporten mas protección a suelos, infiltración de agua y refugio a la fauna.

Aspectos económicos

Pesca

Principales actividades productivas.

Pesca en los 3 municipios (influencia del sistema lagunar huave)

Esta actividad se desempeña en la zona Lagunar por la influencia que ejerce en la zona continental de los municipios de Juchitan, San Mateo del Mar y Santa María del Mar. Las especies de más importancia y presencia en el Sistema son: La Berrugata o Yolo (*Micropogonias ectenes*), La Lisa (*Mugil cephalus*), La Curvina (*Cynoscion phoxocephalus*), El Mapache (*Lutjanus aratus*), El Pargo rojo o colorado (*Lutjanus colorado*) y El Robalo negro (*Centropomus nigrescens*). Aunque existe una gran variedad de especies ícticas (ver anexo del primer informe), la pesca se orienta sobre tres especies principales: Berrugata o Yolo (*M. ectenes*), Lisa (*M. cephalus*) y Curvina (*C. phoxocephalus*) ver Tabla IV.73. En toda la zona lagunar interactúan en las actividades de captura pesquera siete Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera (SCPP) que realizan sus actividades dentro del Sistema Lagunar Huave. Entre las especies más capturadas está la berrugata que se captura durante los meses de junio, noviembre y en los meses de marzo y abril. Otra de las especies más frecuente en las redes es la Lisa que se presenta en los meses de junio, septiembre, enero y febrero, La tercera más frecuente es la Curvina en los meses de abril a junio.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Yolo	<i>Micropogonias ectenes</i>	Sciaenidae
Curvina	<i>Cynoscion phoxocephalus</i>	Sciaenidae
Frijol o Porote	<i>Anisotremus pacifici</i>	Haemulidae
Mapache	<i>Lutjanus aratus</i>	Lutjanidae
Sapo	<i>Batrachiodes boulengeri</i>	Batrachoididae
Sierra	<i>Scomberomorus maculatus</i>	Scombridae
Mojarra plateada	<i>Eucinostomus argenteus</i>	Gerreidae
Zapatero	<i>Chaetodipterus zonatus</i>	Ephippidae
Robalito	<i>Centropomus robalito</i>	Centropomidae
Pelona	<i>Oligoplites altus</i>	Carangidae
Pargo rojo	<i>Lutjanus colorado</i>	Lutjanidae
Lisa cabezona	<i>Mugil cephalus</i>	Mugilidae
Banderilla	<i>Gnathanodon speciosus</i>	Carangidae
Pargo cola amarilla	<i>Lutjanus argentiventris</i>	Lutjanidae
Robalo negro	<i>Centropomus nigrescens</i>	Centropomidae
Pargo raicero o rayado	<i>Hoplopagrus guntheri</i>	Lutjanidae
Chopa	<i>Kyphosus analogus</i>	Kyphosidae
Mojarra rayada	<i>Gerres cinereus</i>	Gerreidae
Mojarra blanca	<i>Eucinostomus currani</i>	Gerreidae
Besugo	<i>Pomadasys branickii</i>	Haemulidae
Mojaron ronco	<i>Anisotremus interruptus</i>	Haemulidae
Macabil	<i>Elops affinis</i>	Elopidae
Chavelita	<i>Hemicaranx zelotes</i>	Carangidae
Jurel	<i>Caranx caninus</i>	Carangidae
Pargo mulato	<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	Lutjanidae
Bagre moreno	<i>Selenaspis dowii</i>	Ariidae
Cherna o cabrilla de cuero	<i>Lobotes pacificus</i>	Lobotidae
Robalo	<i>Centropomus medius</i>	Centropomidae
Lisa blanca	<i>Mugil curema</i>	Mugilidae
Curvina Escamuda	<i>Cynoscion stolzmanni</i>	Sciaenidae
Andafia	<i>Mugil hospes</i>	Mugilidae

Tabla IV. 73 : Especies capturadas en el Sistema Lagunar Huave

Se tomaron como base única y exclusivamente los beneficios económicos directos, obtenidos de la comercialización de la producción de Escama y Camarón, sin incluir las utilidades provenientes de otros productos como son Jaiba, Caracol, Conchas, así como beneficios económicos indirectos, generados por la sustitución en consumo de gas y productos cárnicos (res, pollo, puerco, entre otros).

En el caso de la escama, el precio de venta promedio para el 2006 (según los avisos de arribo, de las SCPP) se estimó en \$ 16.³⁰ y el valor de su producción fue de \$1'776 244.⁰⁰ (un millón setecientos setenta y seis mil doscientos cuarenta y cuatro pesos ⁰⁰/₁₀₀

M. N.), siendo inverso con las tendencias que presentaba anteriormente, ya que para los años 2002 y 2004 en que se presentan capturas inferiores, los valores económicos de la producción de escama fueron superiores.

Pesca de camarón del sistema lagunar y tendencias de disminución

El camarón es la principal especie capturada por las organizaciones cooperativas del Sistema Lagunar Huave, debido al valor comercial del producto. A partir del 2003 se observa una disminución continua en el volumen de las capturas del crustáceo. Mientras que, a partir de 2003 la captura total de escama tuvo un incremento, sin llegar al valor de captura obtenido durante 2001, aún cuando en 2006, la producción de escama fue superior en volumen a la de camarón.

Explotación de recursos pesqueros dentro del sistema lagunar huave

Actualmente existen siete Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera (SCPP) que realizan sus actividades dentro del Sistema Lagunar Huave, tres están ubicadas en las comunidades de San Dionisio del Mar y Guamúchil, agrupando al 80 % de los pescadores y de la flota pesquera menor (Lanchas). Los mayores volúmenes de Berrugata se capturan en los meses de junio, noviembre y en los meses de marzo y abril, en el caso de la Lisa es en los meses de junio, septiembre, enero y febrero, con la Curvina es en los meses de abril a junio, el Mapache en los meses de junio-julio, octubre y mayo, el Pargo colorado en los meses de septiembre, diciembre y enero y por último el Robalo en septiembre-octubre y de diciembre a enero (UMAR, 2009). A continuación se presenta el listado de especies capturadas con fines comerciales en el Sistema Lagunar, ver Tabla IV.74.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Yolo	<i>Micropogonias ectenes</i>	Sciaenidae
Curvina	<i>Cynoscion phoxocephalus</i>	Sciaenidae
Frijol o Porote	<i>Anisotremus pacifici</i>	Haemulidae

Mapache	<i>Lutjanus aratus</i>	Lutjanidae
Sapo	<i>Batrachiodes boulengeri</i>	Batrachoididae
Sierra	<i>Scomberomorus maculatus</i>	Scombridae
Mojarra plateada	<i>Eucinostomus argenteus</i>	Gerreidae
Zapatero	<i>Chaetodipterus zonatus</i>	Ephippidae
Robalito	<i>Centropomus robalito</i>	Centropomidae
Pelona	<i>Oligoplites altus</i>	Carangidae
Pargo rojo	<i>Lutjanus colorado</i>	Lutjanidae
Lisa cabazona	<i>Mugil cephalus</i>	Mugilidae
Banderilla	<i>Gnathanodon speciosus</i>	Carangidae
Pargo cola amarilla	<i>Lutjanus argentiventris</i>	Lutjanidae
Robalo negro	<i>Centropomus nigrescens</i>	Centropomidae
Pargo raicero o rayado	<i>Hoplopagrus guntheri</i>	Lutjanidae
Chopa	<i>Kyphosus analogus</i>	Kyphosidae
Mojarra rayada	<i>Gerres cinereus</i>	Gerreidae
Mojarra blanca	<i>Eucinostomus currani</i>	Gerreidae
Besugo	<i>Pomadasys branickii</i>	Haemulidae
Mojaron ronco	<i>Anisotremus interruptus</i>	Haemulidae
Macabil	<i>Elops affinis</i>	Elopidae
Chavelita	<i>Hemicaranx zelotes</i>	Carangidae
Jurel	<i>Caranx caninus</i>	Carangidae

Pargo mulato	<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	Lutjanidae
Bagre moreno	<i>Selenaspis dowii</i>	Ariidae
Cherna o cabrilla de cuero	<i>Lobotes pacificus</i>	Lobotidae
Robalo	<i>Centropomus medius</i>	Centropomidae
Lisa blanca	<i>Mugil curema</i>	Mugilidae
Curvina Escamuda	<i>Cynoscion stolzmanni</i>	Sciaenidae
Andafia	<i>Mugil hospe</i>	Mugilidae

Tabla IV. 74 : Especies capturadas con fines comerciales en el Sistema Lagunar Huave

Análisis histórico de la producción pesquera de escama

La especies de más importancia y presencia en el Sistema son: La Berrugata o Yolo (*Micropogonias ectenes*), La Lisa (*Mugil cephalus*), La Curvina (*Cynoscion phoxocephalus*), El Mapache (*Lutjanus aratus*), El Pargo rojo o colorado (*Lutjanus colorado*) y El Robalo negro (*Centropomus nigrescens*). Aunque existe una gran variedad de especies ícticas (ver anexo del primer informe), la pesca se orienta sobre tres especies principales: Berrugata o Yolo (*M. ectenes*), Lisa (*M. cephalus*) y Curvina (*C. phoxocephalus*). De las siete Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera (SCPP) que realizan sus actividades dentro del Sistema Lagunar Huave, tres están ubicadas en las comunidades de San Dionisio del Mar y Guamúchil, agrupando al 80 % de los pescadores y de la flota pesquera menor (Lanchas). Los mayores volúmenes de Berrugata se capturan en los meses de junio, noviembre y en los meses de marzo y abril, en el caso de la Lisa es en los meses de junio, septiembre, enero y febrero, con la Curvina es en los meses de abril a junio, el Mapache en los meses de junio-julio, octubre y mayo, el Pargo colorado en los meses de septiembre, diciembre y enero y por último el Robalo en septiembre-octubre y de diciembre a enero (UMAR, 2009).

Composición de las capturas ribereñas de la cooperativas pesqueras en el sistema lagunar huave

Se han llevado a cabo algunos muestreos (UMAR, 2009) de las capturas de la pesca de escama en las localidades de San Mateo del Mar, Santa María del Mar, San Dionisio del Mar y Huamúchil por las SCPP (en febrero, marzo, abril, agosto, septiembre y octubre del 2007), se reconoció un total de hasta 40 especies de peces, de las cuales, las más importantes por su volumen de captura fueron: La Lisa (*M. cephalus*) que representó el 55 % de la biomasa, seguida por el Yolo (*M. altipinnis*) con el 21.4 %, la Mojarra blanca (*Gerres cinereus*, 3.4 %), La Roma (*Mugil curema*, 3.3 %), El Mapache (*Pomadasys macracanthus*, 2.7 %), La Curvina (*C. phoxocephalus*, 2.6 %), La Banderilla (*Gnathodon speciosus*, 1.8 %), El Tacazonte (*Sciaedes dowii*, 1.5 %) y El Pargo prieto (*L. novemfasciatus*, 1.1 %). Especies que representaron el 93 % de la captura total. Las otras 31 especies, tuvieron un porcentaje individual de captura menor al 1 % y un porcentaje conjunto del 7 %.

La composición de la captura de escama comercializada en el periodo de junio del 2000 a abril del 2007 suele caer en una categoría denominada "menudo" que se refiere a todos los organismos de talla pequeña o de escaso valor comercial, por lo que su composición exacta se desconoce. El "menudo" representó el 27.8 % del total de capturas, seguido por la Curvina (18 %), el Yolo (16.5 %), la Lisa (15.3 %), Liseta (6.3 %), Robalo (3.7 %), Pargo (2.7 %), mojarra (2.5 %), Bagre de género *Ariidae* (1.7 %), Escamuda (*Cynoscion* sp., 1.7 %), Roma (*Mugil curema*, 0.8 %), así como otras 13 especies que en conjunto representan alrededor del 3 % del volumen total (Macabil, *Elops affinis*; Roncador, Mapache *Pomadasys macracanthus*; Tacazonte, *Sciaedes dowii*; Mantarraya; Cazón; Sierra, *Scomberomorus sierra*; Botete, *Sphoeroides annulatus*; Tiburón; Jurel, *Caranx caninus*; Mero y Pihua). La composición de las capturas registrada durante los muestreos efectuados en la zona (San Dionisio, Santa María, Huamúchil y San Mateo) difiere sustancialmente de la composición histórica (comparar *Figura IV.92* y *IV.93*), especialmente en las especies detectadas como más importantes por volumen de captura, ya que aparece en primer lugar la Lisa, que constituyó más de la mitad (55.3 %) de las capturas, seguida por el Yolo (24.9 %), Roma (4.3 %), Mojarra blanca (4 %), Curvina (3 %), Tacazonte (1.4 %), Pargo prieto (1.1 %), Pelona (0.9 %), Banderilla (0.7 %), Trucha/cuijo (0.6 %), Cota (0.5 %), Robalo (0.4 %), Curvina escamuda (0.3 %), Pargo

amarillo (0.3 %), así como otras 23 especies que en conjunto constituyen menos del 2 % de las capturas, La principal diferencia en la composición de especies entre los reportes históricos de las cooperativas y los registros efectuados a través de las recolectas directas, puede deberse a que las SCPP agrupan como "menudo" a todas las especies y organismos de talla pequeña, y a que también agrupan dentro de un solo recurso, o nombre común a más de una especie, como sucede con Pargos y Bagres.

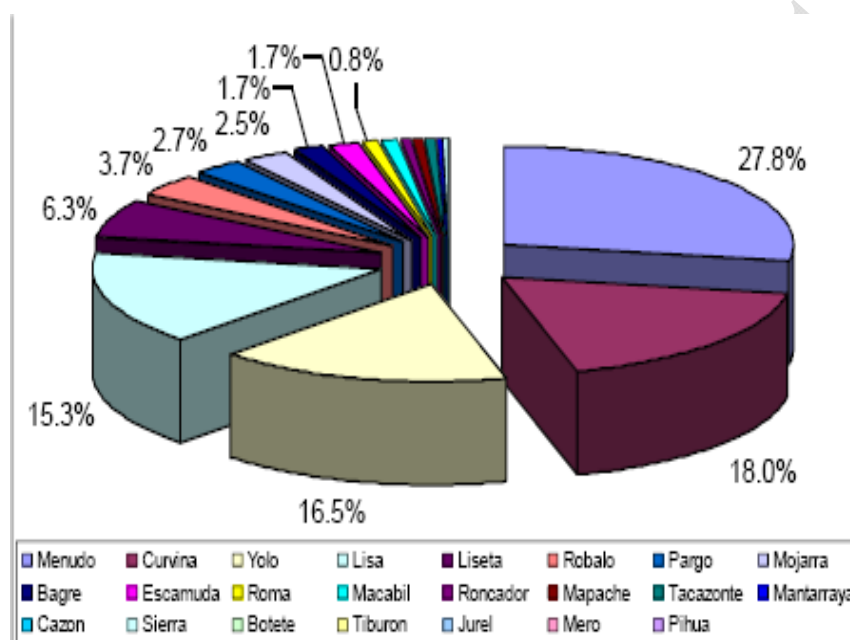


Figura IV. 91 : Relación global de la pesca de escama dentro del Sistema Lagunar Huave.

Captura ribereña de escama dentro del sistema laguna huave

Las capturas se efectúan en la Laguna Oriental, que es un cuerpo de agua aledaño a la Laguna Inferior, cuando el nivel del estero "Los Otates" permite a las embarcaciones pasar de un cuerpo de agua a otro los niveles de capturas fluctúan grandemente en el periodo e interanualmente. El año con el menor volumen de capturas fue 2002, mientras que el año con el mayor nivel de capturas, incluyendo el mes con el máximo histórico, fue 2004. Los máximos históricos se registraron en los meses de febrero del 2001, febrero (máximo histórico) y octubre del 2004, así como noviembre del 2005. El menor nivel de capturas reportado (2002), fue mayo-diciembre, que también es cuando se reporta el mayor porcentaje de capturas en la categoría *menudo*, constituyendo el 100 % de los

reportes de arribo, mientras que en los meses en los que se presentan los mayores volúmenes de capturas, el porcentaje reportado de esta categoría es de nulo (0 %). Esto podría ser indicio de que en estos meses hubo una baja en las capturas, lo que obligó a los pescadores a capturar organismos de tallas menores como medio de supervivencia.

Las capturas estuvieron compuestas por un gran porcentaje de Mojarras (48 %), seguidas por Robalo (*Centropomus sp.*, 23 %), Bagre (14 %), *menudo* (8 %), Lisa (*Mugil sp.*, 4 %), así como otras especies que en conjunto representan menos del 3 % del volumen de capturas (Pargo, *Lutjanus sp.*; Curvina, *Cynoscion sp.*; Liseta y Mapache). A diferencia de la localidad de San Dionisio del Mar, en la cual la categoría *menudo* representó poco más del 30 % del volumen de capturas total, en San Francisco esta categoría solo representó alrededor del 8 % . En la localidad de Huazantlán del Río las actividades pesqueras se efectúan en la zona marina, ya que no se encuentran en una zona de la laguna favorable para la actividad, por ser muy somera y presentar dificultades para el acceso .

La SCPP "Pescadores de Huazantlán", S. de R. L. de C. V. Originaria de Huazantlán del Río. es la agrupación social que lleva acabo el aprovechamiento de los recursos marinos en localidad de Huazantlán del Río y zonas anexas (ver figura IV.93 abajo). Las actividades pesqueras que se efectúan en la zona marina, no se encuentran en una zona de la laguna favorable para la actividad, por ser muy somera y presentar dificultades para el acceso .

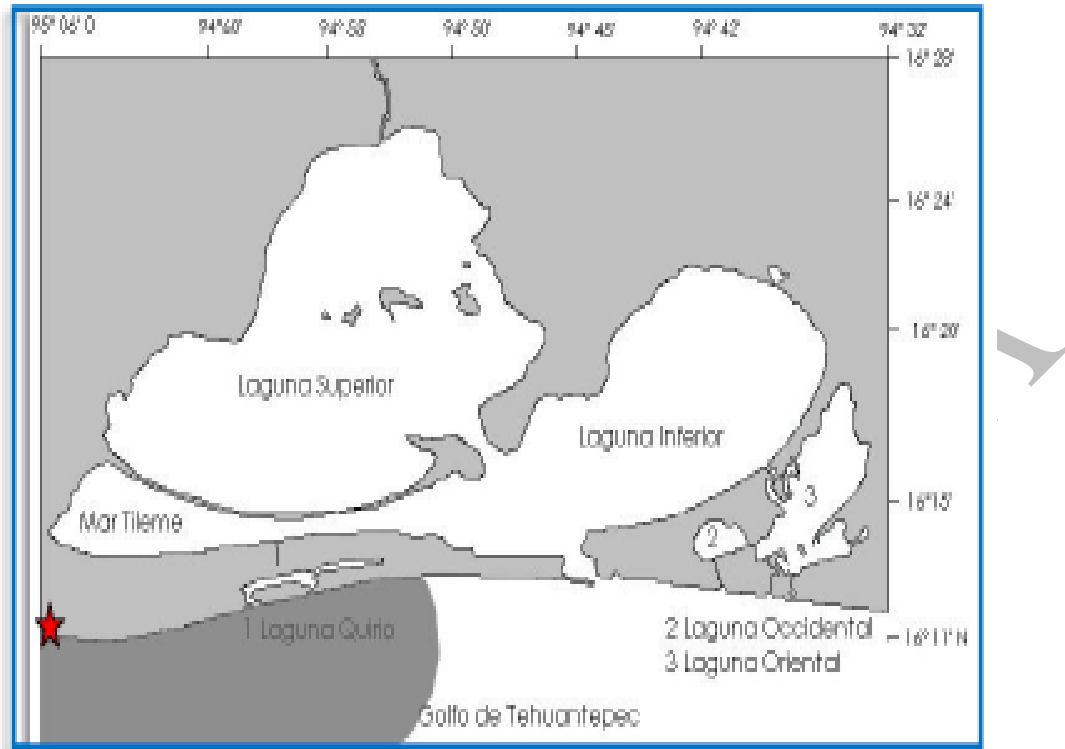


Figura IV. 92 : Huazantlán del Río (estrella) y zona de pesca (porción oscura en la parte inferior izquierda de la imagen; Fuente: avisos de arribo de la Soc. Coop.).

Los registros de captura aunque con algunas deficiencias para su registro iniciaron desde diciembre del 2003 hasta abril del 2007 (*figura IV.94*). El promedio de las capturas en este periodo es de alrededor de 6'300 Kg. Se observa que existe una ligera tendencia creciente en el volumen de capturas, aunque esta tendencia puede estar influida por dos máximos, que ocurren en los meses de julio y octubre del 2005. El mínimo histórico sucedió en los meses de agosto-septiembre del 2004, aunque también se observan bajos niveles de capturas en los meses de febrero y diciembre del mismo año, abril-junio y agosto (2005), enero, agosto y diciembre (2006) y abril del 2007. Se observan claras tendencias decrecientes en las capturas durante el primer semestre de los tres años considerados (2004-2006), si bien no es posible verificarlo en el primer y último año, ya que faltan datos para los meses de mayo y junio del 2004 y abril, junio y julio del 2006. Las caídas en el volumen de capturas totales en los meses de noviembre a enero de cada año podrían estar relacionadas con la temporada de vientos alisios del Norte, denominados localmente como "Nortes", y en la literatura científica como vientos

Tehuano", ya que hacen difícil y peligrosa la operación de embarcaciones menores en la zona marina, si bien se continúan pescando especies vulnerables a redes operadas desde la costa, empleando como ayuda precisamente los vientos del Norte, como sería el caso de los chinchorros playeros tendidos con la ayuda de "papalotes

Caso de los de agrupación de "Pescadores de la Bahía de Guamúchil" S. de R. L. de C. V. Guamúchil

En el caso de la localidad de Guamúchil, aunque se dispone de los registros de captura mensuales desde junio del 2001, existen deficiencias en la información, pues para algunos meses no se tienen datos de la producción y el esfuerzo pesquero El poblado se encuentra a la orilla de la Laguna Inferior (Figura IV.94), que es donde los socios de la cooperativa y pescadores libres efectúan sus operaciones de pesca, ya que es el cuerpo de agua más fácilmente accesible para sus embarcaciones y la que les implica un menor grado de consumo de combustibles para el desplazamiento de las agrupaciones y un ahorro económico.



Figura IV. 93 : Guamúchil (estrella roja) y zona de pesca (área sombreada).

El promedio mensual de capturas fue de alrededor de 11'300 Kg, así como una tendencia interanual positiva, aunque con grandes variaciones en las capturas totales Se aprecia una notable diferencia en las capturas entre la estación lluviosa (junio-octubre) y la

estación seca (noviembre-mayo), lo que podría estar asociado con el nivel de precipitación, ya que el mínimo histórico (alrededor de 2 toneladas) se obtuvo en el mes de septiembre del 2004, calificado por el Monitor de Sequía para América del Norte (CNA, 2007) como anormalmente seco para la región, mientras que uno de los máximos históricos, también en el mes de septiembre, pero de 2005, se reporta en un año considerado como "normal" en el nivel de precipitaciones en la región. Se aprecia claramente que, salvo algunos periodos, la producción en los meses secos, que también corresponden a la temporada de vientos alisios invernales, estuvo por encima de la media, mientras que los meses correspondientes a la estación lluviosa estuvieron por debajo o fluctuaron alrededor del promedio histórico. Las especies que capturan las embarcaciones son especies vulnerables a las redes de enmalle, pelágicas o bénticas. A diferencia de lo que ocurre en Huazantlán, localidad en la que se pesca en aguas marinas, en las capturas no aparecen registros de Tiburon, Cazón y/o Rayas, aunque se sabe que algunas especies están presentes en el interior del Sistema y que se capturan esporádicamente. Las especies de Raya tienen poco o ningún valor económico en esta zona. También se tiene conocimiento de que eventualmente se capturan algunos ejemplares de Botete (*Sphoeroides annulatus*) que son consumidos por los pescadores, pero no se cuenta con registros de los volúmenes de capturas, tal vez debido a que solo se capturan algunos ejemplares eventualmente. En la *figura IV.95* se observa que el mayor porcentaje en peso del volumen total lo constituyen las capturas de Curvina (*Scynoscion* sp., 38 %); seguido de Lisa (*Mugil curema*, 21 %), Yolo (*Micropogonias altipinnis*, 9 %), Robalo (*Centropomus* sp., 6 %), Pargo (*Lutjanus* sp., 6 %), Escamuda (*Cynoscion* sp., 5 %), Liseta (*Mugil cephalus*, 4 %), Bagre (3 %), Macabil (*Albula* sp., 2 %), así como otras especies que en conjunto representan menos del 6 % de las capturas totales (Roncador, Mapache, Roma, Tacazonte, Mojarra, Sierra (*Scomberomorus* sp.), Botete (*Sphoeroides annulatus*), Mero (*Epinephelus* y *pihua*).

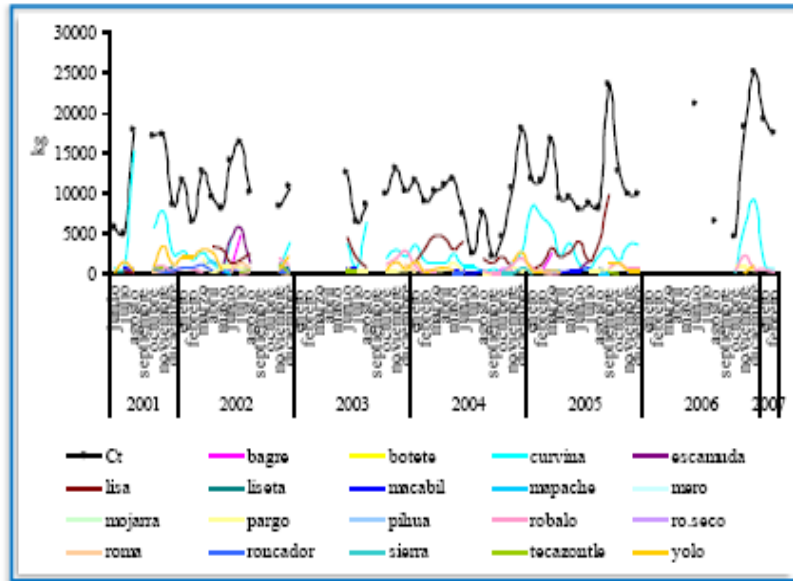


Figura IV. 94 : Capturas totales mensuales durante el periodo de junio del 2001 a febrero del 2007. El promedio mensual de capturas fue de alrededor de 11'300 Kg, así como una tendencia interanual positiva, aunque con grandes variaciones en las capturas totales (Ct).

La cooperativa "Playa Copalito", también efectúa sus actividades de pesca dentro del Sistema Lagunar Huave, y debido a su posición estratégica dentro del Sistema, tiene acceso tanto a la Laguna Superior como a la Laguna Inferior, aunque la mayor parte del tiempo efectúan sus actividades de pesca en la primera (Figura IV.96).

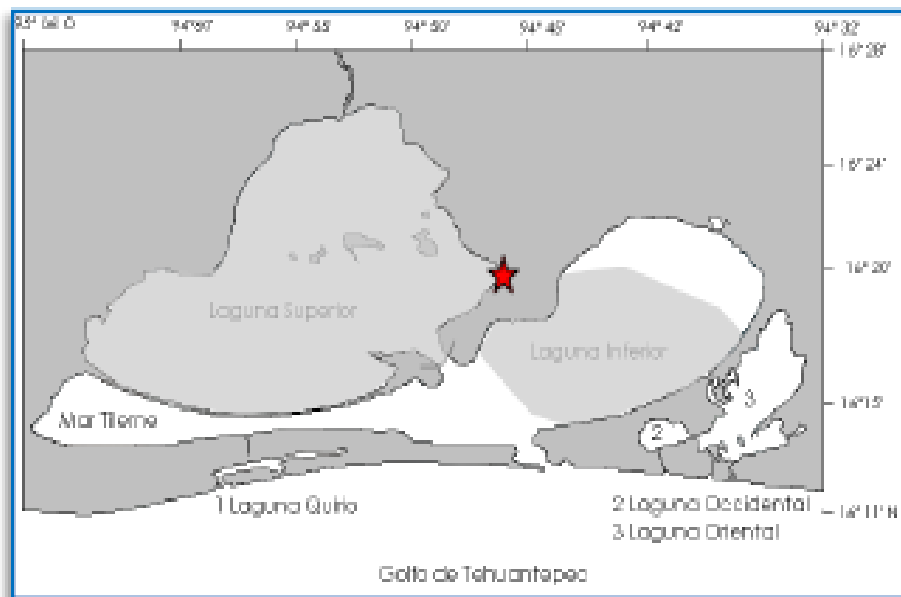


Figura IV. 95 : San Dionisio (estrella roja) y zonas de pesca (Avisos de arribo de la SCPP)

Durante el periodo de enero de 2001 a febrero de 2007, las capturas totales (Ct) tuvieron una tendencia ligeramente creciente, con un promedio histórico de alrededor de 7'500 Kg. Se observan dos máximos, uno en el mes de diciembre del 2001, en el cual se reportaron 38 328 kg y otro en agosto del 2005, cuando se reportaron 29'694 Kg, que sesgan el valor del promedio de las capturas, por lo que para casi todo el periodo (2001 a 2007) el volumen capturado se encuentra por debajo del mismo, ver Figura IV.97.

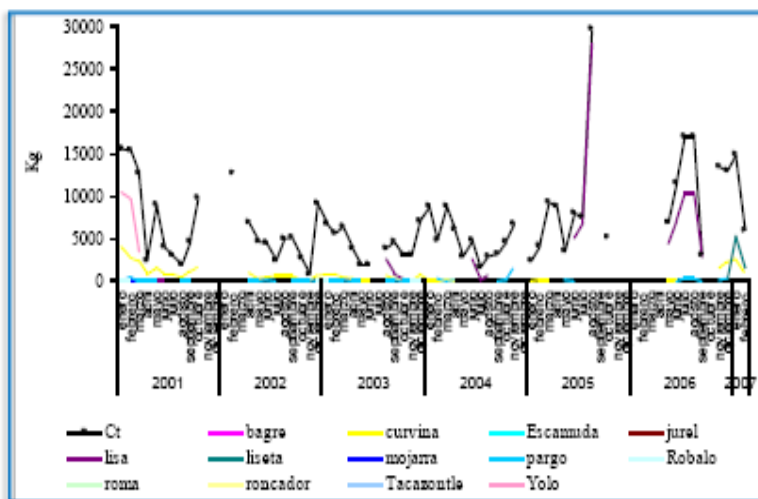


Figura IV. 96 : Serie histórica de capturas totales (Ct) para las principales especies de la SCPP "Playa Copalito". (Fuente: avisos de arribo).

Exceptuando los dos picos antes mencionados (*Figura IV.98*), se vuelve a repetir el patrón anual descrito en las dos comunidades anteriores para las capturas; esto es, que los mayores valores se observan durante los meses de la estación seca o de vientos alisios del norte, y los menores niveles de capturas se aprecian durante la estación lluviosa, lo que no necesariamente es un indicativo de la abundancia, hecho que se hace evidente en el análisis de la captura por unidad de esfuerzo.

En la figura IV.97 se observa que, a diferencia de la localidad de Huamúchil, en donde la Curvina y la Lisa eran las especies dominantes en las capturas, en esta localidad el mayor volumen de capturas está representado por el Yolo (*Micropogonias altipinnis*, con el 34.74 % de las capturas), seguido por una categoría denominada menudo (30.25 %); Lisa (*M. cephalus*, 19.83 %); Curvina (*Scynoscion sp.*, 10.43 %), Liseta (*Mugil sp.*, 1.81 %), así

como por otras especies que en conjunto representan menos del 3 % de las capturas (Pargo, Lutjanus sp.; Mojarra; Roncador; Robalo, Centropomus sp.; Bagre; Tacazonte; Escamuda, *Cynoscion* sp.; *Jurel* *Caranx* sp.; Roma, Mugil sp. y Mapache).

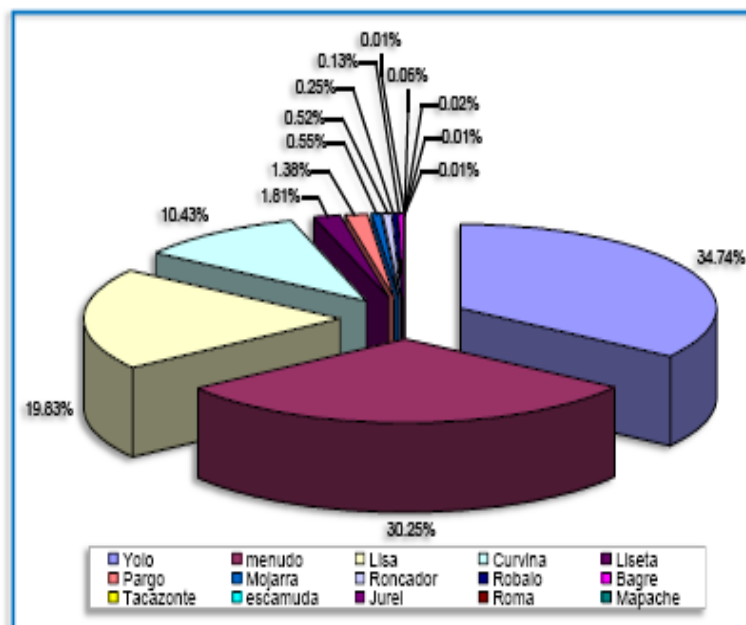


Figura IV. 97 : Composición porcentual de las capturas de la Soc. Coop. "Playa Copalito" en el periodo considerado. (Fuente: avisos de arribo de la SCPP).

Es importante destacar que la categoría denominada *menudo* aglomera a organismos pequeños de todas las especies, tanto las que alcanzan tallas mayores pero fueron capturadas en estadios pequeños, como las que son de tallas pequeñas aún en estado adulto, y en algunos meses representa casi el 50% del volumen de capturas reportado.

Caso de la cooperativa "Fuerza del Pueblo" S. de R. L. de C. V. de Santa María del Mar.

Según los reportes presentados mediante los avisos de arribo a la autoridad pesquera, así como los muestreos efectuados, realizan sus actividades de pesca en la Laguna Superior e Inferior (*figura IV.99*), aunque la mayor parte de las veces trabajan en la zona que se encuentra directamente frente a su localidad, en el extremo oriental del Mar Tileme. La talla de captura de los organismos en el Mar Tileme es menor comparada con los de otras

regiones del interior de la laguna, por lo que la mayor parte de las capturas de la localidad están compuestas por organismos de tallas pequeñas.



Figura IV. 98 : Santa María del Mar (estrella roja) y zonas de pesca (fuente: avisos de arribo de la SCPP).

El promedio mensual de las capturas en el periodo de julio del 2002 a agosto del 2007, fue de alrededor de 1'300 kg, con tendencia a disminuir en el tiempo (*figura IV.100*). El máximo histórico sucedió en enero del 2002, y el periodo de mayor volumen de capturas fue durante todo el 2001 y 2002, mientras que en el 2003 casi no se reportan capturas, en el 2004 y en la primera mitad del 2005 se reportan bajas (menores a la media), mientras que en la segunda mitad del 2005 y primera del 2006 no se reportan capturas, con fluctuantes alrededor del promedio en la segunda mitad del 2006 y primera mitad del 2007.

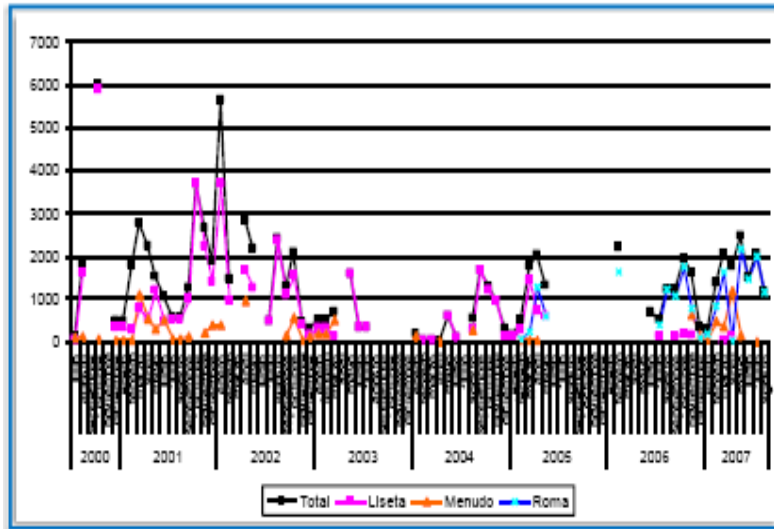


Figura IV. 99 : Serie histórica de capturas totales (Ct) para las principales especies de la Soc. Coop. "Fuerza del Pueblo", a partir de los avisos de arribo de la SCPP.

La tendencia es diferente a la observada para Huamúchil y San Francisco, localidades en las que el año con mayores reportes de producción fue el 2005, mientras que para San Dionisio la producción se mantiene relativamente estable, aunque su máximo histórico se encuentra también en el 2005. Se observa que desde el 2000 y hasta principios del 2005 el principal componente de las capturas era la especie reportada como "Lizeta", que corresponde a tallas chicas de lisa (*Mugil cephalus*), pero desde principios del 2005 y hasta el 2007, el mayor volumen de capturas en esta localidad se ha reportado como "roma" (*Mugil curema*), lo cual concuerda con los muestreos efectuados en el presente año, aunque persiste la duda de si la especie reportada en años anteriores era la misma reportada recientemente. Según se aprecia en la *figura IV.101*, las capturas en esta localidad estuvieron compuestas en un 62.8 % por Lizeta, seguida por Roma (18 %), *menudo* (9.9 %), Curvina (6.1 %), Lisa (1.9 %), Mojarra (0.7 %), Pargo (0.5 %) , Yolo (0.1 %) y Escamuda (0.1 %).

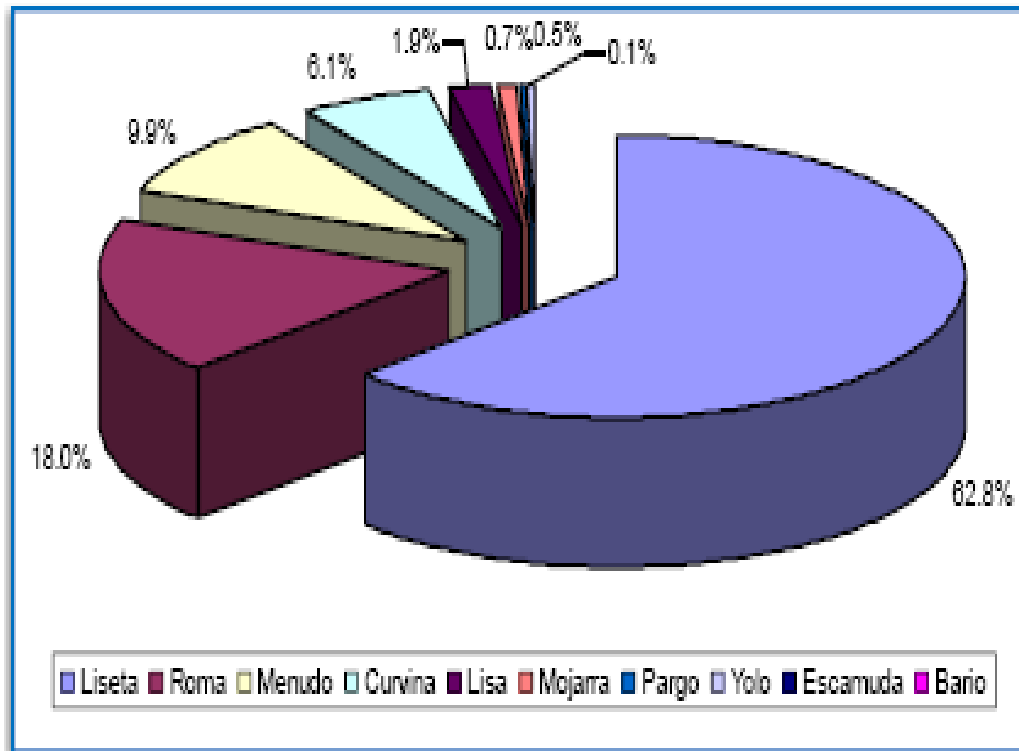


Figura IV. 100 : Composición porcentual de las capturas de la SCPP "Fuerza del Pueblo" en el periodo considerado. (Fuente: avisos de arribo de la SCPP.)

COPIA

Régimen de explotación del camarón en el sistema lagunar

Resultados de captura de la SCPP "Mareños de la Región Huave" S. de R. L. de C. V., de San Mateo del Mar.

La unidad del esfuerzo de pesca (DP), también llamado días de pesca, tuvo un efecto directamente proporcional sobre la captura total ($R = 0.1453$ y $p > 0.05$) (ver figura IV.102).

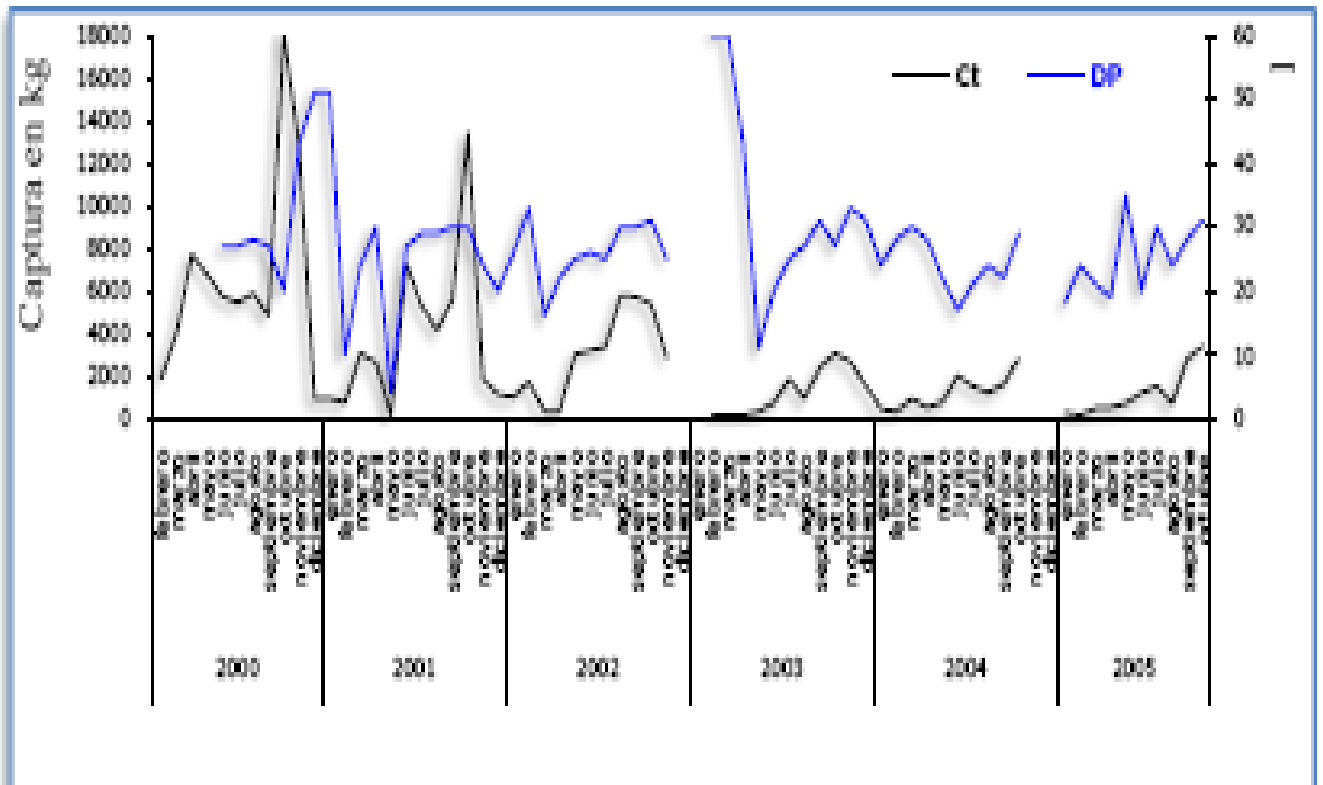


Figura IV. 101 : SCPP "Mareños de la Región Huave" S. de R. L. de C. V., de San Mateo del Mar.

SCPP "Bahía Guamúchil" S. de R. L. de C. V. de Guamúchil.

La unidad del esfuerzo de pesca DP, tuvo un efecto directamente proporcional sobre Ct ($R=0.2337$ y $p > 0.05$) (Figura IV.103). Sin embargo, al igual que en el caso de la cooperativa "Mareños", la correlación resultó estadísticamente no significativa.

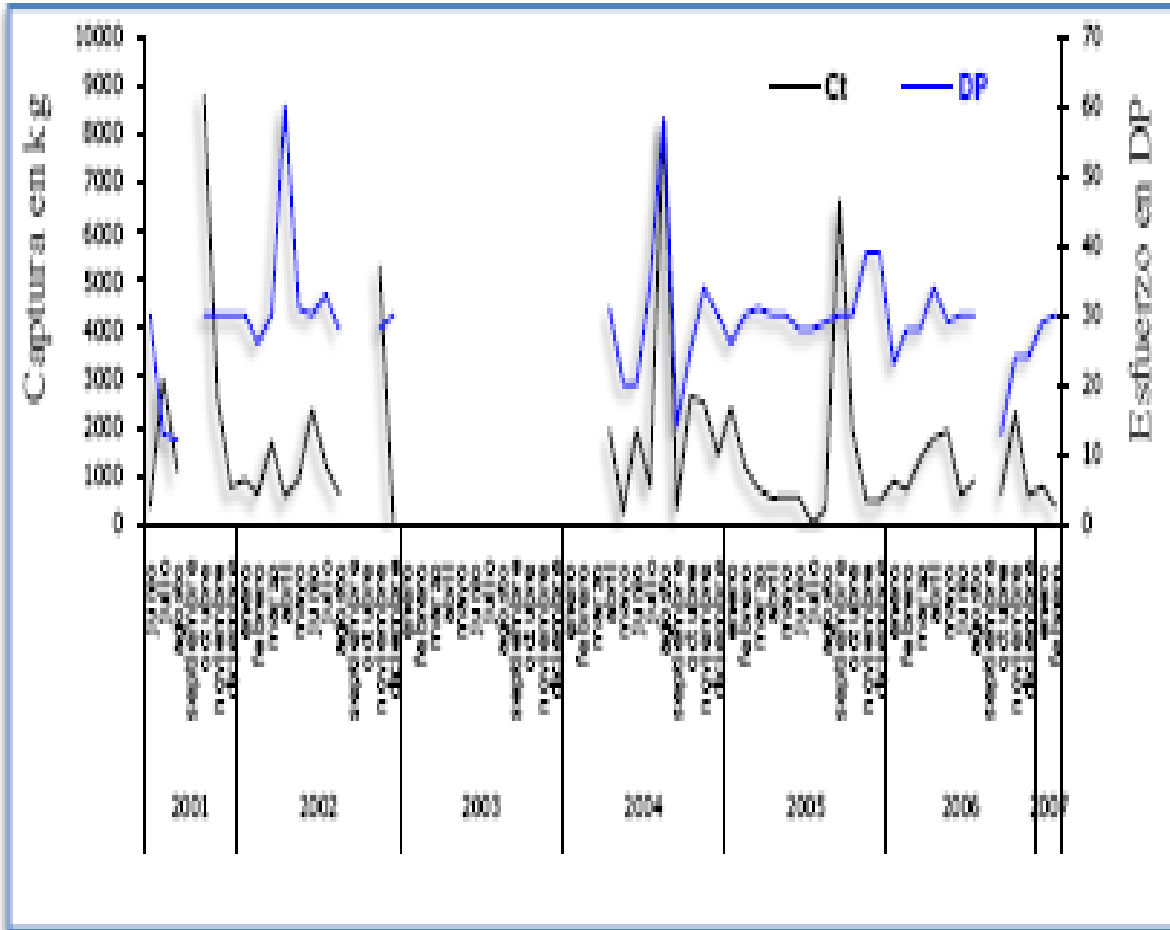


Figura IV. 102 : Variación histórica de la captura total de camarón (Ct) y esfuerzo de pesca (DP, días de pesca), según hojas de arribo de la SCPP "Bahía Guamúchil".

SCPP "La Santa Rosa" S. de R. L. de C. V. San Francisco del Mar (pueblo nuevo).

Sin considerar la captura total obtenida de enero a marzo de 2002 y abril-junio de 2006, la unidad del esfuerzo de pesca (DP), tuvo un efecto directamente proporcional sobre Ct ($R = 0.27$ y $p < 0.05$) (Figura IV.104). Esta correlación fue estadísticamente la más significativa hasta el momento.

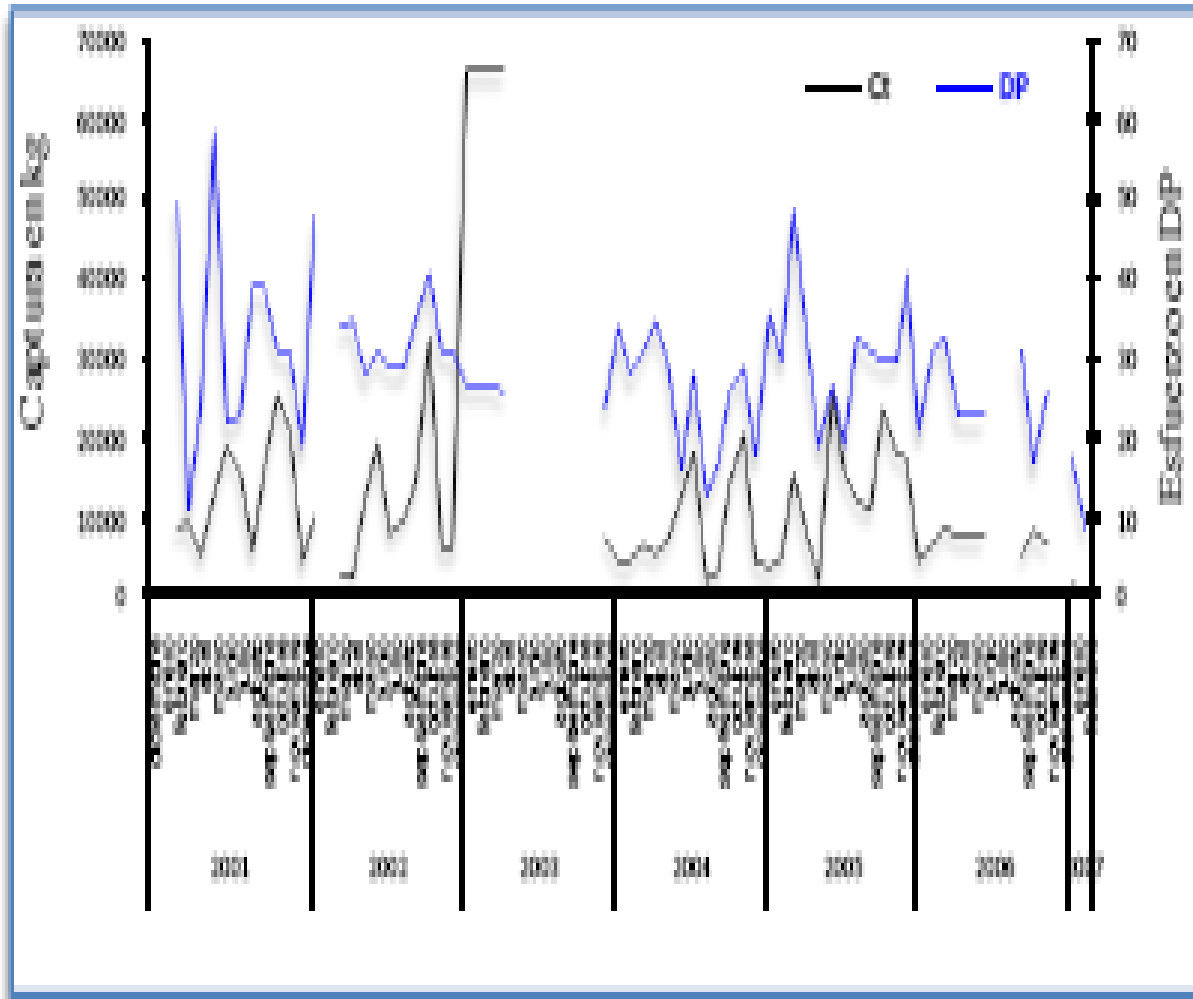


Figura IV. 103 : Variación histórica de la captura total de camarón (Ct) y esfuerzo de pesca (DP, días de pesca), según hojas de arribo de la SCPP "La Santa Rosa" de San Francisco del Mar, pueblo nuevo.

SCPP "Jaltepec de la Mar" S. de R L. de C. V. San Francisco del Mar (pueblo viejo)

Tomando en cuenta que los registros de las hojas de arribo presentaron varias inconsistencias, la unidad del esfuerzo de pesca (DP), tuvo un efecto directamente proporcional sobre Ct ($R = 0.14$ y $p < 0.05$) (Figura IV.105). Este valor de correlación fue el segundo valor estadísticamente significativo, además del estimado para "La Santa Rosa" de San Francisco del Mar (pueblo nuevo).

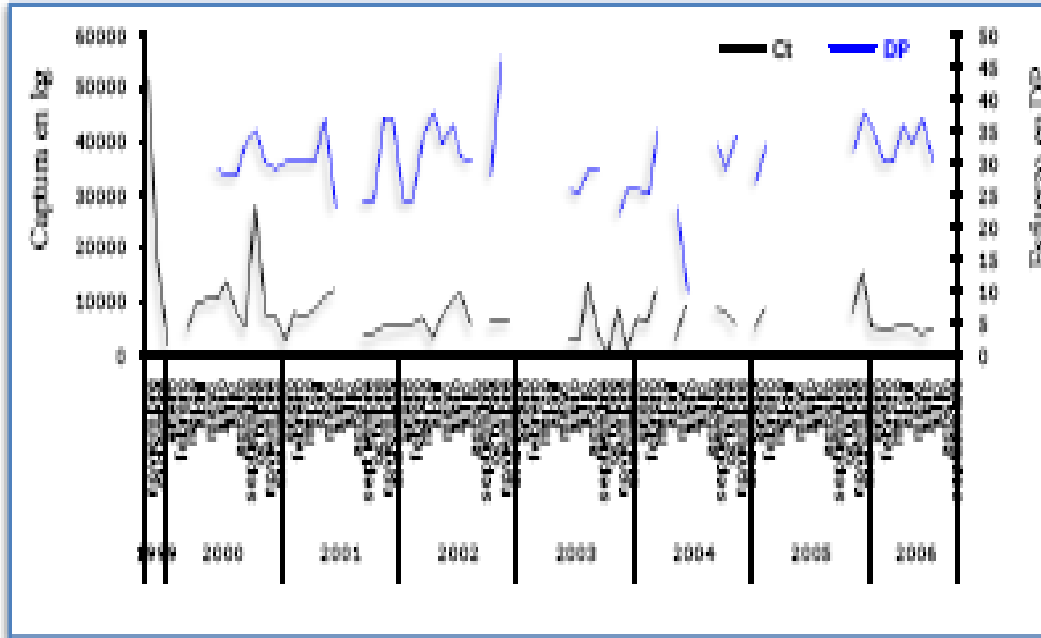


Figura IV. 104 : . Variación histórica de la captura total de camarón (Ct) y esfuerzo de pesca (DP, días de pesca), según las hojas de arribo de la SCPP "Jaltepec de la Mar", en San Francisco del Mar (pueblo viejo).

San Dionisio del Mar. SCPP "Playa Copalito" S. de R. L. de C. V.

Los huecos de información observados, impidieron un correcto análisis entre el esfuerzo pesquero (DP) y la captura total de camarón para esta cooperativa. Que principalmente se dedica a la explotación de escama, más que de camarón (Figura IV.106)

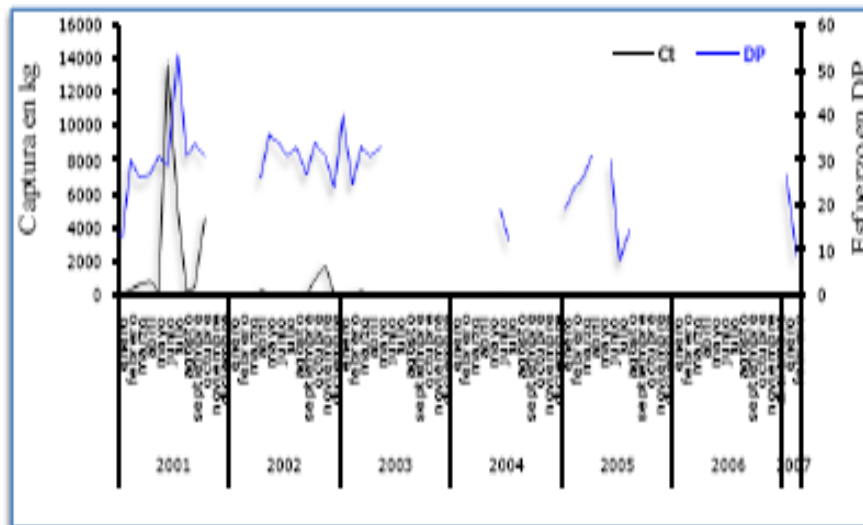


Figura IV. 105 : Variación histórica de la captura total de camarón (Ct) y esfuerzo de pesca (DP, días de pesca), según las hojas de arribo de la SCPP "Playa Copalito", de San Dionisio del Mar.

Santa María del Mar. Caso SCPP "Fuerza del Pueblo" S. de R. L. de C.V.

Sin considerar los huecos de información observados en la *figura IV.107* y a diferencia de las otras cooperativas analizadas, la unidad de esfuerzo pesquero (DP) tuvo un efecto inversamente-proporcional en C_t ($R = -0.35$ y $p < 0.05$) (*Figura IV.107*).

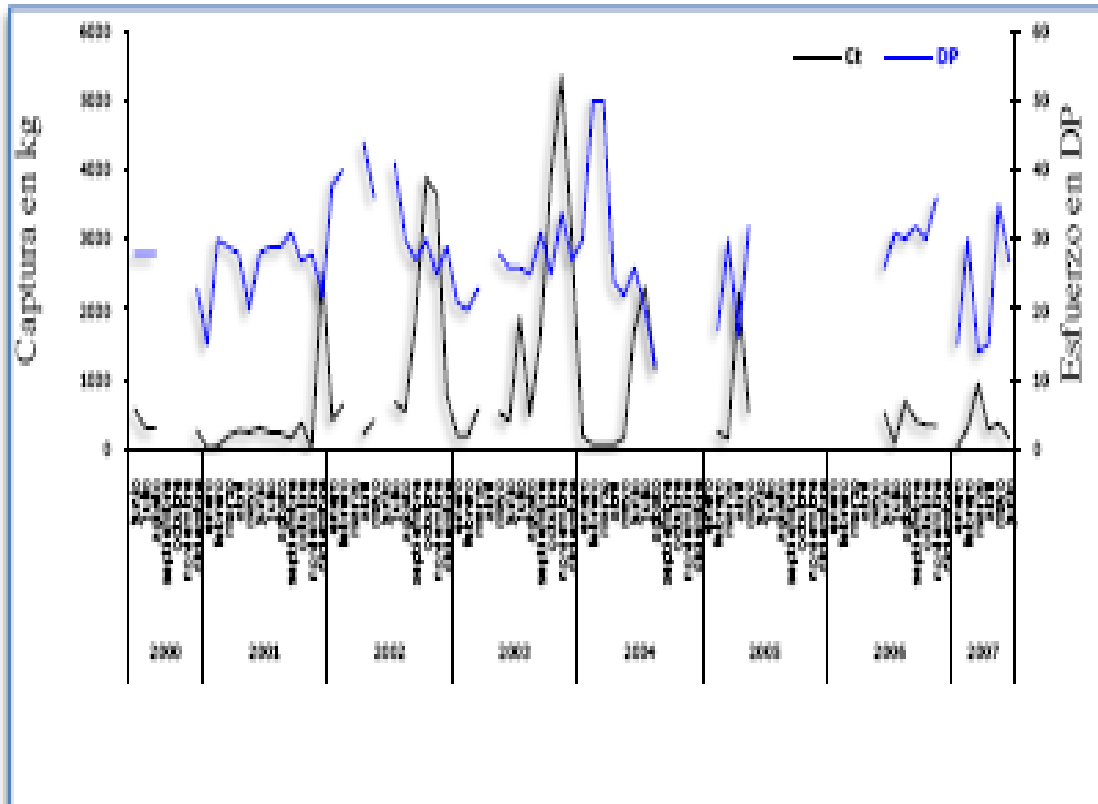


Figura IV. 106 : Variación histórica de la captura total de camarón (Ct) y esfuerzo de pesca (DP, días), según hojas de arribo de la SCPP "Fuerza del Pueblo".

Estadísticamente, este hecho es un caso particular en análisis de pesquerías, ya que si el esfuerzo de pesca se incrementa y no se obtienen capturas, entonces la pesquería se encuentra sobre-capitalizada. Esta situación se observa en la *figura IV.108*, en cuatro ocasiones, inmediatamente después de que ocurrió una extracción considerable, como al final de los años 2001-2002, 2003-2004, 2004-2005 y 2006-2007.

Huazantlán, SCPP "Pescadores de Huazantlán", S. de R. L. de C. V.

La captura total fue comercializada en un 10 % como camarón fresco o verde (CV) durante todo el período en estudio. La unidad del esfuerzo de pesca (en días de pesca, DP), tuvo un efecto inversamente proporcional sobre Ct ($R = 0.26$ y $p < 0.05$) (Figura IV.108). Este valor de correlación, es el tercer valor alto estadísticamente significativo, además del estimado para la SCPP "La Santa Rosa" de San Francisco del Mar, pueblo nuevo, seguido de la SCPP "Jaltepec de la Mar", de San Francisco del Mar, pueblo viejo.

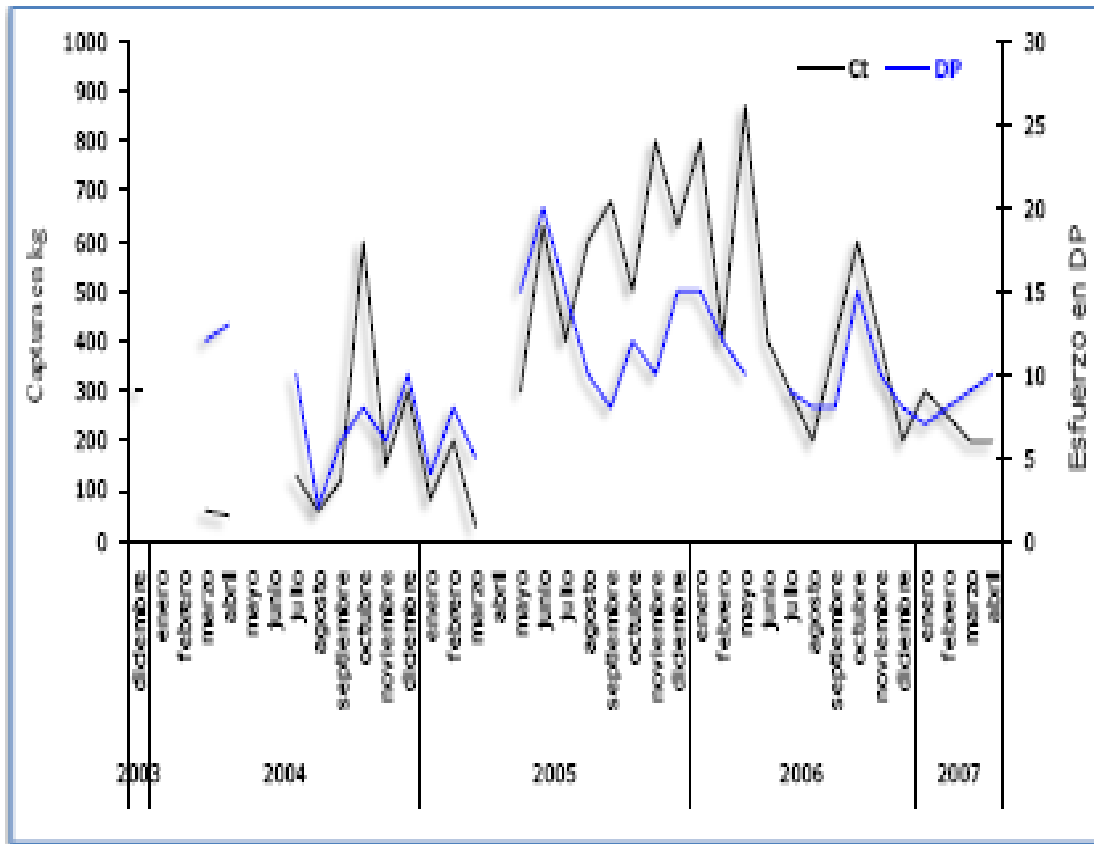


Figura IV. 107 : Variación histórica de los tipos de captura de camarón, según los avisos de arribo de la SCPP "Pescadores de Huazantlán". Ct (captura total) y DP (días de pesca).

Considerando los gráficos correspondientes a la descripción de los días de pesca (DP) en cada una de las cooperativas, se estimó el promedio del esfuerzo pesquero (DP) invertido. Los resultados se proporcionan en la figura IV.109.

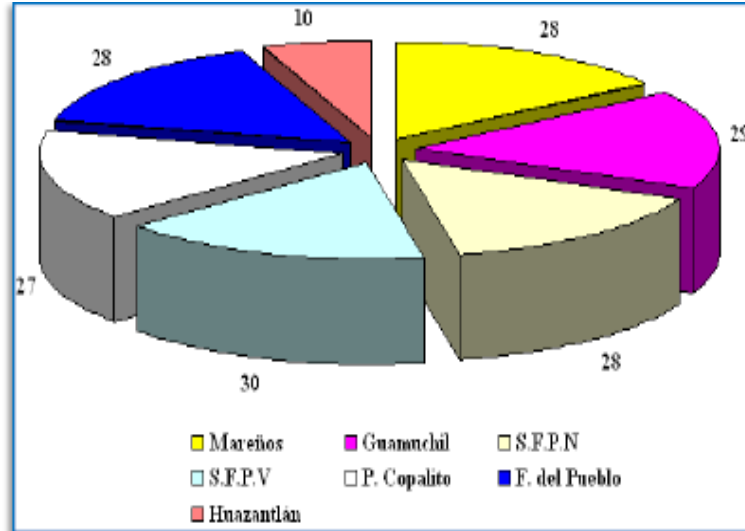


Figura IV. 108 : . Promedio del esfuerzo pesquero, en días de pesca (DP) invertidos por cooperativa dentro del Sistema Lagunar Huave, de 1999 a 2007.

Evaluación pesquera y cambios interanuales de biomasa en la pesca artesanal de camarón dentro del sistema lagunar huave

Una evaluación pesquera, involucra la descripción del estado de explotación de una pesquería, durante un periodo determinado. Si se consideran modelos globales como el de Schaefer (1954), Fox (1970) y Schnute (1977), que se desarrollan a partir de una base histórica de capturas y un tipo de esfuerzo pesquero, la evaluación es preliminar (Chieng – Hsiung, 2004). Cuando se utiliza la variación interanual de la biomasa (en lugar de la captura) y un tipo de esfuerzo pesquero, se obtienen una serie de coeficientes: La biomasa inicial (B_i), el nivel de equilibrio de la biomasa, o la capacidad de carga del sistema (k), la tasa intrínseca de crecimiento (r), el rendimiento máximo sostenible (RMS) y el máximo nivel de esfuerzo pesquero, aplicable para mantener el RMS , una vez que se ha alcanzado ($f_{max} = f_{MRS} = f_{opt}$) u esfuerzo óptimo (Punt y Hilborn, 1996), coeficientes que son utilizados para caracterizar el *estatus ecológico – pesquero* de la biomasa que teóricamente se está explotando, de la siguiente forma:

$$\text{Biomasa futura } (B_{t+1}) = \text{Biomasa actual } (B_t) + \text{Reclutamiento } (Re) + \text{Crecimiento } (Cr) - \text{Captura } (Ca) - \text{Mortalidad Natural } (MN)$$

Asumiendo que la tasa de emigración (Em) e inmigración (In) son aproximadamente constantes y despreciables ($Em - In \approx 0$), la variabilidad interanual de la biomasa en una población explotada serán: Reclutamiento (Re), Crecimiento (Cr), Captura (Ca) y

Mortalidad Natural (*MN*). Según Hilborn y Walters (1992), en ausencia de pesca y considerando al *Rey* a *Cr* en un solo término "La Producción" (*Pr*) la relación anterior puede reescribirse como:

Biomasa futura (B_{t+1}) = Biomasa actual (B_t) + Producción (Pr) – Mortalidad Natural (MN)

Si $Pr > MN$, la biomasa de la población aumenta, y al revés; si $Pr < MN$, o $MN > Pr$, la población decrece. Así, Hilborn y Walters (1992) proponen el término "Producción excedente", para representar a aquella proporción de la biomasa que se incrementa en ausencia de actividad pesquera o extractiva. Es decir, el término "excedente" es equivalente a "sobrante de biomasa" que puede ser extraído por la actividad pesquera, para mantener en un nivel sostenible a una población explotable.

Considerando a la Mortalidad Natural constante (MN) entre un intervalo de tiempo (de t a $t+1$), el modelo generalizado de biomasa dinámica es:

$$B_{t+1} = B_t + Pr_t - Cat \quad (1)$$

Donde:

B_{t+1} = La biomasa del año próximo; B_t = La biomasa actual; Pr_t = La producción excedente del año en curso o actual = Reclutamiento + crecimiento ($Re + Cr$); Cat = La captura actual.

Fox (1970) propone la siguiente función para calcular la Producción excedente (Pr_t):

$$Pr_t = r \cdot B_t \left(1 - \frac{B_t}{k} \right) \quad (2)$$

Sustituyendo 2 en 1, se obtiene la versión determinista del modelo de Fox (Hilborn y Walters, 1992):

$$B_{t+1} = B_t + r \cdot B_t \left(1 - \frac{B_t}{k} \right) - Cat \quad (3)$$

Donde:

t = el periodo considerado (el año en curso); B_t = La biomasa actual, o del año en curso; B_{t+1} = La biomasa de la población el año próximo, o siguiente; r = La tasa intrínseca de crecimiento natural de la población que se está analizando; k = La capacidad de carga del sistema (en este caso el Sistema Lagunar Huave, o SLH) y C_t = La captura del año en curso.

Con los registros históricos de la captura (C_t) y el esfuerzo de pesca (días de pesca, DP), Calderón–Robles, et al. (Inédito, 2009) obtuvieron la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) entre noviembre de 1999 y diciembre de 2007, generando el modelo dinámico de biomasa de Fox (1970), que emplea la variación interanual de la biomasa (en vez de la captura).

Utilizando la técnica de Análisis de Verosimilitud (L, θ), se estimaron los parámetros asociados a la versión determinista, con errores de observación (eobs) que seguían una distribución log normal, $eobs \sim N(0, \sigma)$.

Para estimar los parámetros (k y r), se utilizó la función de mínima verosimilitud:

Donde:

$-\ln L(r, k, \delta)$, es la mínima verosimilitud (L) de los coeficientes r, k y δ , a partir de los datos de I_t . $eobs = \ln(I_{t+1}) - \ln(I_t)$; siendo I_{t+1} = la CPUEobs, observada al siguiente año; e I_t la CPUEesp, pronosticada o esperada para el año siguiente.

Que transformada a su estado estocástico (según Punt y Hilborn, 1996), considerando errores de proceso (epro), y captura por unidad de esfuerzo observada ($CPUE_{obs} = I_t$, siendo $I_t = B_t \cdot q$, al despejar $B_t = \dots$), produjo el modelo estocástico:

$$B_{t+1} = B_t + \dots - (6)$$

Donde:

I_t = CPUEobs en el presente año; q = coeficiente de capturabilidad; $epro = \ln(I_{t+1}) - \ln(I_t)$; siendo I_{t+1} = la CPUEobs, observada al siguiente año; e I_t la CPUEesp, pronosticada o esperada para el año siguiente. Asumiendo que el error de proceso (epro) seguía una distribución log normal, $epro \sim N(0, \sigma)$.

De acuerdo con Punt (1996), el coeficiente de capturabilidad (q) se estima a partir de la función:

$$q = \dots = 1 - (7)$$

Mientras que también según el mismo autor, el error de proceso (epro) se estima como:

$$epro = \dots - \dots = 1 - \dots (8)$$

Complemento Ambiental de la Manifestación de Impacto Ambiental". 2009 PRENEAL - UMar. –

$$\ln L(r, q, \delta) = -\ln L(r, q, \delta) + 12 \ln(2) + [2.22] \quad (9)$$

Donde: $-\ln L(r, q, \delta)$, es la mínima verosimilitud (L) de los coeficientes r , k y δ , a partir de los datos de l_t . $\text{epro} = \ln(l_{t+1}) - \ln(l_t)$.

Para la construcción de los escenarios de la evaluación, se estimaron para ambos casos: El rendimiento máximo sostenible (RMS) y el esfuerzo máximo de pesca (f_{\max}), las fórmulas propuestas para este propósito fueron (según Punt y Japp, 1994):

$$\text{RMS} = 4 \quad (10)$$

$$f_{\max} = 2 \quad (11)$$

Los escenarios de evaluación obtenidos de ambos modelos (determinista y estocástico), se representaron mediante series de tiempo, para visualizar la variación interanual de la biomasa con respecto al RMS y f_{\max} . Para obtener la tendencia más apropiada de la biomasa de camarón en el SLH, se probó el modelo de variación inestable de Hilborn y Walters (1992), debido a que suponemos que la pesquería de camarón en el Sistema Lagunar Huave se encuentra sobreexplotada. El escenario determinista arrojó la siguiente ecuación, con su representación gráfica (Figura IV.110).

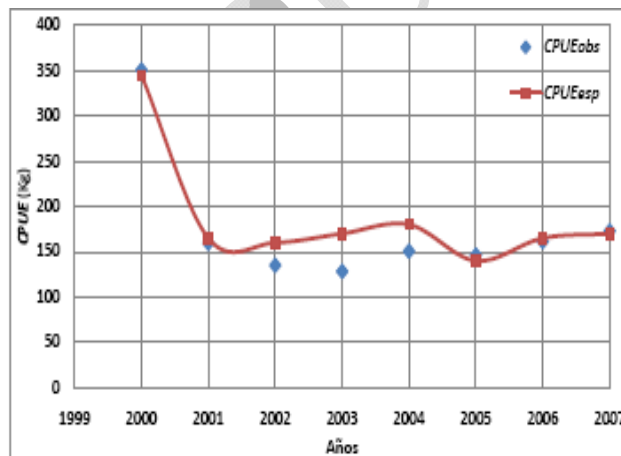


Figura IV. 109 : Escenario determinista entre CPUEobs y CPUEesp, considerando el error de observación (Tomada de: Calderón – Robles, et al. Inédito, 2009)

Al estimar los cambios en la biomasa de camarón dentro del Sistema Lagunar Huave, el modelo de variación inestable confirmó un marcado descenso en el nivel de la biomasa de camarón, donde las perturbaciones que causaron este descenso fueron producidas más por la variabilidad ambiental del SLH, que por la actividad extractiva, ya que la biomasa oscila de forma abrupta entre t y $t+1$, indicando que el poder de resiliencia de la población explotada es nulo (Figura IV.111).

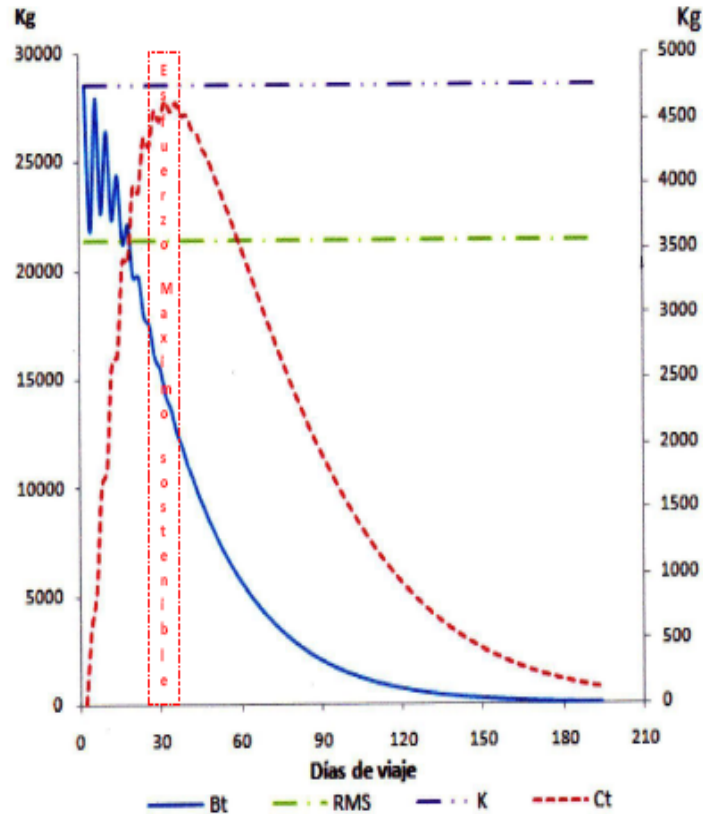


Figura IV. 110 : Tendencia de la pesquería ribereña de camarón dentro del Sistema Lagunar Huave. (Tomada de: Calderón – Robles, et al. Inédito, 2009).

El aumento del esfuerzo de pesquero, más allá de 30 días de pesca para f_{max} puede causar un colapso aún mayor de la biomasa de camarón dentro del Sistema Lagunar Huave, llevándolo al colapso ($\rightarrow 0$), ya que la biomasa ira en rápido descenso, conforme la presión de pesca aumente. Se concluye que la variabilidad ambiental por la que atraviesa el Sistema Lagunar Huave, en su proceso natural, como antrópico de eutroficación; ha provocado una disminución en la biomasa de camarón (para todas las especies), aunado a la presión de pesca a que ha estado sometido durante el periodo estudiado (2000 – 2007), situación que podría ser atenuada si el esfuerzo de pesca se apega a $f_{opt} = 29$ a 30 días de pesca, tomando en cuenta la mortalidad natural ($MN =$ enfermedades + depredación), y si la barra de arena que impide la libre comunicación del Sistema (desde mediados de 2006) se abriera nuevamente, para recuperar el intercambio de agua, favoreciendo la mezcla de masas de agua y la migración de camarón entre la laguna y el mar adyacente.

Valor actual de la producción del sistema lagunar huave

Se tomaron como base única y exclusivamente los beneficios económicos directos, obtenidos de la comercialización de la producción de Escama y Camarón, sin incluir las utilidades provenientes de otros productos como son Jaiba, Caracol, Conchas, así como beneficios económicos indirectos, generados por la sustitución en consumo de gas y productos cárnicos (res, pollo, puerco, entre otros). En el caso de la escama, el precio de venta promedio para el 2006 (según los avisos de arribo, de las SCPP) se estimó en \$ 16.30 y el valor de su producción fue de \$1'776 244.00 (un millón setecientos setenta y seis mil doscientos cuarenta y cuatro pesos 00/100 M. N.), siendo inverso con las tendencias que presentaba anteriormente, ya que para los años 2002 y 2004 en que se presentan capturas inferiores, los valores económicos de la producción de escama fueron superiores (*Figuras IV.112 y 113*).

Con base en los avisos de arribo, se observa que hasta 2005, el camarón fue la principal especie capturada por las organizaciones cooperativas del Sistema Lagunar Huave, lo que estuvo relacionado con el valor comercial del producto. A partir del 2003 se observa una disminución continua en el volumen de las capturas del crustáceo (*Figura IV.112*). Mientras que, a partir de 2003 la captura total de escama tuvo un incremento, sin llegar al valor de captura obtenido durante 2001, aún cuando en 2006, la producción de escama fue superior en volumen a la de camarón (*Figura IV.113*).

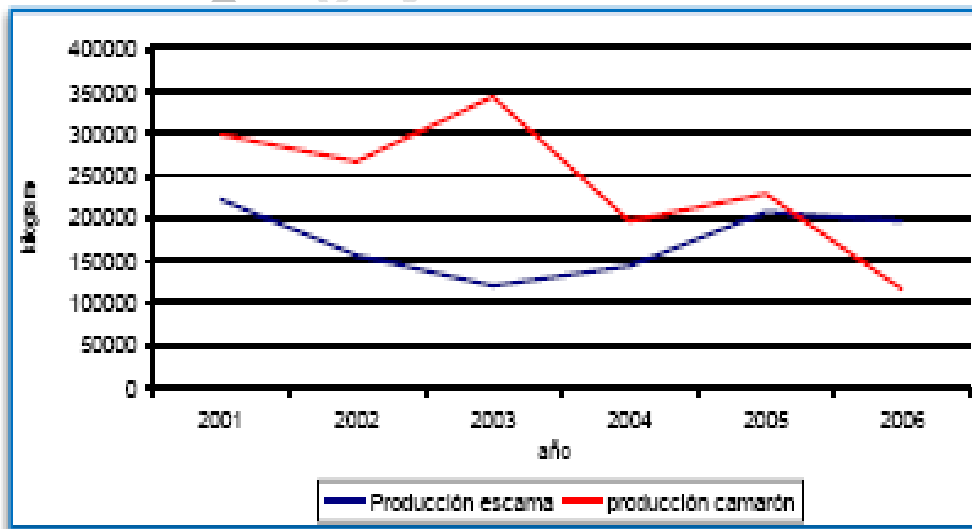


Figura IV. 111 :Variación de la producción pesquera de camarón y escama en kilogramos, dentro del Sistema Lagunar Huave, de 2001 a 2006.

La disminución del valor y cantidad de los productos obtenidos de la pesca en el Sistema Lagunar Huave, se vio reflejado en el ingreso *per cápita* de los socios de las organizaciones cooperativas, ya que en 2006 tuvieron un ingreso de \$ 7'186.00 por socio. Desde 2001, el valor total de la producción pesquera del SLH tuvo una tendencia a la baja (*Figura IV.113*), siendo 2006 el año menos productivo, con \$ 4'742 810.00 (cuatro millones setecientos cuarenta y dos mil ochocientos diez pesos 00/100 M. N.).

COPIA PÚBLICA

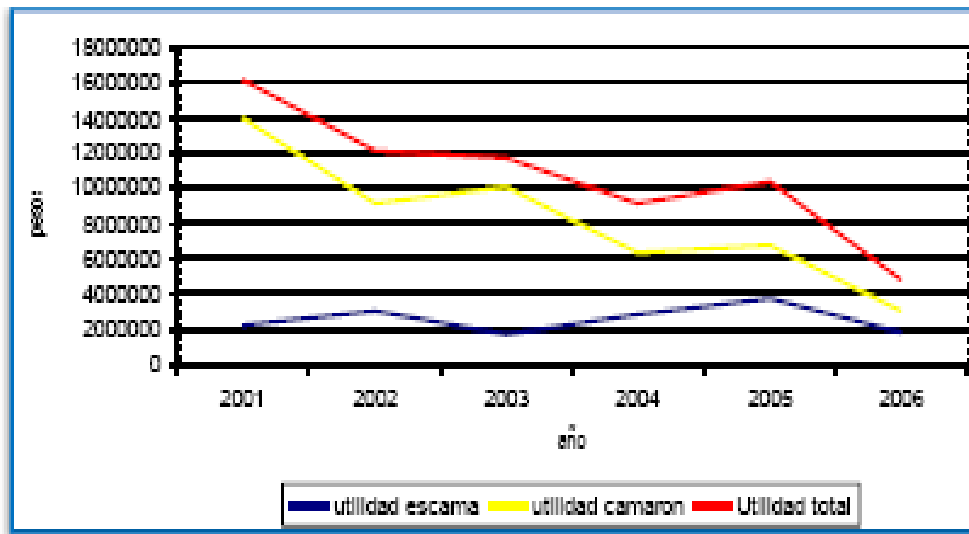


Figura IV. 112 : Variación del valor económico de la producción pesquera total, escama y camarón del sistema lagunar Huave de 2001 a 2006.

La disminución en el valor de la producción estuvo directamente relacionada con el descenso del valor comercial de la producción de camarón (con un coeficiente de correlación lineal, $R = 0.978$). Para 2006 (según los avisos de arribo de las SCPP) el precio promedio del kilo de camarón, dentro del SLH fue de \$ 31.00 lo que provocó un descenso del valor comercial de la producción de camarón, de \$ 2'966 566.00 (dos millones novecientos sesenta y seis mil quinientos sesenta y seis pesos 00/100 M N).

De acuerdo con la *figura IV.114*, del total de registros de camarón reportados para el Mar Tileme entre 2000 y 2005, la Ct fue comercializada principalmente como camarón cocido (CC, 73 %) y camarón seco (CS, 27 %). (b) En "Guamúchil" entre 2001 y 2007, la Ct fue comercializada principalmente como camarón fresco o verde (CV, 43 %), camarón cocido (CC, 32 %), y camarón en pulpa (CP, 4 %) y en 21 % de CS. En el mismo periodo en "La Santa Rosa" de San Francisco, pueblo nuevo (c), la Ct fue comercializada principalmente como CC (66 %), CV (23 %), CS (10 %) y CP (1 %).

La "Jaltepec de la Mar" de San Francisco, pueblo viejo (d), entre 1999 y 2006, la Ct fue comercializada principalmente como CC (44 %), CV (40 %), CS (16 %). En la "Playa Copalito" de San Dionisio del Mar (e), entre 2001 y 2007, la Ct fue comercializada principalmente como CC (34 %), CV (62 %), CS (3 %) y CP (1 %). Los "Pescadores de Huazantlán" (f) entre 2003 y 2007, sólo comercializaron el 100 % como CV. La *figura IV.114*, proporciona la relación final de producto comercializable para todo el Sistema Lagunar Huave. El camarón cocido (CC)

representa el producto más comercializable con 59 %, seguido del camarón verde (CV) con 28 %. El producto menos comercializable es la pulpa de camarón (CP) con 1 %.

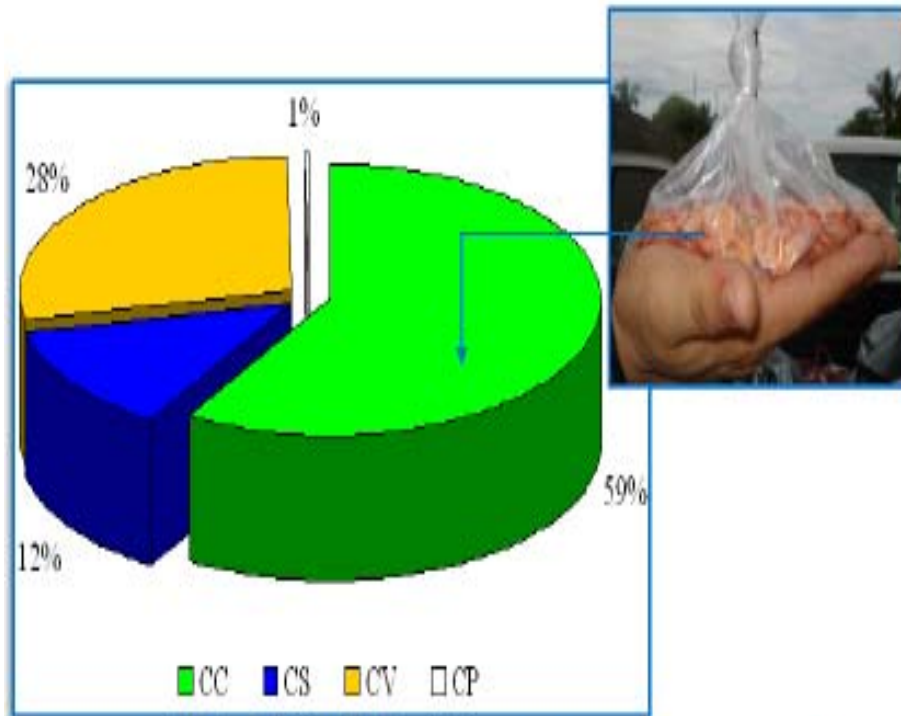


Figura IV. 113 : *Relación final de los productos comercializables por cooperativa en el Sistema Lagunar Huave. Bolsa de camarón cocido (CC) de 10 gr a sólo \$10.00 en "Mareños de la Región Huave", de San Mateo del Mar.*

Destino de la producción pesquera

Según la información obtenida por el grupo de análisis socio-económico de la UMar, mediante entrevistas a productores y comerciantes de la región, la totalidad de la producción del sistema lagunar Huave se destinó a satisfacer las necesidades de las poblaciones de los Distritos de Juchitán y Tehuantepec. La comercialización y presentación del producto está fuertemente relacionada con sus usos y costumbres, lo que genera paradigmas en los productores que influyen en la posibilidad de diversificar la presentación de sus productos.

Los productos pesqueros obtenidos por los socios de siete de las cooperativas analizadas, se desarrolla directamente en la playa, con precios acordados entre productor y comprador. Cuando el cliente de alguno de los socios requiere de una factura, el personal de la cooperativa responsable de la comercialización, expide la factura de la sociedad cooperativa a nombre del

comprador, con un cargo por facturación (\$ 2.50/Kg, en camarón y 1.50/Kg, para escama). Este mecanismo de comercialización genera desventajas en la negociación para aquellos cooperativistas que entregan independientemente, ya que al no ser capaces de ofrecer mayores volúmenes, deben de proveer concesiones a su comprador. Por otro lado, los socios de las organizaciones cooperativas de "Bahía Guamúchil", "La Santa Rosa", "Jaltepec de la Mar" y "Playa Copalito" tienen una mejor organización para la entrega y comercialización del producto, ya que se hace a través de las oficinas de la cooperativa, hecho que les provee una ventaja en el proceso de negociación al poder hacer frente a compromisos para surtir mayores volúmenes del producto (camarón o escama). La venta de algunas especies de escama está parcialmente supeditada a la venta de camarón, ya que se establecen compromisos para la entrega del camarón mediante el compromiso de compra de una parte o el total de la producción de escama. No obstante que esta política facilita la venta de las especies de escama de difícil comercialización o colocación en el mercado, es un factor de riesgo en aquellos casos donde la producción de camarón disminuye en cantidad y/o calidad. En el caso de aquellos productos que no pueden ser colocados en el mercado, serán destinados para el autoconsumo.

Análisis de la Pesca dentro del Sistema Ambiental Regional

El proyecto será instalado dentro de una región que tiene la actividad de la pesca como uno de los sustentos de la población, por lo que la incursión del proyecto en esta área con las características del mismo no cambiará los regímenes de pesca que se tienen dentro del Sistema Ambiental Regional.

Agropecuario

En Juchitán se cultiva sandía, maíz, sorgo, frijol, ajonjolí, calabaza, cacahuate, jitomate y chile. Por su parte, la cría de ganado es vacuno, porcino, caprino y aves de corral. Santa María del Mar, cuenta con ganado caprino principalmente, el cual se alimenta del forraje que crece de manera natural, y es utilizado para autoconsumo, prácticamente no hay producción agrícola, aunque se suelen hacer cultivos en lugares favorables donde el agua forma cuerpos de agua intermitente (sin agua durante el hestiaje) para sembrar maíz (chahuites) En el Espinal y áreas contiguas la superficie ocupada para actividades agropecuarias es de 4816 ha. De la cual 2716 ha están contempladas dentro del esquema de pequeños propietarios y se emplean para cultivos de maíz y sorgo en los dos ciclos productivos, primavera-verano y otoño-invierno; en cuanto a la explotación ganadera esta se concentra en una superficie de 2100 ha con cultivos de pastos del tipo estrella y nativos, se cuenta con aproximadamente 8477 cabezas de ganado bovino de lo cual el mayor porcentaje es ganado mejorado, y el resto de las hatos, piaras y otras vocaciones ganaderas se resume a lo que muestra la siguiente Tabla IV. 75.

Ganado en el Espinal	
Cantidad	Tipo
840	Ovinos
20	Caprinos
690	Porcinos

Tabla IV. 75 :Ganado en el Espinal.

Industria

Para el área que compone el Sistema Ambiental Regional existen fábricas de cal, fábrica de refrescos, centro comercial de comunicaciones, cuentan también con una comercializadora de mole y chocolate. Se cuenta con industria textil, no obstante ésta es básicamente artesanal. El área de influencia de los proyectos no cuenta con Industria ya que las actividades que se desarrollan en los municipios son principalmente, ganadería, pecuario y agricultura.

Turismo

Para el área que compone el Sistema Ambiental Regional el factor económico importante, son los visitantes que son atraídos por lo pintoresco de la región, el atractivo de las playas, por las festividades regionales conocidas como las velas en las que la mujeres lucen sus trajes típicos, se celebran bailes de gala y se reparten frutas y cultivos de la temporada, esto se celebra en los

meses de mayo y septiembre. Aguas termales al pie del cerro denominado Mazahue situado a 3 km de la población hacia el norte existen unos pozos en los que brotan aguas termales.

Rasgos Económicos de las localidades del proyecto

San Mateo del Mar

Agricultura

El 50% de la población se dedica al cultivo de maíz, ajonjolí y hortalizas.

Ganadería

Un 20% cría ganado bovino, porcino y caprino.

Caza

Sólo el 2% de la población realiza esta actividad.

Industria

Se elaboran artesanías y textiles tradicionales (huipiles).

Turismo

Pesca deportiva en el Golfo de Tehuantepec y en la Laguna Superior.

Comercio

Cuenta con locales comerciales, en los que encuentran artículos de primera necesidad y superfluos. También tiene un mercado (tianguis) instalado de manera permanente en una calle donde se venden mayormente productos alimenticios como pescado, camarón, legumbres, frutas y comida preparada, ver Figura IV.115.

Minería

Existen cooperativas de sal.



Figura IV. 114 : Mercado donde se venden productos alimenticios para cubrir las necesidades alimentarias de San Mateo del Mar.

COPIA PÚBLICA

Población económicamente activa

Juchitán: Para el 2000, la Población Económicamente Activa (PEA) correspondía a 28,175 habitantes, de los cuales 27,758 se encontraban ocupados; 3,915 en el sector primario, 8,425 en el secundario y 14,977 en el terciario.

Empleo por rama de actividad.

Para el 2000, la PEA, correspondía a 28,175 habitantes, de los cuales 7,758 se encontraban ocupados; 3,915 en el sector primario, 8,425 en el secundario y 14,977 en el terciario. La población ocupada que no recibe ingreso por su trabajo es de 2,746. (ver tabla IV.76).

Actividad	Población ocupada	Hombres	Mujeres
Industria manufacturera	5635	61%	39%
Comercio	55239	44%	56%
Servicios De hoteles y restaurantes	1440	21%	79%

Tabla IV. 76 : **Empleo por rama en Juchitán. (INEGI, 2000).**

Ha habido un aumento importante debido a la instalación de nuevas industrias tanto en la ciudad de Juchitán como en el Puerto de Salina Cruz, pero también por el aumento de la población en general que va requiriendo de productos y servicios, ya que estas ciudades van demandando cierta cantidad de servicios como lo es la comercialización de productos, servicios personales, profesionales, restaurantes, alojamiento temporal, entre otros.

Juchitán es una población que en pocos años ha pasado de ser una comunidad predominantemente rural a la de comunidad urbana, en donde la economía basada en el comercio y los servicios han sustituido de cierta manera y en orden de importancia a la agricultura y la ganadería.

En lo que se refiere al sector comercio, fueron registradas 693 unidades económicas a nivel municipal en el año 1989, en las cuales había una población ocupada de 1743 trabajadores, para el año 1994, se registraron 1790 unidades económicas tendiendo una población trabajando en ellas de 3330, en el año de 1999 se registraron 2167 unidades económicas con una población ocupada de 3746. de la población ocupada en el año de 1990 el 41% eran hombres y el 59% mujeres. De 1989 a 1999 hubo un incremento de 1474 unidades económicas y de 2003 trabajadores dentro de este sector.

Encontramos en la ciudad de Juchitán todo tipo de comercios establecidos, desde tiendas donde venden ropa, zapaterías, farmacias, papelerías, pasando por tiendas de telas, vinaterías, entre otros. Cabe señalar que el comercio como anteriormente se mencionó juega un papel importante en la economía urbana, por ello es imposible dejar de lado mencionar el mercado de la ciudad.

El mercado es una construcción que se encuentra en el centro de la ciudad, es de dos plantas (edificio que se comparte con las oficinas del ayuntamiento), en la parte de abajo se encuentra los establecimientos de comida (tradicional y no tradicional), así como algunos cuantos de ropa y accesorios para loas fiestas tradicionales, en la parte de arriba se encuentran todo tipo de artesanías del lugar, en donde podemos encontrar barro negro, trajes tradicionales y locales de joyería, especialmente de oro.

En el exterior del mismo también existen puestos de verduras, comida típica (totopos, quesillo camarones, pollo en achiote, entre otros), de ropa, ocupando dos calles (sin ser estos ambulantes, mismos que también existen) Se observa que son las mujeres en su mayoría las que están al frente de sus negocios. Las actividades en el mercado comienzan desde muy temprano, y a las 7 de la mañana ya podemos encontrar algunos puestos abiertos, sobre todo los de la planta de abajo y así hasta las 7 de la tarde, ya más noche podemos encontrar puestos ambulantes de comida (panes y bebida caliente tradicionales). Existe un segundo mercado en donde encontramos la venta de productos del mar, también las actividades empiezan desde temprano y encontramos mujeres en su mayoría.

En el sector de la industria manufacturera, en el año 1989 se registraron 125 unidades domésticas con una población ocupada de 1067, para 1994 hubo un importante incremento ya que se registraron 1372 unidades económicas teniendo una población ocupada de 2320, finalmente para el año 1999 se registraron 1624 unidades económicas con una población ocupada de 2295, de los cuales el 62% eran hombres y el resto mujeres (38%). Es importante señalar que para el INEGI el trabajo de las mujeres que elaboran los trajes regionales están considerados dentro de la industria manufacturera.

En el sector servicios se registraron 345 unidades económicas con una población ocupada de 797, esto para el año 1989, para el año 1994 se registraron 725 unidades económicas y una población ocupada dentro de ellas de 1496, para el año 1999 existían 1052 unidades económicas con una población de 2098 trabajadores, siendo el 53% hombres y 47% mujeres.

Podemos observar que las actividades terciarias (sobre todo turismo y comercio) son las actividades económicas primordiales de la población, el turismo es factor de importancia debido

al atractivo de la región, ya que cuenta con playas, festividades regionales o bien aguas termales. Por otro lado el municipio de Juchitán está considerado como un centro comercial donde acuden poblaciones aledañas a realizar sus compras para el abasto de mayoreo y menudeo.

En San Mateo del mar de acuerdo con cifras al año 2000 presentadas por el INEGI, la población económicamente activa del municipio asciende a 2,490 personas, de las cuales 2,399 se encuentran ocupadas y se presenta de la siguiente manera (tabla IV.77):

Sector	Porcentaje
Primario (Agricultura, Ganadería Caza y Pesca)	70
Secundario Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	11
Terciario(Comercio, turismo y servicios)	17
Otros	2

Tabla IV. 77 : **Porcentaje de aportación al sector productivo (INEGI, 2000).**

De acuerdo con cifras al año 2000 presentadas por el INEGI, la población económicamente activa del municipio asciende a 2,635 personas, de las cuales 2,614 se encuentran ocupadas y se presenta de la siguiente manera (ver tabla IV.78)

Sector	Porcentaje
Primario(Agricultura, ganadería, caza y pesca)	26
Secundario(Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	7
Terciario(Comercio, turismo y servicios)	66
Otros	1

Tabla IV. 78 : **Porcentaje de contribución al sector productivo en San Mateo**

La carencia de datos disponibles del empleo en el Espinal refleja una posible tendencia de polarización del empleo hacia Juchitán por lo que en el levantamiento de la información del Espinal se integra a Juchitán por ser un centro de actividad urbana más desarrollado.

Salario Mínimo Vigente

La zona del Istmo de Tehuantepec, pertenece de forma general, al Área Geográfica C, cuyo salario mínimo vigente es de 42.11 pesos diarios (INEGI, 2005).

Juchitán: Para el Municipio de Juchitán, el Índice de Marginación es de -0.63, el Índice de Desarrollo Social es de 87.82, con un Índice de Desarrollo Humano de 0.74. Teniendo con ello un PIB per capita de 0.64 (INEGI, 2005). Ingreso per cápita por rama de actividad productiva; PEA con remuneración por tipo de actividad; PEA que cubre la canasta básica, salario mínimo vigente.

Competencia por el aprovechamiento de los recursos naturales

Existe de modo aislado una rivalidad entre zapotecos y huaves por el derecho de uso de tierras cercanas a la costa que ancestralmente han sido utilizadas por los huaves. Algunos comuneros sienten desconfianza por el proyecto eólico. Sin embargo es importante mencionar que se está cada día más dando información a la comunidades y a los propietarios de las tierras, a través de regiones, folletos así como la instalación permanente de la oficina operativas en el área.

IV.2.4. Descripción de la estructura y función del Sistema Ambiental Regional

El sistema bajo estudio comprende en su mayoría geoformas planas con escasos lomeríos. Un uso de suelo destinado a las actividades ganaderas (ganado bovino, caprino, ovino y equino), cuyos requerimientos de espacio han provocado la fragmentación de la vegetación. Consumo del pastizal halófito del cual dependen especies clave como la liebre del Istmo. Las características abióticas del sitio (climáticas y edáficas) no permiten el desarrollo de una agricultura rentable (suelos salinos de drenaje deficiente y condiciones de salinidad por brisa marina).

La estructura del Sistema Ambiental Regional muestra diversos problemas que han traído consigo un desorden en el crecimiento de la región provocando que los recursos y componentes ambientales se vean disminuidos considerablemente, es por esto que la incursión de varios proyectos eólicos como este que se pretende realizar en la zona traerá consigo un empuje hacia los gobiernos y población para sentar las bases de un crecimiento mejor planeado.

El sistema ambiental tiene la función de proveer algunas de las necesidades en materia de recursos a los pobladores que habitan en él, no obstante el mayor detonador de infraestructura vendrá a ser la instalación de diferentes parques eólicos haciendo con esto que las funciones bióticas se estudien y conserven más y los desarrollos económicos dentro de la zona se ven fuertemente beneficiados.

IV.2.4. Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas

La región se compone de un sistema productivo primario sobreexplotado, empobrecido y limitado (Ganadería extensiva y pesca). La intensidad de las actividades ganaderas no permiten la recuperación de la productividad de la vegetación que forma un mosaico de 4 tipos (BTC, BE, Manglar y Vegetación Halófito) que *per se* con una fuente variada de materias primas desaprovechadas, en un estatus de fragmentación y desmonte indiscriminado para concentrarlos en actividades ganaderas de poca utilidad, tanto para a nivel económico de las localidades beneficiarias de estos recursos naturales, como ecológico (productividad, microclimas, nichos de anidación y crianza de pesquerías comerciales, santuarios para la reproducción, protección de la erosión en zonas costeras por mareas y ciclones) que rompe con los ciclos y calidad de flujos de energía (fertilidad) y servicios ambientales (infiltración a mantos acuíferos, captura de carbono y santuarios de la biodiversidad) que en pro de la diversificación y obtención de materias primas que faciliten un reparto de beneficios económicos en escalas de espacio y tiempo más prolongados. Contrario a las actividades temporales autóctonas de matiz migratorio que dependen de la estación lluviosa (Maíz, sorgo y ganado de engorda). Cabe

mencionar que en una parte del sistema regional se cuenta con un red de riego deficiente debido a la falta de mantenimiento y azolve. Las actividades mencionadas anteriormente no permiten el funcionamiento de los ciclos de sucesión vegetal propios del área (brinzales y latizales).

IV.3. Diagnóstico Ambiental Regional

El recurso vegetación es el más impactado, debido al cambio de uso de suelo que provoca la pérdida de grandes extensiones de vegetación, incluyendo los sistemas ambientales que se pierden. Sumando y acumulando daños a nivel local llegando a daños permanentes que requieren varias décadas para su recuperación (estadíos tardíos de sucesión). Un reflejo de esta actividad es el ascenso de la presencia de algunas aves que comen los parásitos de las vacas (*Crotophaga sulcirostris*). Estas aves se han convertido en vector para la dispersor del muérdago (*Psittacanthus ssp*) que paulatinamente va disminuyendo el incipiente arbolado de los lienzos de los agostaderos llevando a un mayor empobrecimiento de la diversidad florística. Los pastizales utilizados en la ganadería incluyen géneros agresivos de pastos *Cynodon* y *Bouteloa*.

La pesca se ha visto disminuida en los últimos años, por la pérdida del flujo de corrientes por la clausura de la boca barra cambiando la dinámica cíclica de sus aguas en la zona lagunar causando una disminución de la productividad biológica de la cuenca, que a su vez ocasionaría una disminución de la actividad pesquera en el cuerpo de agua. Por lo que las condiciones hidrológicas en que se encuentra actualmente el Mar Tileme repercuten negativamente en la calidad del agua, modificando drásticamente la biota presente e impactando muy desfavorablemente a los productos pesqueros en la zona.

Sin embargo en la costa sur, hacia el Golfo de Tehuantepec no hay embarcaciones y la pesca es muy escasa, ya que las corrientes y el oleaje son muy altos, por lo que no representan ninguna de las dos zonas atracción para el turismo. La agricultura de temporal es escasa, A pesar del copioso temporal que se llega a presentar (hasta 1000 mm), debido a la salinidad y poca materia orgánica, así como el mal drenaje que presenta el suelo.

Los análisis de agua realizados en el SAR y zonas aledañas (UMAR, 2008) indican que las zonas de mayor riesgo por contaminación en la Laguna Superior : 1) La playa Guiguchuni (DR 19), con el mayor número de derrames de hidrocarburos. 2) la desembocadura del Río Los Perros, con contaminación por desechos urbanos. 3) la desembocadura del arroyo Chilona (DR 19), con derrames de hidrocarburos y aplicaciones extensivas de herbicidas y fertilizantes fosfatados. 4) la desembocadura del Río Chicapa, con uso intensivo de herbicidas y fertilizantes. La contaminación ocasionó serios trastornos socioeconómicos, principalmente en la disminución de los volúmenes de captura, confusión en la percepción del entorno por parte del pescador,

mayores insumos para el desarrollo de la actividad y dificultades para la comercialización de sus productos.

La carencia de estrategias y políticas municipales conjuntas en el marco de un ordenamiento territorial para administrar los recursos naturales ha llevado a la sistemática contaminación de los cuerpos por encausamiento de las aguas residuales por los ríos en dirección al SLH, como las zonas costeras alterando la calidad y condición de sanidad para consumir pescados y mariscos haciendo riesgoso el consumo, deteriorando la condiciones de producción disminuyendo la productividad y el ingreso económico de las comunidades beneficiarias de la fauna marina del SLH.

Implicaciones económicas en el SAR

Las tendencias demográficas reflejan el consumo y búsqueda de la subsistencia en función de la disponibilidad de fuentes de trabajo y de grupos sociales con niveles de educación (nivel licenciatura). Conforme crece la población económicamente activa, la demanda de oportunidades de trabajo satura la oferta de empleos que requiere niveles más bajos de preparación académica (primaria y secundaria). Lo anterior provoca un aumento de la tasa de desempleo, que deja a sectores de la población (analfabeta en especial) sin modo de sobrevivir por lo que se ven forzados a ejercer presión a los recursos naturales desde la cacería (requerimientos de proteína) de la fauna silvestre como iguanas, tortugas marinas, aves migratorias, liebres, hasta desmonte (para cultivos de maíz y frijol). La repetición de los eventos de consumo de recursos naturales, dirigirán a la pérdida de nutrición de los suelos y subsecuente extinción de la fauna local por eliminación de la cobertura vegetal y aprovechamiento de la fauna por encima de las capacidad reproductiva y de reemplazo poblacional de las especies.

Implicaciones sociales en el SAR

Las etnias residentes en el SAR han hecho por décadas el uso de los recursos naturales según lo dictan sus usos y costumbres, por lo que la adopción de nuevos métodos de manejo agrícola no son bien aceptados por los costos y por la desconfianza de utilizar un sistema de producción fuera de la idiosincrasia centenaria de las comunidades de la región (zapoteca y huave). El agotamiento de los recursos naturales por la sobreexplotación trae consigo el surgimiento de resentimientos y malentendidos que desembocan en enfrentamientos que dan por resultado en

acciones de consumo furtivo de flora y fauna por encima de las leyes ejidales de cada comunidad.

COPIA PÚBLICA

Implicaciones de la avifauna en el SAR

Las aves llevan a cabo una participación dinámica en el SAR por ser agentes de dispersión de semillas ayudando al proceso de competencia natural y heterogeneidad de la vegetación. Las aves también contribuyen en su proceso en el control de poblaciones de insectos que pueden ser nocivos para el hombre y sus cultivos, llegando a ser objeto en algunos casos del consumo de la gente. Las actividades antropogénicas que ocurren en el SAR actúan en detrimento de avifauna por la pérdida de vegetación que sirve para el perchado y alimentación. En algunas partes como San Mateo del Mar y Santa María del Mar la falta de control adecuado de los residuos sólidos y actividades ganaderas ha llevado a la contaminación de los cuerpos de agua por plásticos y heces fecales del ganado que pasta de manera extensiva, consumiendo el follaje de especies arbóreas, así como los renuevos impidiendo el reemplazo y sana dinámica de los ecosistemas forestales bajando la calidad de los servicios ambientales que proporcionan como la infiltración de agua a mantos freáticos y captura de carbono. La expansión de la frontera ganadera llevará un escenario de competencia por la remoción y consumo de la vegetación dejando un desequilibrio en la dinámica migratoria por la competencia de los recursos de forrajeo entre la aves residentes y migratorias.

Implicaciones de las especies en estatus de peligro

La heterogeneidad de las comunidades vegetales crea condiciones que llevan a la especialización de los organismos que logren colonizar el nicho y perpetuar su especie. Un ejemplo de esto es la liebre del Istmo (*Lepus flavigularis*) que ha utilizado la comunidad de vegetación halófila como medio para mantener sus requerimientos alimenticios y poder mantener su dinámica poblacional sin ningún problema. La invasión de su hábitat por el ganado y las prácticas agrícolas tradicionales (quema de pastizales) representan un gran peligro para la sobrevivencia de la liebre. Otro problema que incide en la reducción de sus poblaciones es la cacería para la obtención de su carne para cumplir con la demandas nutricionales elementales de los habitantes de Santa María del Mar. Las tendencia actual no le da mucha viabilidad futura a la liebre por lo que la falta de medidas que promuevan su conservación la llevarán a la inminente extinción quizás en menos de un década, es por esto que el promovente incluye dentro de sus medidas de mitigación una serie de acciones que ayudarán de manera significativa a cuidar a la especie durante las tres etapas del proyecto. Las playas localizadas en San Mateo y Santa María son visitadas en ciertas temporadas por 3 especies de tortugas marinas (*Lepidochelys*, *Eretmochelys* y *Chelonia*). La costumbre de consumir huevos tortuga tiene su base en el mito de dar poderes afrodisiacos a quien los consume, contrario al riesgo

médico por lo altos niveles de colesterol que tienen. La actividad del saqueo se ha vuelto un negocio que pone los huevos a la venta en el mercado de Juchitán hasta 250 pesos por 100 huevos dependiendo la temporada y la abundancia en el momento. Esta actividad pone en gran riesgo a las tortugas si no se llevan a cabo labores de vigilancia y disuasión de los saqueadores.

Escenario de perspectivas de mejoramiento de la calidad ambiental y de vida de las comunidades que forman parte del en el SAR con el establecimiento del Parque Eólico.

Un escenario de desarrollo económico activo es probable en el SAR con la operación de complejos de producción de energía aprovechando la fuerza del viento. La detonación de empleos per se servirá para disminuir el aprovechamiento de subsistencia y presión sobre los recursos. El comienzo de maniobras y labores de mantenimiento del sistema eoloelectrico de producción traerá regulaciones que promoverán la conservación de las tortugas y la liebre del istmo, evitando la quema de pastos, cacería y saqueo de huevos de tortuga en las áreas contiguas y dentro del Parque Eólico por lo que se instaurará una iniciativa de conservación con continuidad y conciencia de la importancia de la preservación de la fauna y su legado para las siguientes generaciones.

En conclusión el componente humano y sus actividades de subsistencia han agotado paulatinamente los recursos fragmentando la vegetación aislando el flujo natural de poblaciones y eventos sucesionales que naturalmente son moldeados por las variables ambientales en su conjunto. Por lo que es necesario la iniciativa de sistemas de producción amigables con el ambiente que colaboren conjuntamente en pro del mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores, iniciando un proceso de recuperación del entorno aprovechando las particularidades de cada elemento autóctono revirtiendo los procesos de deterioro tratando de encontrar el balance productivo-económico y ambiental, conservar produciendo y producir conservando.

IV.4 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional

El sitio de estudio (polígono 1 y polígono 2) está conformado por un mosaico heterogéneo de condiciones abióticas (zona plana de alta prevalencia de vientos de golfo, suelos con baja permeabilidad y salinidad) y bióticas (vegetación de afinidad tropical), cuya estacionalidad moldea el paisaje y actividades humanas de la región.

La matriz territorial bajo estudio muestra heterogeneidad paisajística (extensas zonas desmontadas como estratos vegetales definidos por factores edáficos) y biótica por encontrarse insertas varias comunidades vegetales (BTC, BE, VAS, VH, Palmar y Manglar) y faunísticas

(especialmente avifauna) de alta fragilidad que han servido como medio de subsistencia para las etnias de la zona.

Las geoformas del Istmo de Tehuantepec sirven de refugio para miles de aves que llevan a cabo sus hábitos migratorios para descansar reproducir y alimentarse para continuar en algunos casos ruta continentales hasta Sudamérica.

Las poblaciones autóctonas de la región (huaves y zapotecos) han concentrado por décadas el uso de suelo a la ganadería (ganado vacuno, ovino, caprino y equino) extensiva, lo que hace patente la necesidad de desmonte de grandes extensiones de BTC cuya fragilidad hace complicado procesos de recuperación, por la continua de necesidad de realizar quemas agrícolas para favorecer el crecimiento de pastos para la alimentación de hatos.

Las características y tendencias del uso de suelo a través del tiempo indican un escenario de empobrecimiento de los recursos por la falta de un ordenamiento en el uso de los recursos naturales. Así como una perspectiva de una proyección de los procesos de cambio en los componentes florísticos y faunístico por ejercer actividades de remoción de la vegetación.

Lo anterior conduce a la disminución continua de la presencia de especies con requerimientos específicos (luz, humedad y nodrizaje) para el mantenimiento de sus poblaciones. Los cambios ejercidos en la matriz ambiental lleva a la pérdida de especies climax (flora y fauna), incluyendo los elementos bióticos infraespecíficos (estadios vegetales sucesionales inferiores). Esta pérdida de biodiversidad ha conducido a la pérdida de características locales (especies fijadoras de nitrógeno) llevando a un detrimento del medio abiótico regional (permeabilidad facilitada por desarrollo radical de árboles), incluyendo la productividad de sitio por alteración y pérdida en el reciclaje de nutrientes por actividades antropogénicas (roza, tumba y quema).

La continuidad de estas actividades llevará a un dominancia de especies colonizadoras propias (huizaches) de estadios tempranos de recuperación del BTC. Cabe mencionar que estas especies no representan un forraje atractivo para el ganado por ser especies armadas (espinosas) de alta capacidad de producción vegetativa y resistencia a incendios. Por lo que serán irreversibles los daños a estas asociaciones vegetales mientras no se detenga el uso del fuego para permitir la dinámica de reemplazo de especies.

El empobrecimiento de las condiciones edáficas por la alteración de los ciclos de nutrientes se hace patente en lo pobre de las cosecha, significando problemas de calidad de vida que llevan a

procesos de inmigración y abandono de tierras, quedando estas expuestas a los procesos de erosión.

La alteración de los componentes bióticos de la región provoca la acentuación de algunos factores propios de la región (exposición a los vientos del Golfo de México por carencia de cobertura arbórea) se reflejan en la cantidad y calidad de los satisfactores obtenidos por las comunidades que dependen de estos recursos y solo tienen lo necesario para sobrevivir, careciendo de bienestar para llevar a cabo procesos de mejoramiento educativo (estudios superiores) para aspirar a una mejor calidad de vida.

COPIA PÚBLICA

IV.5. Construcción de escenarios futuros

Sobre la base de la información compilada y analizada en las secciones anteriores, formular y aplicar modelos predictivos de los escenarios posibles para la región de estudio, sin considerar el proyecto como una variable de cambio. Para la predicción se considerarán tres plazos: corto (hasta cinco años), mediano (de seis a 15 años) y largo (de 16 años en adelante).

La proyección a corto plazo (5 años) indica un aumento en la actividad socioeconómica de la región debido al mejoramiento de la red de caminos para acceder a más sitios para llevar actividades como la pesca. Los ejidos y pequeños propietarios participantes de las utilidades por renta y generación de energía verán mejorada su calidad de vida. Un reflejo de esto será el interés del emprender proyectos productivos alternativos (plantaciones para la extracción de biodiesel, proyecto eco-turísticos) más afines a las características de la región.

La proyección a mediano plazo (6 a 15 años) nos indica un actividades productivas alternas consolidadas con aumento directo de la calidad de vida de quienes participaron en la sociedad del proyecto eólico y mejora indirecta de los que no participaron en generación de energía eólica mediante el impulso de las actividades turísticas hacia la región gracias al mantenimiento que se le da a la red de caminos de acceso.

La proyección a largo plazo (16 años) corresponderá a una red de actividades turísticas consolidadas por la venta de servicios y bienes turísticos de las comunidades participantes en el proyecto eólico. La diversificación productiva, empleos generados y afluencia turística por las características paisajísticas y facilidades para nuevos agronegocios alternativos (Plantaciones de biodiesel y UMAS de conservación), artesanías típicas (alebrijes) que han tenido éxito en su venta en otras partes de Oaxaca (López et.al. 2005), harán a la región un sitio frecuentemente visitado por el turismo nacional y extranjero.

COPIA PÚBLICA

COPIA PÚBLICA

Índice

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	523
V.1 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	525
V.1.1 Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos	525
V.1.2 Identificación de elementos ambientales relevantes e indicadores de impacto.	526
V.1.3 Técnicas para evaluar los impactos ambientales	528
V.1.4 Estimación cualitativa y cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental regional	530
V.2 IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS	536
V.2.1 Selección y descripción de los impactos significativos	536
V.2.2 Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental. .	538

Índice de Figuras

Figura V. 1 : Relaciones causa-efecto de algunas obras sobre el suelo en el SAR.....	539
Figura V. 2 : Ejemplo de efecto visual de la pavimentación de uno de los caminos de servicio que serán rehabilitados y acondicionados para la operación del parque en ambos polígonos.	542
Figura V. 3 : Simulación del impacto visual que causará la instalación de aerogeneradores, la subestación y el pavimentado de los caminos (Polígono 1 arriba y Polígono 2 abajo).	543
Figura V. 4 : Ejemplo de la incidencia visual de un parque eólico en el Istmo: a) imagen del parque La Venta II de CFE atractivo visual para propios y extraños, Fuente INGESA, 2007); b) simulación de la probable incidencia visual en el SAR con respecto de las localidades, centros urbanos y municipios.....	545
Figura V. 5 : Vegetación subacuática en las lagunas intermitentes que se crean durante las temporadas de lluvias (Fuente: INGESA, 2007).....	546
Figura V. 6 : Diagrama de interacciones probables que pueden provocar impactos a la fauna y en general a especies protegidas.....	551
Figura V. 7 : Ejemplo de zonas donde se practica la cacería de especies de importancia económica y de autoconsumo en el SAR (Polígono 1 arriba y Polígono 2 abajo) y sitios potenciales de atropellamiento por circulación frecuente de vehículos y fragmentación de hábitat.....	554
Figura V. 8 : Sitios potenciales de atropellamiento de fauna por el tránsito de vehículos zonas de fragmentación de hábitats en el Polígono 1 cerca de la S. E. Virgen del Carmen.....	556
Figura V. 9 : Rutas migratorias internas localizadas cerca del Polígono 1 (flecha roja).	560
Figura V. 10 : Aerogeneradores que podrían poner en riesgo las incursiones de las aves acuáticas entre cuerpos de agua que se forman en la península.	560
Figura V. 11 : Sitios potenciales de colisión de murciélagos con los aerogeneradores (cruces rojas) en ambos polígonos (arriba Polígono 1 y abajo Polígono 2).	563
Figura V. 12 : Ejemplo de las localidades más cercanas a uno de los polígonos del parque que se podrían ver beneficiadas por la contratación de mano de obra.	565
Figura V. 13 : Muestras de diferentes formas de turismo y su relación con los parques eólicos Europa (www.windpower.org; Asociación Danesa de la Industria eólica).	569

Índice de Tablas

Tabla V. 1 : Acciones y actividades identificadas como fuentes de cambio en las etapas del proyecto.	526
Tabla V. 2 ; Indicadores de impacto potencial.	527
Tabla V. 3 : Clasificación inicial de impactos probables en la Matriz de Leopold (no depurada).	529
Tabla V. 4 : Criterios utilizados para la valoración del impacto potencial.	529
Tabla V. 5 : Clasificación de los impactos según su IPE, original de Conesa Fdez.-Vitora (1997) y modificada por INECOL (2007).....	530
Tabla V. 6 : Matriz general de Interacciones causa-efecto (modificada de Leopold) donde se ilustran las interacciones identificadas.	532
Tabla V. 7 : Clasificación de interacciones identificadas de la matriz de impactos (total y depurada).	533
Tabla V. 8 : Matriz de impactos depurada, se puede notar la diferencia entre la Tabla V.6 y esta matriz depurada.....	533
Tabla V. 9 : Matriz de impactos depurada y calificada, se muestra cuales son las actividades y los indicadores que podrían tener una mayor afectación.....	535
Tabla V. 10 : Impactos significativos (o interacciones relevantes) que son seleccionados.....	537
Tabla V. 11 : Superficies de afectación por obra y uso del suelo y vegetación (ha).	548

Tabla V. 12 : Superficies de afectación por obra y uso del suelo y vegetación (ha)	548
Tabla V. 13 : Condensado de afectación de Remoción de Vegetación Para el Proyecto	549
Tabla V. 14 : Especies de fauna registradas en el SAR	553
Tabla V. 15 : Probabilidad de volar a una altura de riesgo en ambos polígonos (Tomado con autorización de PRENEAL del monitoreo realizado por INECOL durante 2008)	558
Tabla V. 16 : Especies bajo riesgo de colisión que migran en la región del Istmo de Tehuantepec (tomado del Estudio de Impacto para el Proyecto 31 CE La Venta III, INECOL, 2007)	559
Tabla V. 17 : Especies de murciélagos que pueden colisionar con los aerogeneradores en la región del Istmo y no exclusivamente en el Parque Eólico Istmeño.	562
Tabla V. 18 : Oferta de empleos durante las tres primeras etapas de ejecución del proyecto.....	565
Tabla V. 19 : Descripción general de impactos presentes provocados por las amenazas externas.....	570

COPIA PÚBLICA

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Consideraciones específicas

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es un importante y poderoso instrumento de política y planeación. Está diseñado para ser abierto e imparcial, y tiene por objeto identificar los impactos ambientales de los proyectos y las posibles medidas para evitar daños al medio ambiente (Marsh *et al.*, 2001). La evolución del desarrollo de proyectos de parques eólicos en los continentes, requieren de una EIA formal, solicitada por diversos reglamentos, normas y leyes en el mundo, incluyendo nuestro país. Para la instalación de aprovechamientos de la energía eólica para la producción de electricidad (parques eólicos), una EIA puede ser necesaria si hay posibles impactos medioambientales significativos por la instalación los aerogeneradores o si estos exceden una cierta altura sobre el nivel del terreno (e. g. >15 m de altura).

En la EIA se deben incluir los umbrales indicativos y criterios para ayudar a identificar los acontecimientos y situaciones que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, en virtud de factores tales como su naturaleza, tamaño y ubicación de los posibles impactos. Bajo esta premisa, el Capítulo correspondiente, tiene como principal objetivo que el evaluador conozca a fondo las posibles afectaciones al sistema ambiental, que pudieran suscitarse por la introducción del Parque Eólico Istmeño y tiene como premisa inicial identificar, describir y evaluar los impactos ambientales, acumulativos y sinérgicos significativos que generará el proyecto sobre el sistema ambiental (SA) en dos escalas: sistema ambiental local o área de influencia del proyecto (SAL) y sistema ambiental regional (SAR). Para realizar la EIA se han tomado en cuenta las características que tendrá el parque eoloeléctrico y su capacidad final proyectada. Así como también es importante situarlo dentro del escenario del total desarrollo del corredor eólico del Istmo, esto es, inmerso en la zona con los demás proyectos de generación de electricidad con aerogeneradores.

Desarrollo del Capítulo

Este Capítulo, es construido a partir de la información recabada en los capítulos anteriores y para construirlo, fue necesario utilizar y adecuar el orden de seguimiento que se propone en la Guía para elaborar la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional de Proyectos de Generación, Transmisión y Transformación de Energía Eléctrica (SEMARNAT, 2000). Con la ayuda de la Guía correspondiente, fue posible cubrir todos y cada uno de los apartados solicitados por la autoridad ambiental, no obstante, debido principalmente a los novedoso del desarrollo de este tipo de proyecto, como son los parques eólicos en nuestro país, el seguimiento puntual y explícito de la Guía es complejo, por tanto, durante el proceso de desarrollo del presente estudio, fue necesario tener como apoyo diversos documentos entre los que figuran la MIA modalidad particular Parque Eólico La Venta II-Oaxaca (INECOL, 2003), la MIA modalidad particular Parque San Dionisio (BDA, 2005), la MIA modalidad particular La Venta III (INECOL, 2007), la MIA modalidad particular Parque Eólico La Ventosa (Parques Eólicos de México, 2005), documentos de British Wind Energy Association (BWEA, 1994), SGS Environmental (1996); The Nature Conservancy (Marsh *et al.*, 2001) y de la Comisión Europea (EC, 2000, así como diversas publicaciones de corte científico en materia de impacto ambiental (e. g. Percival *et al.*, 1999; Drewitt y Langston 2006) para poder realizar de forma adecuada la evaluación de los impactos probables y cumplir así con los dispuesto por las autoridades en materia ambiental; cabe aclarar que todos son documentos de uso público.

Dicho esto, el desarrollo del capítulo en una versión simplificada, se plantea en un orden progresivo dependiente, donde la generación de un apartado precede al inmediato posterior y así sucesivamente. El orden del desarrollo del capítulo expuesto, permite el cumplimiento cabal de lo solicitado por la autoridad ambiental y primordialmente, ayuda y permite aplicar un mayor esfuerzo en el análisis de las probables interacciones más relevantes entre el parque eólico y el sistema ambiental.

V.1 Metodología para la evaluación de los impactos ambientales

V.1.1 Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos

Durante el desarrollo del Capítulo II, donde explícitamente se genera una descripción técnica detallada del proyecto, fue posible identificar en el programa de actividades y en las fases o etapas descritas, una lista de posible fuentes de disturbio o cambios (29 actividades en tres fases del proyecto), que específicamente, son las acciones y actividades del proyecto. Con la identificación de estas fuentes y con la ayuda de los Capítulos II de las MIA's consultadas, fue posible desglosar para cada etapa (Tabla V.1) las acciones a realizar en la ejecución del proyecto, las etapas son:

1. Etapa de preparación del sitio
2. Etapa de construcción
3. Etapa de operación y mantenimiento
4. Etapa de abandono

Etapas del proyecto	Actividades	Clave
1. Preparación de sitio	Oferta y contratación de mano de obra no calificada en comunidades cercanas	A1
	Presencia de trabajadores	B1
	Desmontes y despalmes de sitios de obras incluyendo caminos	C1
	Limpieza, trazo y nivelación de terreno	D1
	Excavación y compactación de terreno (zanjas, bases, etc...)	E1
	Circulación frecuente de vehículos y maquinaria	F1
2. Construcción	Presencia de trabajadores	A2
	Extracción de bancos de materiales para relleno	B2
	Infraestructura provisional (almacenes, talleres, bodegas, etc...)	C2
	Movimiento de tierras de zanjas, cunetas, zapatas, áreas de maniobras, y tendidos eléctricos (excavación y relleno).	D2
	Edificación de Subestaciones e instalaciones técnicas	E2
	Construcción de sistema de drenajes y canalización de cauces (cunetas, alcantarillas, vados, canales, etc...)	F2
	Pavimentado de caminos de servicio interiores y periféricos (compactado a terracería)	G2
	Instalación de ductos eléctricos	H2
	Construcción de zapatas para aerogeneradores	I2
	Montaje mecánico e instalación de aerogeneradores	J2
	Instalación de línea de transmisión	K2
	Manejo y disposición de residuos peligrosos y no peligrosos	L2
	Manejo y disposición de aguas residuales sanitarias	M2
	Disposición final de material de excavación	N2
Transporte y almacenamiento de combustibles	N2	

Etapas del proyecto	Actividades	Clave
	Circulación frecuente de vehículos y maquinaria	O2
	Mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipo	P2
	Desmantelamiento de infraestructura provisional	Q2
3. Operación y mantenimiento	Presencia de trabajadores	A3
	Presencia y operación de aerogeneradores en la generación de energía	B3
	Circulación frecuente de vehículos	C3
	Manejo y disposición final de residuos peligrosos y no peligrosos	D3
	Servicios auxiliares y mantenimiento del parque	E3
4. Abandono	Desmantelamiento de aerogeneradores (hélices, góndolas, torre)	A4
	Desmantelamiento de líneas de conducción	B4
	Desmantelamiento de Subestaciones	C4
	Desmantelamiento de caminos	D4

Tabla V. 1 : Acciones y actividades identificadas como fuentes de cambio en las etapas del proyecto.

Es importante hacer mención, que debido la naturaleza del proyecto, la identificación de las fuentes de disturbio fue apoyada con la consulta a las MIA's mencionadas con anterioridad, esto con el fin de conocer más a fondo cuales podrían ser las acciones o actividades que podrían estar impactando de manera sinérgica y acumulada en la región; es decir, la mayoría de las actividades del desarrollo del proyecto se repiten en la instalación de otros parques eólicos (e. g. desmontes, nivelación de terreno, zanjas para instalación eléctrica, caminos interiores, zapatas, áreas de maniobras etc...).

V.1.2 Identificación de elementos ambientales relevantes e indicadores de impacto.

La identificación de impactos ambientales consiste en determinar la índole y la magnitud de las perturbaciones generadas por el proyecto; es decir, las interacciones entre las actividades del sitio y los elementos ambientales receptores. Los indicadores de impacto considerados, son los elementos del medio ambiente afectados, o potencialmente afectados, por las acciones y actividades del proyecto. Para esto es necesario la identificación de cada uno de los posibles indicadores de las interacciones más relevantes que se puedan dar dentro del SAL y del SAR; los indicadores fueron seleccionados con referencia a lo expuesto en el marco ambiental en el Capítulo IV y bajo la definición genérica de indicador de impacto propuesta por Ramos (1987): "*un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio*". En este sentido, se considera a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos que permitieron evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del establecimiento del proyecto. Los indicadores identificados y

seleccionados fueron listados tomando como base la clasificación recomendada por Conesa Fdez.-Vítora (1997) y de manera paralela estos fueron calificados según su posible importancia funcional en el sistema ambiental utilizando la técnica de valoración expuesta por Estevan-Bolea (1984), para la calificación, a cada indicador le fue asignado un Valor Ecológico conocido como Unidad de Importancia (UI) (Tabla V.2).

Indicadores seleccionados				
Factores	Elemento	Indicador	Clave	UI ¹
Abióticos	Agua (superficial y subterránea)	Calidad del agua (cambios fisicoquímico y biológico)	Wat 1	35
		Desvío escorrentía	Wat 2	20
		Modificaciones a los niveles freáticos (disponibilidad)	Wat 3	30
	Aire (atmósfera)	Incremento en las concentraciones atmosféricas por emisiones de NOx, CO ₂ , COV's, HC, PST ^[2]	Air 4	30
		Incremento en los niveles de ruido	Air 5	20
	Suelo y geología	Alteración a las características físico-químicas	Soil 6	35
		Erosión y compactación	Soil 7	45
Bióticos	Paisaje	Aspectos estéticos en la incidencia visual	Lands 8	35
		Afectación a unidades básicas singulares	Lands 9	40
		Pérdida de valor científico	Lands 10	25
	Flora y vegetación	Pérdida de cubierta vegetal	Flora 11	45
		Especies de importancia económica	Flora 12	30
		Especies con estatus (NOM-059)	Flora 13	65
	Fauna	Especies con estatus (NOM-059)	Fauna 14	65
		Pérdida de individuos (aves, mamíferos, anfibios y reptiles)	Fauna 15	65
		Muerte de aves y murciélagos por colisión	Fauna 16	65
		Especies de importancia económica	Fauna 17	30
Socioeconómicos	Población y vivienda	Demografía	Pop 18	25
		Demanda de infraestructura y servicios	Pop 19	30
	Economía y finanzas	Generación de empleo (temporal y permanente)	Econ 20	40
		Economía local y regional (incremento)	Econ 21	40
	Salud pública	Incremento de enfermedades	Health 22	35
	Recreativo y cultural	Reacciones adversas de la sociedad	Cul 23	40
		Conservación de ecosistemas	Cul 24	40
		Actividades recreativas y turísticas	Cul 25	20
Productivo	Uso del suelo (cambio)	Prod 26	50	

Tabla V. 2 ; Indicadores de impacto potencial.

Con la identificación de indicadores de impactos, es posible seleccionar algunos elementos ambientales relevantes dentro del SAR, como son las aves migratorias y murciélagos, generación de empleos, especies con status de protección, entre otros.

¹ UI= Unidad de Importancia del Valor Ecológico otorgado al elemento ambiental

V.1.3 Técnicas para evaluar los impactos ambientales

La técnica comúnmente más utilizada que ha sido considerada en algunos casos como método de evaluación de impactos, es la matriz de Leopold con sus múltiples modificaciones y adaptaciones, en este caso no es la excepción, dada la naturaleza del proyecto y el constante usos de esta técnica en la EIA de proyectos de esta índole, se utilizó esta matriz de causa-efecto, para poder tener puntos de comparación en el ámbito regional; como se ha mencionado con anterioridad, el Parque Eólico Istmeño no es el primero en este rubro en la zona de la Llanura del Istmo, por tanto se tomarán en cuenta los impactos de otros proyectos que se encuentran en la misma zona como son La Venta I, II y III de CFE, Parque Eólico La Ventosa, Parque Eólico Eurus, entre otros.

El primer acercamiento a la EIA con la Matriz de Cribado (causa-efecto) modificada de Leopold (Canter, 1988), podemos asegurar que existen acciones y actividades que pudieran generar algún impacto perjudicial al SAR y al SAL; no obstante, algunos impactos probables ya se encuentran consideradas sus medidas de prevención y mitigación en el Capítulo II, tal es el caso del manejo de residuos peligrosos y no peligrosos, el desvío probable de cauces, entre otros; por tanto la utilización de la matriz ayuda a identificar este tipo de situaciones que son eliminadas dentro de la evaluación numérica de los impactos.

La matriz de impactos se genera para ambos polígonos en conjunto (Polígono 1 y 2), no se hace la separación salvo en casos específicos de atención que se menciona en el desarrollo del capítulo. Las actividades (ver Tabla V.1) en sus cuatro fases, son colocadas en las columnas y en las filas los indicadores (ver Tabla V.2), una vez generada la primer matriz, se identifican impactos considerados como significativos y no significativos, además de los que ya se encuentran considerados como impactos prevenidos en el Capítulo II. La matriz de Leopold fue modificada para adaptarla a las necesidades particulares de este proyecto para lograr un mejor análisis de los posibles impactos del proyecto hacia los elementos del ambiente. A continuación se explica la simbología utilizada en la presentación de la matriz de Leopold modificada (Tabla V.3).

Tipificación de impactos probables			
Clasificación	Impacto no significativo	Impacto significativo	Impacto muy significativo
Impacto positivo	•	•	•
Impacto negativo	♦	♦	♦
Impacto acumulativo		Impacto sinérgico	
Impacto acumulativo y sinérgico		Impacto considerado	★
Impacto irreversible	⊕		

Tabla V. 3 : Clasificación inicial de impactos probables en la Matriz de Leopold (no depurada).

Una vez generada la matriz de relaciones causales, se procedió a valorar cualitativamente las relaciones con respecto del componente afectado; para esto fue necesario utilizar algunos criterios de valoración propuestos por Conesa Fdez.-Vítora (1997) y otros más que son considerados por el grupo de expertos como de relevancia (Tabla V.4 y ver Glosario de Términos).

Criterios de valoración			
Naturaleza (NA)	Valor	Sinergia del Impacto (SI)	Valor
Impacto positivo	+	Sin sinergismo	1
Impacto negativo	-	Sinérgico	2
Amplitud del Impacto (AI)		Muy sinérgico	4
Puntual	1	Valor del Elemento (VE)	
Local	2	Muy bajo	1
Regional	4	Bajo	2
Resistencia del Elemento (RE)		Medio	3
Muy débil	1	Alto	4
Débil	2	Legal	8
Media	4	Nivel del Impacto (NI)	
Grande	8	Bajo	1
Obstrucción	12	Medio	2
Acumulación (AC)		Alto	4
Simple	1	Muy alto	8
Acumulativo	4	Total	12

Tabla V. 4 : Criterios utilizados para la valoración del impacto potencial.

Una vez valoradas las relaciones, con la utilización de un algoritmo generado utilizando como base la filosofía matemática de Estevan-Bolea (1984), se procedió a generar una evaluación cualitativa; este algoritmo se conoce como Índice Potencial de Efecto (IPE) y se aplica para cada relación causal; su resultado se expresa en valores absolutos y

relativos y muestra la naturaleza del posible efecto de cambio (negativo o positivo), la expresión matemática es:

$$IPE = \pm NA (3NI+2VE+RE+AI+SI+AC)$$

Donde:

NA es la naturaleza del impacto (\pm), **NI** es el nivel de impacto infundido

VE es el valor del elemento a afectar, **RE** es la resistencia del elemento

AI es la amplitud del impacto, **SI** es su sinergismo

AC es la acumulación del efecto (ver Glosario de Términos).

Posterior a la calificación de la matriz, se calcula el IPE y la matriz es depurada de nuevo, con el fin de eliminar aquellos probables impactos que pudieran ser considerados como irrelevantes o muy poco significativos, la depuración se hace tomando en consideración el valor del potencial de efecto calculado, para esta depuración se toma como base la valoración de Conesa Fdez.-Vítora (1997) y se muestra en la Tabla V.5.

Clasificación de los impactos	
Tipo de impacto	Valoración
Impacto no significativos	0 a 25
Impacto moderadamente significativo	25 a 50
Impacto significativo	50 a 75
Impacto crítico	> 75
Impacto negativo o perjudicial	-
Impacto positivo o benéfico	+

Tabla V. 5 : Clasificación de los impactos según su IPE, original de Conesa Fdez.-Vítora (1997) y modificada por INECOL (2007).

V.1.4 Estimación cualitativa y cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental regional

Como primer paso en la estimación cualitativa, se genera la matriz de Leopold (no depurada) considerando todas las relaciones causales sin importar la magnitud de la afectación ni la naturaleza del impacto, esta matriz, es evaluada por el grupo de trabajo y con la ayuda de bibliografía además de las MIA's consultadas, las relaciones causales son clasificadas y se le proporciona un orden jerárquico de afectación. A la matriz no

depurada o considerada como Matriz general de Interacciones contiene a todas y cada una de las relaciones cauda-efecto que son posible identificar entre los indicadores de impacto y las actividades de las etapas del proyecto. Las relaciones son categorizadas utilizando la Tipificación de Impactos probables de la Tabla V.3; aquí se consideran tanto impactos o significativos o irrelevantes como los muy significativos y sirve para identificar a aquellas actividades más sinérgicas y acumulativas que pudieran generar cambios importantes en el SAR (Tabla V.6).

Posteriormente, estas interacciones, son calificadas utilizando los criterios de la Tabla V.4, sin embargo, al momento de ser calificadas las interacciones, la matriz es depurada y se eliminan de ella a aquellas interacciones que son tipificadas como Impactos No Significativos y como Impactos Considerados (impactos atendidos en el Capítulo II), mismos que pueden ser atendidos de forma integral con medidas aplicadas a otras interacciones. La matriz de impactos depurada, se muestra en la Tabla V.8

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional Sector Eléctrico
"PARQUE EÓLICO ISTMEÑO"

Factores	Elementos	Indicador (clave)	Etapa 1						Etapa 2										Etapa 3					Etapa 4				UI											
			A1	B1	C1	D1	E1	F1	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	H2	I2	J2	K2	L2	M2	N2	Ñ2	O2	P2	Q2	A3		B3	C3	D3	E3	A4	B4	C4	D4			
Abióticos	Agua (superficial y subterránea)	Wat 1			♦	♦													★	★		★	★													35			
		Wat 2					★						●	★																								20	
		Wat 3			♦	♦							♦	♦									★		★														40
	Aire (atmósfera)	Air 4			♦	♦	♦	♦														★		♦	★													30	
		Air 5			♦	♦	♦																	♦	★				♦									30	
	Suelo y geología	Soil 6			♦	♦	♦													★	★		★		★													20	
		Soil 7			♦	♦	♦																																35
Bióticos	Paisaje	Lands 8			♦	♦					★	★	★	♦	●	★									●		♦				●	●	●	●			40		
		Lands 9			♦																																	20	
		Lands 10			♦																																	30	
	Flora y vegetación	Flora 11			♦																																	35	
		Flora 12		♦	♦																							♦										20	
		Flora 13		♦	♦					♦	♦																♦												40
	Fauna	Fauna 14		♦	♦				♦	♦																	♦		♦	♦	♦								25
		Fauna 15		♦	♦				♦	♦																	♦	♦	♦	♦	♦								30
		Fauna 16			♦																								♦	♦	♦								60
		Fauna 17		♦	♦				♦	♦																		♦		♦	♦	♦							
Socioeconómicos	Población y vivienda	Pop 18			♦																																55		
		Pop 19	●	●	●										●												●						●	●	●	●	●	60	
	Economía y finanzas	Econ 20	●	●	●																						●											25	
		Econ 21	●	●	●																						●											20	
	Salud pública	Health 22		♦																																	25		
	Recreativo y cultural	Cul 23			♦																																	35	
		Cul 24		♦	♦																																	35	
		Cul 25																																				35	
Productivo	Prod 26			♦																																	40		

Tabla V. 6 : Matriz general de Interacciones causa-efecto (modificada de Leopold) donde se ilustran las interacciones identificadas.

Fueron identificadas en total 133 interacciones, de ellas el 38% (51 interacciones) son eliminadas por tratarse de interacciones no significativas o atendidas con las medidas y obras en el Capítulo II (Tabla V.7).

Clasificación	Total	Depurada
Atendidos o considerados	18	0
Positivos	31	21
Negativos	84	66
Acumulativos	30	20
Muy sinérgicos	4	1
Acumulativo y sinérgico	9	9
Irreversible	3	3

Tabla V. 7 : Clasificación de interacciones identificadas de la matriz de impactos (total y depurada).

Con esta eliminación se genera una Matriz Depurada misma que es la que se utiliza para realizar al evaluación numérica cualitativa utilizando los criterios antes expuestos (ver Tabla V.4). La matriz depurada, donde se eliminan los impactos considerados y los no significativos la cual contiene solo simbólicamente la tipificación de las interacciones.

Factores	Elementos	Indicador (clave)	Etapa 1				Etapa 2						Etapa 3			Etapa 4				UI					
			A1	B1	C1	D1	E1	F1	A2	D2	F2	G2	I2	J2	K2	O2	A3	B3	C3		A4	B4	C4	D4	
Abióticos	Agua (superficial y subterránea)	Wat 1			♦																			35	
		Wat 2								●															20
		Wat 3			♦						♦														40
	Aire (atmósfera)	Air 4			♦		♦	♦			♦					♦									30
		Air 5			♦		♦	♦										♦							30
	Suelo y geología	Soil 6			♦		♦												♦						20
		Soil 7			♦		♦				♦														35
Bióticos	Paisaje	Lands 8			♦	♦						●	●							♦		●	●	●	40
		Lands 9			♦																				20
		Lands 10			♦																				30
	Flora y vegetación	Flora 11			♦																♦				35
		Flora 12		♦	♦																				20
		Flora 13		♦	♦				♦	♦											♦				40
	Fauna	Fauna 14		♦	♦				♦	♦											♦	♦	♦		25
		Fauna 15		♦	♦				♦	♦											♦	♦	♦		30
		Fauna 16		♦	♦				♦	♦											♦	♦	♦		60
		Fauna 17		♦	♦				♦	♦											♦	♦	♦		60
Socioeconómicos	Población y vivienda	Pop 18			♦																			55	
		Pop 19	●	●						●											●	●			60
	Economía y finanzas	Econ 20	●	●						●											●	●			25
		Econ 21	●	●						●											●	●			20
	Recreativo y cultural	Cul 23			♦																	♦			35
		Cul 24		♦	♦																	♦			35
		Cul 25																				●			35
Productivo	Prod 26			♦																		●		40	

Tabla V. 8 : Matriz de impactos depurada, se puede notar la diferencia entre la Tabla V.6 y esta matriz depurada.

Con los resultados obtenidos de la evaluación, fue posible identificar las actividades que potencialmente pueden generar un cambio en el funcionamiento del sistema, y los

componentes que pueden presentar cambios de consideración; las actividades de desmonte y la presencia de los aerogeneradores son de las más impactantes, teniendo potenciales impactos significativos sobre cinco y cuatro componentes respectivamente. La actividad más sinérgica, acumulativa e impactante es del Desmonte y despalle de los sitios de obras incluyendo caminos (Tabla V.9).

COPIA PÚBLICA

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional Sector Eléctrico
"PARQUE EÓLICO ISTMEÑO"

Factores	Elementos	Indicador (clave)	Etapa 1						Etapa 2						Etapa 3			Etapa 4				Total absoluto	Total relativo			
			A1	B1	C1	D1	E1	F1	A2	D2	F2	G2	I2	J2	K2	O2	A3	B3	C3	A4	B4			C4	D4	
Abióticos	Agua (superficial y subterránea)	Wat 1			-19																			-19	0.02	
		Wat 2										40													40	-0.05
		Wat 3			-20								-16												-36	0.04
	Aire (atmósfera)	Air 4			-24		-23	-21			-23							-19							-129	0.15
		Air 5			-20		-21												-22						-63	0.07
	Suelo y geología	Soil 6			-29		-21																		-50	0.06
		Soil 7			-24		-21				-27														-72	0.08
Bióticos	Paisaje	Lands 8			-18	-18						38						-34		24	24	24	24	64	-0.07	
		Lands 9			-34																			-34	0.04	
		Lands 10			-24													-52						-76	0.09	
	Flora y vegetación	Flora 11			-38																			-38	0.04	
		Flora 12			-11	-15																			-26	0.03
		Flora 13			-11	-24			-13	-11								-11							-70	0.08
	Fauna	Fauna 14			-34	-40			-34	-34							-40	-14	-76	-37					-309	0.35
		Fauna 15			-48	-26			-36	-36							-26	-14	-40	-37					-263	0.3
		Fauna 16												-26	-44				-76						-146	0.17
		Fauna 17			-11	-22			-18	-22							-18	-15		-18					-124	0.14
Productivo	Población y vivienda	Pop 19	52	50					17			50					50							219	-0.25	
		Econ 20	64	50					20									20						154	-0.17	
	Economía y finanzas	Econ 21	50	20					20			30						17						137	-0.16	
		Cul 24			-17	-32																			-49	0.06
		Cul 25																45						45	-0.05	
		Prod 26				-17							-20												-37	0.04
\sum total (absoluto)			166	-12	-426	-18	-86	-122	-46	-50	40	102	-20	-26	-44	-103	33	-255	-111	24	24	24	24	-882		
\sum total (relativo)			-0.19	0.01	0.48	0.02	0.10	0.14	0.05	0.06	-0.05	-0.12	0.02	0.03	0.05	0.12	-0.04	0.29	0.13	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03			

Tabla V. 9 : Matriz de impactos depurada y calificada, se muestra cuales son las actividades y los indicadores que podrían tener una mayor afectación.

V.2 Impactos ambientales generados

V.2.1 Selección y descripción de los impactos significativos

Una vez hecha la evaluación numérica, se procedió a eliminar a aquellos impactos que no fueran significativos, es decir, solo fueron seleccionados como relevantes a atender los impactos que tuvieran una afectación mayor a 25 (ver Tabla V.9), de aquí se desprende primordialmente la selección de los impactos relevantes que deberán ser atendidos con mayor profundidad por el desarrollo del proyecto; estos pueden observarse en la Tabla V.10 donde se muestran solo las interacciones que serán descritas más adelante como impactos relevantes o significativos independientemente de su naturaleza u origen.

COPIA PÚBLICA

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional Sector Eléctrico
"PARQUE EÓLICO ISTMEÑO"

Factores	Elementos	Indicador (clave)	Etapa 1				Etapa 2						Etapa 3			
			Oferta y contratación de mano de obra no calificada en comunidades cercanas	Presencia de trabajadores	Desmontes y despalme de sitios de obras incluyendo caminos	Circulación frecuente de vehículos y maquinaria	Presencia de trabajadores	Movimiento de tierras de zanjas, cunetas, zapatas, áreas de maniobras, y tendidos eléctricos	Construcción de sistema de drenajes y canalización de cauces (cunetas, alcantarillas,	Pavimentado de caminos de servicio interiores y periféricos	Montaje mecánico e instalación de aerogeneradores	Instalación de línea de transmisión	Circulación frecuente de vehículos y maquinaria	Presencia de trabajadores	Presencia y operación de aerogeneradores en la generación de energía	Circulación frecuente de vehículos
Abióticos	Agua (superficial y subterránea)	Desvío escorrentía						+								
	Suelo y geología	Alteración a las características físico-químicas			-											
Paisaje		Erosión y compactación														
	Flora y vegetación	Aspectos estéticos en la incidencia visual								+						
Fauna		Afectación a unidades básicas singulares			-											
	Población y vivienda	Pérdida de valor científico														
Economía y finanzas		Pérdida de cubierta vegetal			-											
	Recreativo y cultural	Especies con estatus (NOM-059)		-	-	-	-									
Recreativo y cultural		Pérdida de individuos (aves, mamíferos, anfibios y reptiles)		-	-	-	-									
	Socioeconómicos	Muerte de aves y murciélagos por colisión									-	-				
Economía y finanzas		Demanda de infraestructura y servicios	+	+							+					
	Recreativo y cultural	Generación de empleo (temporal y permanente)	+	+												
Recreativo y cultural		Economía local y regional (incremento)	+								+					
	Recreativo y cultural	Reacciones adversas de la sociedad			-											
Recreativo y cultural		Conservación de ecosistemas			-											
	Recreativo y cultural	Actividades recreativas y turísticas														

Nota

- > 25 Impacto Moderadamente significativo
- > 50 Impacto significativo
- > 75 Impacto Crítico

+ positivo
- negativo

Tabla V. 10 : Impactos significativos (o interacciones relevantes) que son seleccionados.

V.2.2 Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental.

A continuación se describirán las posibles afectaciones a la estructura del SAR, es decir, los impactos ambientales encontrados mediante la metodología utilizada para su identificación. Para realizar esta descripción se segmentaron los posibles impactos de acuerdo con el elemento receptor del impacto (indicador), según aparición en la matriz de identificación de impactos de Leopold.

Agua (superficial y subterránea)

Desvío de escorrentía superficial por Construcción de sistema de drenajes y canalización de cauces (cunetas, alcantarillas, vados, canales, etc...)

Se prevé que pudiera ser posible presentar alguna afectación por el Desvío escorrentía superficial (principalmente en el Polígono 1 Santa María del Mar y San Mateo del Mar), debido a la construcción de los trazos correspondientes a los caminos de servicio y a la adecuación de los caminos de servicio existentes en el predio. Este impacto es mitigable y el efecto que se predice es positivo ya que antes de infringir afectaciones al funcionamiento del SAR se mitigará el efecto con la construcción de sistema de drenajes y canalización de cauces (cunetas, alcantarillas, vados, canales, etc...); este drenaje pluvial, inexistente en la actualidad, que puede modificar de manera muy poco significativa las condiciones de flujo de drenaje natural existentes en el predio es de suma importancia para evitar afectaciones también a las obras. Sin embargo, esta modificación ordenará el cauce de drenaje, puesto que actualmente en temporada de lluvia el predio tiende a inundarse dejando los caminos de acceso bloqueados por temporadas significativas.

El desvío de la escorrentía natural del terreno se verá muy poco afectada por la construcción de drenajes pluviales, esto debido a que el terreno es prácticamente plano y la capacidad de infiltración es muy grande por el tipo de suelo. Los drenajes pluviales que se construirán estarán a un lado de los caminos existentes, por lo que la modificación de flujo es poco significativa si se toma en cuenta el tiempo que tienen los caminos construidos y que el cause natural del agua se ha modificado para evitar la inundación del

los mismos. Es importante resaltar que el agua busca naturalmente su cauce, por lo que colocación del drenaje pluvial no modificará de manera significativa el flujo hídrico.

Suelo y geología

Alteración a las características físico-químicas y Erosión y compactación por distintos procesos constructivos

A este componente ambiental, le suceden con la introducción de algunos procesos constructivos durante la etapa de preparación de sitio, modificaciones al relieve, a las características físicas y químicas del suelo y de la geología, principalmente provocado por la excavación y los movimientos de tierras de zanjas de cunetas, zapatas, áreas de maniobras, subestaciones, en general en todos los sitios donde la cobertura vegetal será removida por acciones de desmontes, despalmes y nivelaciones de terreno (Figura V.1).

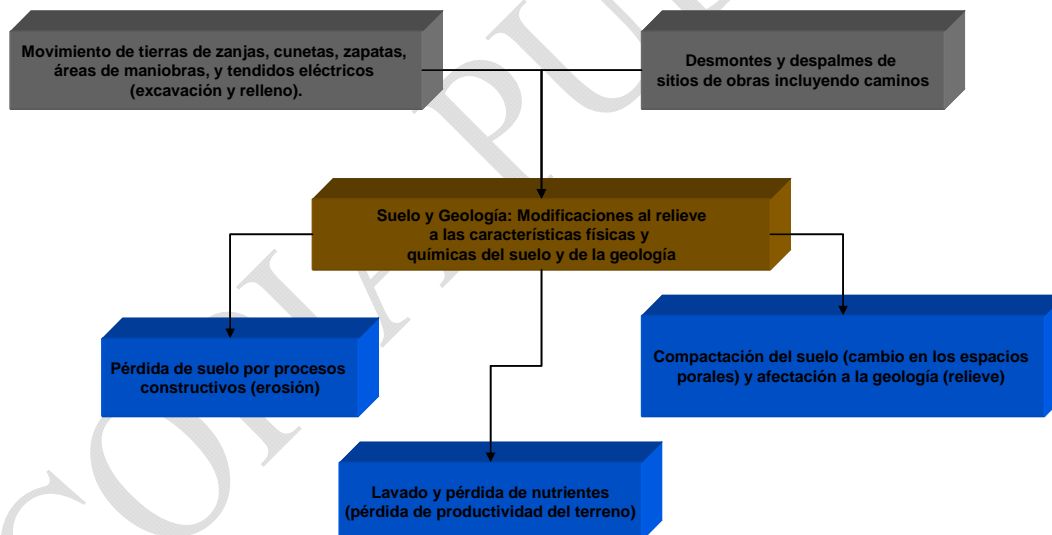


Figura V. 1 : Relaciones causa-efecto de algunas obras sobre el suelo en el SAR.

1. Pérdida de suelo por procesos constructivos (erosión)

La implementación del parque eólico en ambos polígonos, pero principalmente en el Polígono 1, puede llegar a ocasionar la pérdida de suelo por procesos de erosión, que aunque ya se encontraban operando en el área como una amenaza externa la pérdida de suelo, las labores de construcción del parque pueden incrementar el riesgo de erosión. La remoción de la cobertura vegetal, puede incrementar el proceso de erosión eólica, hídrica

o antropológica, alentada esta última por el acceso facilitado al lugar. No obstante, en la región y primordialmente en los dos polígonos del parque existen de facto remoción de la cobertura vegetal por el cambio de uso del suelo y esto con lleva a la pérdida de suelo por remoción de la capa superficial, este impacto podría acentuarse por los fuertes vientos que ocurren en el área.

Las etapas de preparación del sitio y la construcción del parque eólico conllevan a la pérdida de superficies localizadas de suelo dentro de los polígonos. Este suelo perdido por procesos constructivos corresponde al suelo extraído durante las actividades de desmonte, cimentación, excavación de trincheras y de caminos de servicio.

La utilización de los caminos ya existentes ayudará de manera significativa a no perder tierras por procesos constructivos. Un aspecto importante es que los pobladores de las comunidades aledañas al Polígono 1 no utilizan el suelo para la siembra por lo que el impacto que esto puede generar a la economía de los pobladores no es apreciable; caso contrario, en el Polígono 2 (área de El Espinal), si hacen uso del suelo como área productiva agropecuaria, sin embargo al afectación es mínima y se ve compensada con los contratos de usufructo de las áreas. Además tomando en cuenta que el tipo de suelo es pastizal en su gran mayoría y que no es utilizado por los pobladores podemos observar que el impacto no será apreciable. En ambos casos se utilizará una parte mínima del predio para la construcción de caminos, subestación y cimentaciones para los aerogeneradores, se habla del 2.66 % (57,380 ha de 3 500 ha del Polígono 1 y 20,58 ha de 1 267 ha del Polígono 2, estas áreas forman el área del proyecto) del total de la tierra arrendada.

2. Compactación del suelo (cambio en el espacio poral) y afectación a la geología (relieve)

Decremento de espacio poral del subsuelo en las áreas de maniobras, caminos y todos los sitios donde una de las principales actividades de construcción sea el compactado del suelo. Al menos se tiene conocimiento que la superficie de afectación permanente de las distintas obras (zapatas, subestación y caminos) cubrirán en total de ambos polígonos 63,38 ha (de un total de 5 267 ha arrendadas distribuidas en ambos polígonos, tierra de San Mateo en proceso de arrendamiento), esta superficie perderá la capacidad de filtración por su cambio en el espacio poral (estructura); no obstante, las áreas de

maniobras (19,76 ha) también serán compactadas para facilitar el los labores de montaje mecánico de los aerogeneradores con grúa.

3. Lavado de nutrientes del suelo por procesos de erosión

Este impacto puede suceder mediante los procesos de erosión hídrica que pueden llegar ocurrir la región, al realizar obras para la conducción del drenaje pluvial del predio. Sin embargo, debido a las bajas pendientes con que cuenta el polígono, este proceso se ve realmente minimizado. Mencionando que se puede mitigar eficazmente con las medidas propuestas del sistema de drenaje fluvial considerado como positivo ya que disminuye el efecto de pérdida de nutrientes por arrastre y por lixiviación. Dentro de las obras de drenaje pluvial que se pretenden instalar dentro de parque el área es de aproximada es de 2 ha, lo cual es muy poco significativo ya que las condiciones del suelo son muy permeables. Uno de los aspectos más importantes que se pudo observar en la visita de campo fue que los pobladores no utilizan las tierras para la siembra debido su mala calidad para el caso del Polígono 1, por lo que el impacto de lavado de nutrientes en el suelo será prácticamente nulo si tomamos en cuenta que la tierra no se utiliza para este fin. Por lo que se considera que la construcción del parque no afectará de manera significativa hacia la degradación del suelo, con un carácter no significativo e irreversible, un nivel de impacto bajo, un valor de elemento medio, una amplitud local y una resistencia débil.

Paisaje

Aspectos estéticos en la incidencia por Pavimentado de caminos de servicio interiores y periféricos (terracería compactada)

Se prevé que la compactación de terracería *a posteriori* de las zonas desmontadas para la construcción de caminos, tendrá un efecto positivo en la región, a pesar de verse afectada vegetación natural, este efecto es prácticamente nulo. Es importante considerar que las opiniones acerca del desmonte de áreas para la introducción de caminos, es controversial, sin embargo, en el caso del proyecto se harán caminos de terracería compactada y el acondicionamiento para su circulación, va traer importantes beneficios (Figura V.2 y Figura V.3).



Figura V. 2 : **Ejemplo de efecto visual de la pavimentación de uno de los caminos de servicio que serán rehabilitados y acondicionados para la operación del parque en ambos polígonos.**

Con la ejecución del proyecto de construcción del parque serán rehabilitados y habilitados cerca de 55.83 km (37,00 km para el Polígono 1 y 18,83 km para el Polígono 2) de caminos existentes y nuevos (el 69 % corresponden a caminos nuevos). La presencia de maquinaria pesada durante la obra de pavimentación, los levantamientos de PST (polvo) provocará un cambio en el paisaje, aumentando la vulnerabilidad del paisaje. Es importante mencionar que una vez instalado el parque eólico la maquinaria de construcción será removida en su totalidad, dejando el hábitat de las comunidades sin la presencia de esto.

Aspectos estéticos en la incidencia por Presencia y operación de aerogeneradores en la generación de energía

Las modificaciones paisajísticas o impactos a la calidad del paisaje, son unos de los impactos más evidentes en este tipo de proyectos, en principio, el escenario actual se verá afectado visualmente tan solo por la presencia de los aerogeneradores, cambiando drásticamente la calidad del paisaje, causará un impacto visual sobre los elementos naturales del área (Figura V.3). Básicamente este impacto se refiere a la Incursión de un elemento cromático disruptivo en la línea del horizonte y, sin duda alguna, la sola presencia de los aerogeneradores, confiere un aumento en vulnerabilidad del paisaje y

por ende al funcionamiento del SAR. La instalación y operación de este tipo de elementos (aerogeneradores), así como de torres climatológicas que conformarán el parque eólico, ocasionarán una ruptura cromática de la línea visual del horizonte; tal es el ejemplo del Parque La Venta II y los que consecutivamente se estarán estableciendo en la región del Istmo.

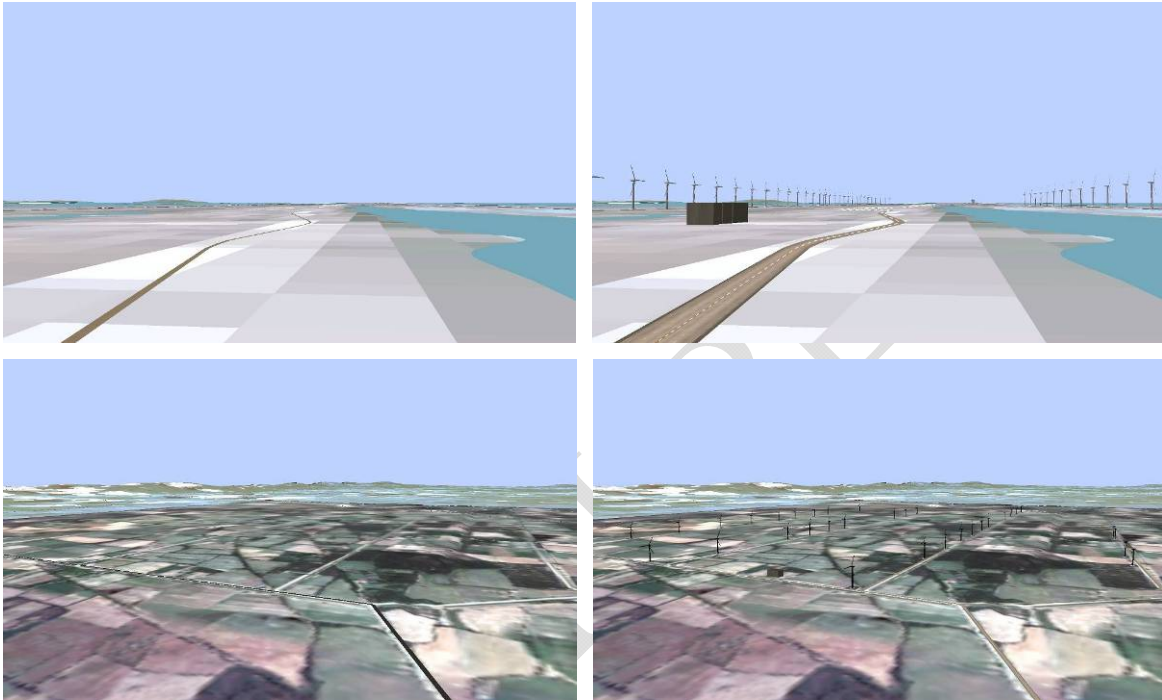


Figura V. 3 : Simulación del impacto visual que causará la instalación de aerogeneradores, la subestación y el pavimentado de los caminos (Polígono 1 arriba y Polígono 2 abajo).

Este fenómeno, para algunos sectores de la población puede ser muy desagradable, por lo que se genera discusiones dentro de una sociedad por demás ambivalente en sus opiniones. Se ha demostrado en un estudio de la Wind Power Association de Dinamarca (www.windpower.org), que generalmente son los habitantes citadinos los que se encuentran en contra de la instalación de parques eólicos, mientras que los habitantes de las inmediaciones del parque se encuentran a favor de su instalación, principalmente por la derrama económica que esto conlleva. El promoverse en este sentido, instalará máquinas de mayor tamaño lo que minimiza radicalmente el número de aerogeneradores a instalar, además ha venido informado a las personas de las comunidades de los dos poblados donde se ha venido desarrollando pláticas informativas para explicar a detalle cómo quedará el proyecto. Cabe mencionar que la empresa cuenta con personal que

habla es de la región y se hablan el dialecto local (zapoteco, huave entre otros), lo cual ayuda a la explicación y entendimiento con los pobladores. Por lo que se consideró que este posible impacto será probablemente de carácter ambivalente no significativo, con un nivel de impacto medio, un valor del elemento bajo, una resistencia débil y una amplitud regional, así como con un carácter acumulativo por todos los parques que se instalarán en la zona del corredor eólico.

Se prevé que al menos las localidades de 16 municipios puedan apreciar la presencia de los aerogeneradores en ambos polígonos; pobladores de áreas urbanas importantes como Juchitán, Unión Hidalgo, Asunción, El Espinal, son algunas de las localidades que tendrán el impacto visual de la presencia de los aerogeneradores (Figura V.4.).

No obstante, la ruptura con la línea de visión, se atenuará lo más posible conforme dictan las medidas de mitigación en la legislación vigente, por lo que se considera que este posible impacto será probablemente de carácter ambivalente significativo, con un nivel de impacto medio, un valor del elemento bajo, una resistencia débil y una amplitud regional, así como con un carácter sinérgico por todos los parques que se instalarán en la zona del corredor eólico.

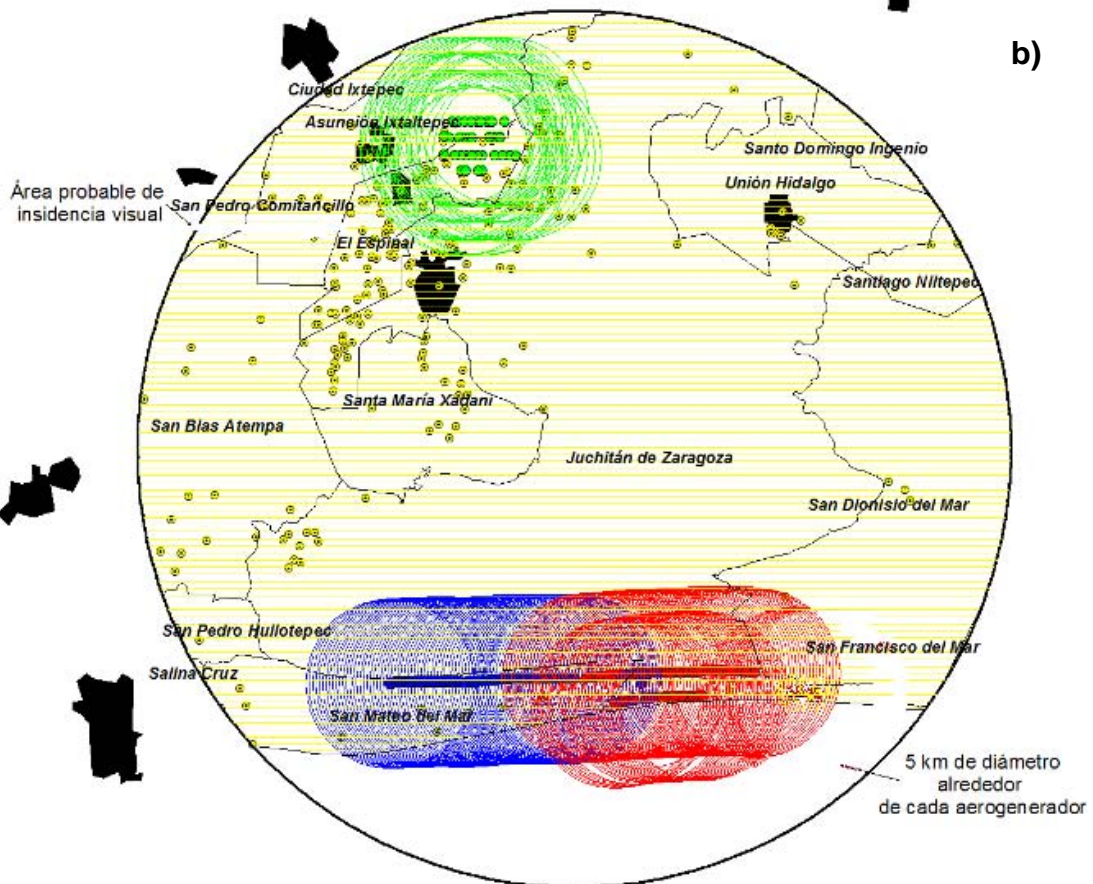


Figura V. 4 : Ejemplo de la incidencia visual de un parque eólico en el Istmo: a) imagen del parque La Venta II de CFE atractivo visual para propios y extraños, Fuente INGESA, 2007); b) simulación de la probable incidencia visual en el SAR con respecto de las localidades, centros urbanos y municipios.

Afectación a unidades básicas singulares² por Desmontes y despalmes de sitios de obras incluyendo caminos

Básicamente este impacto es referido al efecto visual que la actividad de desmonte sobre algunas unidades singulares. Pocas son las unidades básicas singulares que existen en el Istmo, tal es el caso de la vegetación subacuática asentada en lagunas intermitentes y perennes en lo que podríamos denominar península (Polígono 1, Figura V.5); pero no obstante, este impacto fue considerado ya que al menos en el Polígono 1 donde se encontraran 141 aerogeneradores, existen zonas de vegetación subacuática.



Figura V. 5 : Vegetación subacuática en las lagunas intermitentes que se crean durante las temporadas de lluvias (Fuente: INGESA, 2007).

² La definición de este concepto puede consultarse en el Glosario y se refiere básicamente a los ecosistemas.

Pérdida de valor científico por Presencia y operación de aerogeneradores en la generación de energía

Este impacto, se refiere a la afectación que se dará a nivel paisaje, teniendo como fundamento la pérdida de especies de fauna por el efecto de colisiones con los aerogeneradores, es un impacto considerado como crítico y será tratado más a detalle en Muerte por colisiones.

Flora

Pérdida de cubierta vegetal por Desmontes y despalmes de sitios de obras incluyendo caminos

Este posible impacto se conforma por la pérdida de cobertura vegetal por las actividades propias de la fase de preparación de sitio. El parque se pretende instalar en una zona alterada antropogénicamente y se encuentra compuesta por zonas agropecuarias de bajo rendimiento con pastizales halófilos e inducidos, por acahuales de bosque tropical y por comunidades de vegetación subacuática. El SAR es predominantemente de uso agropecuario, siendo los cultivos de riego los de mayor distribución. El desmonte de la superficie requerida para el proyecto, afectará solo 3,247 ha de vegetación natural como lo es el bosque tropical caducifolio (ampliamente distribuido en todo el Istmo de Tehuantepec); en cuanto a vegetación subacuática se contemplan desmontar solo alrededor de 10,769 ha de manera permanente para la adecuación de caminos y zapatas (Tabla V.11, V.12 y V.13), 1,43 ha para el Acahual, 3,794 ha de Matorral o Bosque Espinoso, mientras que un gran porcentaje de la superficie a afectar por el desmonte corresponde a pastizal fuertemente impactado por la ganadería mal planeada, a áreas de cultivos y zonas sin vegetación aparente (Tabla V.11 y V.12). El total de vegetación forestal será de 15,349 ha para el polígono uno y 3.890 ha para el polígono dos arrojando una sumatoria de 19.239 ha, mientras que el área no forestal será de 58.727 ha para los polígonos (Tabla V.13). Estos resultados hacen concordancia con las Tablas del Capítulo II donde viene las el desglose de las áreas del proyecto. (Tabla II.25, 26 y 27).

Esta vegetación forestal será sometida al cambio de uso de suelo una vez obtenido el dictamen de impacto ambiental favorable al proyecto, no obstante los impactos por la

remoción de la vegetación forestal y no forestal se estudian en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

TOTAL POLÍGONO UNO			
TIPO DE VEGETACIÓN	Afectación Aerogeneradores	Afectación por caminos	Afectación total
<i>Uso de Suelo</i>	<i>ha</i>	<i>ha</i>	<i>ha</i>
Acahual (ABtc)	-	-	-
Cuerpo de agua intermitente y perenne (Ca)	0.654	0.357	1.011
Bosque tropical (Btc)	0.456	0.331	0.787
Manglar	-	-	-
Pastizal (P)	23.791	12.731	32.914
Vegetación subacuática (Va)	7.299	3.470	10.769
Matorral o Bosque Espinoso (M)	2.008	1.786	3.794
Sin vegetación aparente (Sv)	6.120	1.985	8.105
AFECTACIÓN TOTAL A VEGETACIÓN FORESTAL			15.349
AFECTACIÓN TOTAL A VEGETACIÓN (FORESTAL Y NO FORESTAL)			49.275
AFECTACIÓN TOTAL A VEGETACIÓN (FORESTAL Y NO FORESTAL) Y ÁREA SIN VEGETACIÓN APARENTE			57.380

Tabla V. 11 : Superficies de afectación por obra y uso del suelo y vegetación³ (ha).

TOTAL POLÍGONO DOS			
TIPO DE VEGETACIÓN	Afectación Aerogeneradores	Afectación por caminos	Afectación total
<i>Uso de Suelo</i>	<i>ha</i>	<i>ha</i>	<i>ha</i>
Acahual (ABtc)	0.140	1.290	1.430
Cuerpo de agua intermitente y perenne (Ca)	-	-	-
Bosque tropical (Btc)	1.940	0.520	2.460
Manglar	-	-	-
Pastizal (P)	17.310	3.150	15.716
Vegetación subacuática (Va)	-	-	-
Matorral o Bosque Espinoso (M)	-	-	-
Sin vegetación aparente (Sv)	0.950	0.030	0.980
AFECTACIÓN TOTAL A VEGETACIÓN FORESTAL			3.890
AFECTACIÓN TOTAL A VEGETACIÓN (FORESTAL Y NO FORESTAL)			19.606
AFECTACIÓN TOTAL A VEGETACIÓN (FORESTAL Y NO FORESTAL) Y ÁREA SIN VEGETACIÓN APARENTE			20.586

Tabla V. 12 : Superficies de afectación por obra y uso del suelo y vegetación (ha).

³ Nota: ABtc= Acahual Bosque tropical caducifolio, Btc=Bosque tropical caducifolio, P= Agropecuario (Pastizal y zonas de cultivos), Sv=Sin/vegetación aparente, M= Matorral o bosque espinoso con pastizal, Va= Vegetación subacuática, Ca=Cuerpos de agua (intermitentes y perennes).

Condesado de Afectación de Remoción de Vegetación Para el Proyecto				
No	Tipo de Vegetación	Polígono 1 (ha)	Polígono 2 (ha)	Sumatoria (ha)
1	Acahual (ABtc)	-	1.430	1.430
2	Cuerpo de agua intermitente y perenne (Ca)	1.011	-	1.011
3	Bosque tropical (Btc)	0.787	2.460	3.247
4	Manglar	-	-	-
5	Pastizal (P)	32.914	15.716	48.630
6	Vegetación subacuática (Va)	10.769	-	10.769
7	Matorral o Bosque Espinoso (M)	3.794	-	3.794
9	Sin vegetación aparente (Sv)	8.105	0.980	9.085
Total Requerida		57.380	20.586	77.966
Total Requerida Forestal		15.349	3.890	19.239

Tabla V. 13 : Condensado de afectación de Remoción de Vegetación Para el Proyecto.

Se piensa que se puede generar una presión deforestación por pastoreo, sobre los predios con vegetación secundaria o primaria en segundo grado, a causa de los propietarios de hatos de ganado que cuenten con aerogeneradores o caminos dentro de sus predios, y no se den abasto para alimentar las necesidades de su ganado. Sin olvidar señalar que las ampliaciones de los caminos de acceso también conllevan a la remoción de la vegetación herbácea y arbustiva. Generalmente las especies que se encuentran a un lado de los caminos preexistentes son especies oportunistas e invasoras, adaptadas a las condiciones de perturbación constante de los caminos, por lo que no se espera impactar especies de mayor importancia.

En cuanto a las zonas agropecuarias, estas se verán afectadas, sin embargo el potencial tan bajo de producción no se afectara en mayor medida; por lo contrario el desmonte para la introducción y adecuación de caminos beneficiará a los productores rurales que podrán tener mejor acceso para transportar productos y subproductos. Cabe mencionar que los pobladores de Santa María de Mar, San Mateo del Mar y El Espinal, podrán seguir realizando sus actividades de pastoreo y agricultura en sus tierras ya que la incursión de los aerogeneradores en el polígono no afectará en gran medida. A su vez la perdida de cobertura vegetal no será un motivo por el cual se ponga en peligro el ecosistema del lugar. Si tomamos en cuenta que la superficie donde se construirán los nuevos caminos y las bases de los aerogeneradores en su mayoría es pastizal podemos darnos cuenta que el impacto será principalmente sobre este. Por lo que la recuperación de ese tipo de

vegetación es por demás rápida y sencilla.

Por otro lado, lo que es el bosque tropical caducifolio así como el acahual y el matorral, no tendrá afectaciones de relevancia en cuanto a superficie, si puede ser que tengan afectaciones indirectas ya que estas comunidades vegetales albergan un considerable número de especies y muchas de ellas se encuentran protegidas por la legislación ambiental.

Fauna

Pérdida de individuos de fauna y afectación a especies protegidas

Para el caso de la fauna y sus posibles afectaciones, en este apartado se tratará de abarcar de forma integral todas las afectaciones en conjunto y no por separado como se había venido versando en los párrafos anteriores. Esto en principio se deriva porque las afectaciones posibles a los grupos de vertebrados presentes es multifactorial. El impacto a la fauna por este tipo de proyectos, al menos en la unión americana ha sido más documentada que en nuestro país y sin duda, es posible que las afectaciones a la fauna es la que cause la mayor polémica, principalmente por el efecto de las probables colisiones de las aves y murciélagos con los aerogeneradores. Las afectaciones pueden ir desde lo imperceptible hasta lo extremadamente escandalosos, desde la pérdida de hábitat por el desmonte hasta de individuos bajo protección por atropellamiento; por fortuna se han estado desarrollando una serie de medidas que diezma en gran medida y hasta elimina las posibles afectaciones a los distintos grupos de fauna, estas se contemplan en el Capítulo VI.

Se ha venido mencionando que las actividades de desmonte y despalme, presencia de personal, tránsito frecuente de maquinaria y vehículos y la presencia misma de los aerogeneradores (Figura V.6), tendrán importantes afectaciones a los taxa de vertebrados terrestres dentro del predio, además de las amenazas ya existente en la región; al respecto es posible predecir que el grupo más vulnerable es el de los reptiles seguido de los mamíferos; la afectación es diferencial y directa, ya que al remover la cobertura vegetal del bosque tropical caducifolio, los acahuales y los matorrales, los individuos quedarían expuestos a ser depredados por otras especies (e. g. roedores expuestos a

rapaces que son abundantes en la zona), podrían de igual forma ser aplastados y atropellados por la maquinaria pesada utilizada para el desmonte. Para el caso de los anfibios, las especies que se verían afectadas (se considera que son muy pocas por no existir cuerpos de agua permanentes en el predio) serían aquellas que suelen habitar charcas y zonas muy húmedas, ya que en la fase de preparación del sitio es cuando estos relictos de hábitat pueden ser destruidos al remover la vegetación del acahual de bosque tropical caducifolio y el relleno de las zonas de vegetación subacuática.

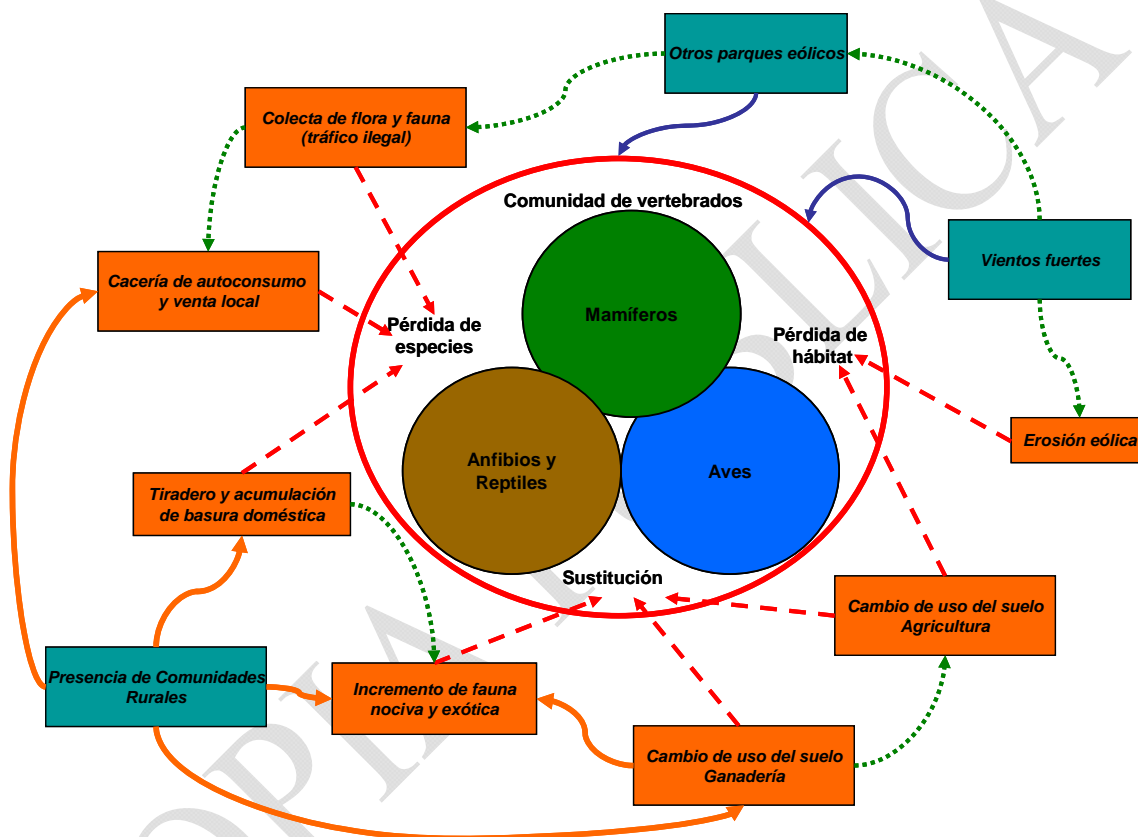


Figura V. 6 : **Diagrama de interacciones probables que pueden provocar impactos a la fauna y en general a especies protegidas.**

En principio, se prevé que se perderá por el desmonte, hábitats de reproducción; este impacto deriva directamente del anterior, al tenerse una pérdida de cobertura vegetal, se tiene por relación directamente proporcional una pérdida en los hábitats para reproducción, tanto de la fauna local como de la fauna migratoria. Durante las construcción del proyecto se tendrá el mayor riesgo de la pérdida de hábitats de fauna, esto debido principalmente al incursión de maquinaria y personal para las labores de construcción del parque, se estima que al menos serán desmontadas 3,247 ha en ambos polígonos de vegetación derivada del bosque tropical con diferentes grados de

conservación (Tabla V.13). Algo importante de este tipo de proyectos es que después de realizar las labores de construcción toda la maquinaria y personal que se necesitó para las labores se retira, por lo que el predio queda bajo las mejores condiciones para su recuperación. En general, los grupos de vertebrados terrestres verán afectados por la pérdida de individuos y de esos, al menos 11 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (D.O.F., 2002) se verán afectadas (Tabla V.14), las especies verán diezmada la superficie forestal que se traduce en pérdida de hábitat (sitios de refugio, alimentación). La transformación y fragmentación del hábitat genera fuertes presiones sobre los mamíferos no voladores, principalmente sobre las especies residentes del acahual de bosque tropical caducifolio y en las zonas aledañas donde se tiene manglar hacia el este de Santa María del Mar el cual no será tocado por el proyecto bajo ninguna circunstancia y acatándose bajo todos y cada uno de los lineamientos de la Norma 022 SEMARNAT que protege al manglar.

La reducción de áreas de refugio, alimentación y sitios de reproducción, podría ser la principal afectación teniendo como el grupo más vulnerable las especies que tienen dificultades grandes desplazamiento como los roedores, esta afectación no es exclusiva de este grupo, dado que los reptiles se encuentran bajo la misma presión en las mismas condiciones. Para los mamíferos medianos, esta reducción de cobertura arbórea y arbustiva significaría una mayor propensión a las interacciones con los cazadores. En la Tabla V.14 se pueden observar las especies que pueden ser afectadas (no incluye murciélagos ni aves migratorias ya que estas serán tratadas más adelante).

Familia	Nombre científico	Nombre común	Pot	Obs	Ent	NOM-059	E
Bufonidae	<i>Bufo Marinus</i>	Sapo	•	•			
	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo	•	•			
Crotalidae	<i>Crotalus simas</i>	Serpiente de cascabel	•		•		
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco	•	•			
	<i>Corytophanes hernandezii</i>	Camaleón	•		•	Pr	
Colubridae	<i>Drimobius margaritiferus</i>	Culebra arcoiris	•		•		
	<i>Oxybelis aeneus</i>	Bejuquera	•		•		
Elapidae	<i>Micrurus brownii</i>	Coralillo	•		•	Pr	
Kinosternidae	<i>Kinosternon integrum</i>	Casquito	•	•		Pr	•
Viperidae	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Cantil	•		•	A	
	<i>Bothrops asper</i>	Nauyaca	•		•		
	<i>Atropoides numifer</i>	Sorda, nauyaca	•		•	A	
Boidae	<i>Boa constrictor imperator</i>	Limacoa	•		•	A	
Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Garrobo	•	•		A	•
	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	•		•	Pr	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Pot	Obs	Ent	NOM-059	E
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Roño	•	•			
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	•	•			
	<i>Egretta caerulea</i>	Garza gris	•	•			
Psittacidae	<i>Aratinga holochlora</i>	Perico	•	•		A	
Falconidae	<i>Asturina nitida</i>	Aguililla gris	•	•			
	<i>Caracara plancus</i>	Caracara	•	•			
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura	•	•			
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	•	•			
Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero	•	•			
	<i>Centurus aurifrons</i>	Carpintero frente dorada	•	•			
Icteridae	<i>Icterus pectoralis</i>	Calandria	•	•			
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	•	•			
Cardinalinae	<i>Aimophila sumichrasti</i>	Zacatonero	•	•		P	•
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	•	•	•		
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca	•	•			
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita	•	•			
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma blanca	•	•			
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero	•	•			
Phasianidae	<i>Colinus virginianus coyolcos</i>	Codorniz cotui	•				
Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca	•	•			
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	•		•		
Caniidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	•		•		
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	•		•		
Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	•		•		
Leporidae	<i>Lepus flavigularis</i>	Liebre de tehuantepec	•	•	•	P	•
Didelphidae	<i>Didelphis sp</i>	Tlacuache	•	•	•		
Testudines	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortuga Golfina	•	•	•	P	
Testudines	<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga de Golfo	•	•	•	P	
Testudines	<i>Chelonia agassizi</i>	Tortuga Negra o prieta	•	•	•	P	
Totales	41	26	17	11	4		

Tabla V. 14 : Especies de fauna registradas en el SAR.

Aunado a la posible afectación por parte del proyecto, la fauna se encuentra bajo una presión constante de cacería furtiva por parte de pobladores, principalmente de El Espinal, Santa María del Mar, San Mateo entre otras comunidades, la mayor presión de cacería se da en el acahual, en el bosque tropical caducifolio y con frecuencia en los corredores de vegetación secundaria arbustiva y arbórea que dividen como corredores entre parcelas de cultivos (Figura V.7). Especies como iguanas, codornices, palomas, armadillos, entre otras, son fuertemente cazadas en la región (ver Anexo Fotográfico).

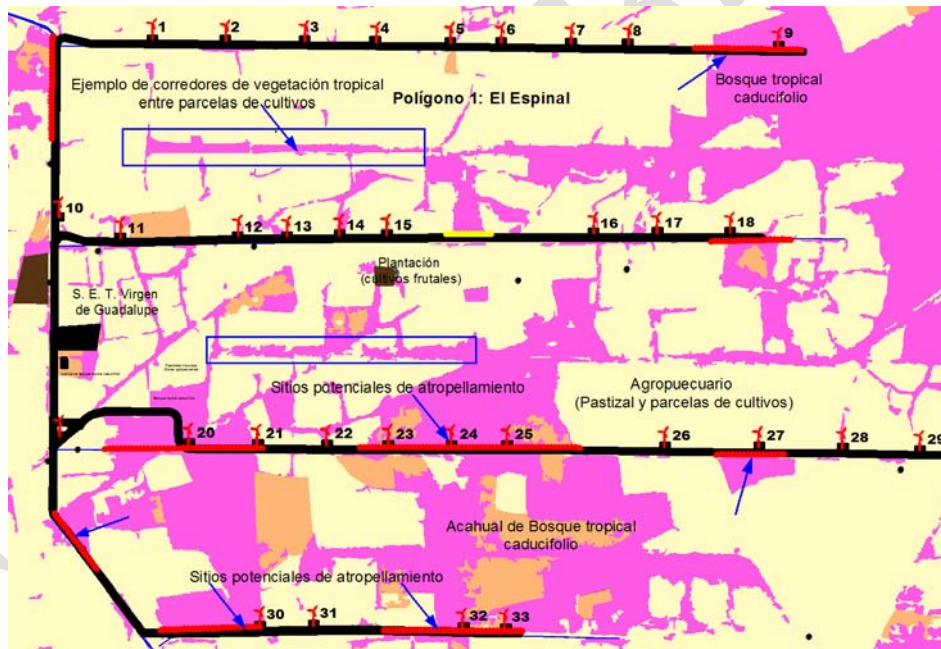
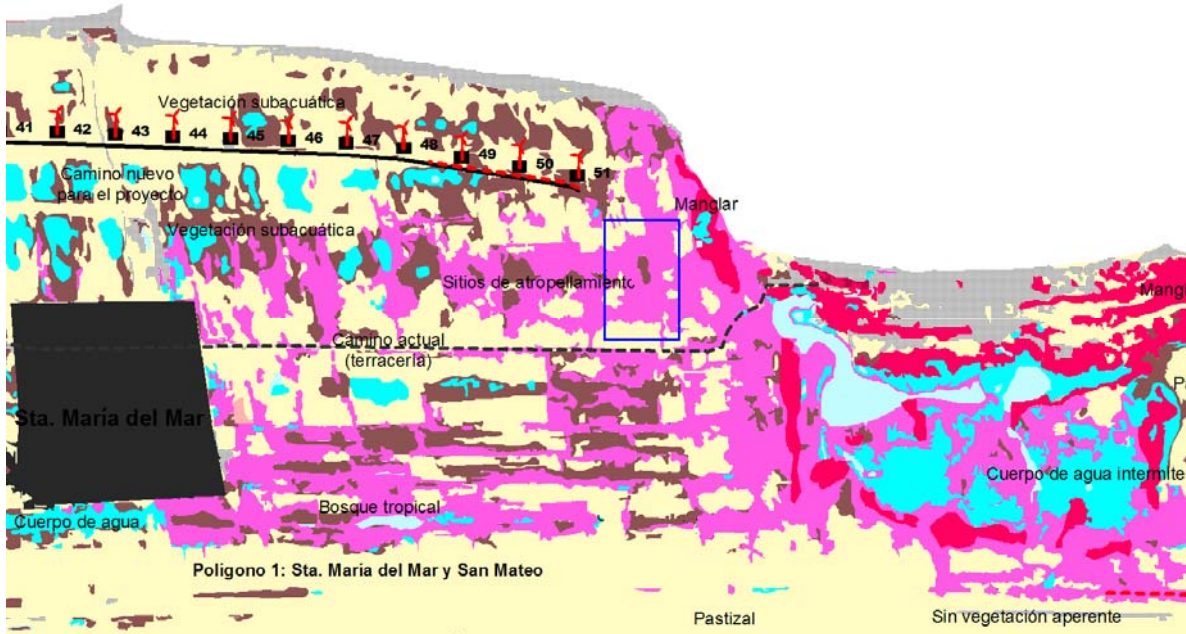


Figura V. 7 : Ejemplo de zonas donde se practica la cacería de especies de importancia económica y de autoconsumo en el SAR (Polígono 1 arriba y Polígono 2 abajo) y sitios potenciales de atropellamiento por circulación frecuente de vehículos y fragmentación de hábitat.

Los anfibios, reptiles y mamíferos pequeños serán los más afectados por las actividades asociadas a las etapas de preparación del sitio y construcción, debido a que poseen menor capacidad de desplazamiento, especialmente las actividades que tienen que ver con la ampliación de caminos y construcción de vías de acceso, ya que éstas pueden tener un impacto mayor sobre el hábitat que los aerogeneradores en sí, y no solo por la superficie de afectación que pueden abarcar sino porque rompen la conectividad entre los manchones de vegetación natural como los matorrales, pastizales y bosques tropicales, generan efecto de borde y porque pueden facilitar las incursiones de cacería y los encuentros fortuitos de la fauna con los pobladores locales y el personal que laborará en las obras, que generalmente terminan con la muerte de la fauna. La combinación entre eliminación de cobertura vegetal y cacería representa la principal presión sobre la fauna silvestre de la región.

La muerte por atropellamiento derivada de la circulación frecuente de vehículos a gran velocidad y de maquinaria pesada, es otro impacto que puede ocurrir sobre los caminos interiores que se encuentren cerca de superficies arboladas y serían los sitios que se verían afectados (Figura V.8) en ambos polígonos, siendo la zona del Polígono 2 probablemente la que presenta mayor afectación, ya que es donde se contiene la mayor superficie de bosque tropical caducifolio y sus acahuales, no obstante, las zonas de matorral en la península donde se encuentra el Polígono 1 también puede presentar este impacto (Figura V.8).

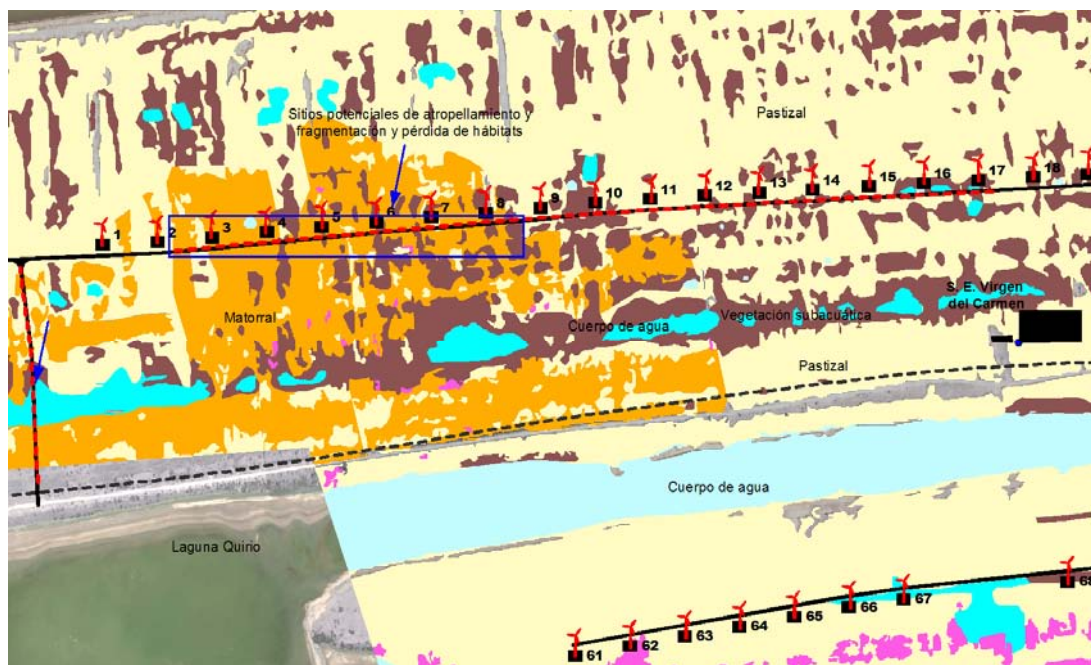


Figura V. 8 : Sitios potenciales de atropellamiento de fauna por el tránsito de vehículos zonas de fragmentación de hábitats en el Polígono 1 cerca de la S. E. Virgen del Carmen.

Muerte de aves y murciélagos por colisión con aerogeneradores

Sin duda alguna, la preocupación que se ha generado en torno a las muertes de aves rapaces y en general aves migratorias como patos, garzas, cigüeñas y gansos, por las colisiones contra turbinas en Altamont Pass, California (Ericsson *et al.*, 2001), ha despertado polémica y controversia en el mundo científico y en grupo organizados de ecologistas. En el Parque Eólico Istmeño como en otros parques eólicos establecidos y por establecer en la región, con seguridad se podrán presenciar eventos de colisiones con los aerogeneradores. Según una revisión de los principales estudios realizados en materia de colisiones con aerogeneradores (Ericsson *et al.*, 2001; Winkelman 1992; Crockford, 1992; Langston y Pullan, 2003; Drewitt y Langston, 2006; Mabee y Cooper. 2002; Huntley *et al.*, 2006; Savitt, 2004; Smales y Venosta, 2005; INECOL, 2007); solo intentan documentar y explicar la interacción entre murciélagos, aves y proyectos eólicos.

En otras latitudes donde se han establecidos proyectos de desarrollo eólico, con características de vientos y de rutas migratorias similares a las del Istmo, se han establecido programas de monitoreo a largo plazo para medir el posible impacto por colisiones, con el fin de conocer si es posible evitar las colisiones en función del comportamiento de las aves ante la presencia de aerogeneradores. Este tipo de

información es la línea base para la emisión de medidas de compensación y mitigación de los posibles impactos. En México, no se ha generado información al respecto, solo se tiene conocimiento de diversos proyectos de monitoreo en la región que algunas instituciones de investigación están llevando a cabo, tal es el caso del estudio de monitoreo de aves en ambos polígonos, que el promovente se encuentra ejecutando en compañía del INECOL. Por tanto mucha de la información presentada al respecto proviene de los informes que se tiene a la fecha de monitoreo de aves en la región. Al respecto, ha sido por demás evidente que en la última década, que el probable efecto de los aerogeneradores con respecto a las aves migratorias, ha puesto en tela de juicio el establecimiento de los parques eólicos, siendo esto detonante de generar reacciones encontradas entre grupos de intereses.

Como se sabe, básicamente, las aves y los murciélagos colisionan ocasionalmente con las turbinas eólicas, especialmente durante tormentas o condiciones de poca visibilidad. En algunos lugares mal ubicados este impacto es significativo, como el caso de Tarifa en España y Altamont Pass en California (Ericsson *et al.*, 2001; Smallwood y Thelander, 2004). Sin embargo, los estudios y monitoreos realizados después de la construcción indican que el problema de colisiones es específico al sitio y que en la mayoría de ellos no representan un problema; además, el impacto general de los aerogeneradores sobre las aves es bajo en comparación con otras estructuras humanas.

Los impactos potenciales probables de los parques eólicos en el Istmo, como La Venta II, Eurus, Parque Eólico La Ventosa entre otros programados para ser instalados, sobre las aves y murciélagos pueden ser variables y dependen de las rutas migratorias, de la cercanía de los aerogeneradores a sitios densamente arbolados, del comportamiento de las especies, del tipo de tecnología a utilizarse, la hora de migración y sin duda de la velocidad del viento (Mabee y Cooper, 2002; Young *et al.*, 2003;) Según datos generados, importantes observaciones durante las campañas de monitoreo en San Mateo del Mar, Santa María del Mar, San Dionisio, La Venta III, El Espinal entre otros, muchas de las aves rapaces migrando vuelan por encima de las alturas de riesgo de colisión (INECOL, 2007); se ha documentado que al menos el 87 % de las aves migrando en esta región, lo hace entre los 90 y 150 m (INECOL, 2006 y 2008). No obstante, la etología de vuelo de las diferentes especies que migran, varía entre época y actividad de forrajeo, existiendo con esto la posibilidad de colisionar o no, las aves pueden según la actividad

que estén desarrollando, evitar e incluso pasar por encima de los aerogeneradores (Rogers *et al.*, 1997; McCrary *et al.*, 1984; Orloff y Flannery, 1992, Benner *et al.*, 1993).

De acuerdo con datos del monitoreo en ambos polígonos, durante el otoño y la primavera, se ha obtenido que debido a que en la temporada de otoño, específicamente durante el mes de octubre, se han registrado ocasionalmente la presencia de individuos volando a alturas de entre 40 y 120 m; con esta información se calcula que el 13 % de las aves que volaron dentro de los polígonos (Tabla V.15), lo hacen dentro de una categoría de riesgo de colisión y se calculo una probabilidad de colisión de 0.128 en la zona de influencia, una probabilidad relativamente baja (INECOL, 2008).

Especie	No. Individuos volando a altura de riesgo*	Total	Probabilidad de volar a altura de riesgo
<i>Golondrina sin ID</i>	584	104,466	0.01
<i>Chlidonias niger</i>	3,980	8,082	0.49
<i>Cathartes aura</i>	1,554	4,648	0.33
<i>Anas indeterminada</i>	31	3,048	0.01
<i>Hirundo rustica</i>	4	2,649	0.00
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	366	2,514	0.15
<i>Buteo platypterus</i>	959	2,002	0.48
<i>Anas acuta</i>	147	1,831	0.08
<i>Larus pipixcan</i>	1,200	1,200	1.00
<i>Falco sparverius</i>	85	1,187	0.07
<i>Anas discors</i>	84	985	0.09
<i>Tyrannus forficatus</i>	1	972	0.00
<i>Ictinia mississippiensis</i>	98	910	0.11
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	1	603	0.00
<i>Archilochus colubris</i>	1	591	0.00
<i>Quiscalus mexicanus</i>	1	523	0.00
<i>Fregata magnificens</i>	103	427	0.24
<i>Chaetura pelagica</i>	137	288	0.48
<i>Charadrius vociferus</i>	2	280	0.01
<i>Accipiter striatus</i>	67	243	0.28
<i>Mycteria americana</i>	32	240	0.13
<i>Accipiter cooperii</i>	73	219	0.33
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	17	206	0.08
<i>Buteo albonotatus</i>	24	119	0.20

Tabla V. 15 : Probabilidad de volar a una altura de riesgo en ambos polígonos (Tomado con autorización de PRENEAL del monitoreo realizado por INECOL durante 2008).

En otros estudios acerca de los impactos probables por colisiones, con diversas estructuras (Crockford, 1992; Gill et al. 1996) se han obtenido, listados pertinentes y conservadores acerca de las especies que podrían encontrarse en mayor riesgo de colisionar con las estructuras (Tabla V.16). Esto no quiere decir que todas las especies mencionadas colisionaran más bien se trata de una advertencia para emitir posibles medidas de disuasión o mitigación.

Temporalidad	Riesgo de Colisión	Especie	Nombre común
Residentes	Bajo	<i>Coragyps atratus</i> <i>Ictinia plumbea</i> <i>Buteo magnirostris</i> <i>Caracara cheriway</i>	Zopilote negro Milano plumizo Gavilán caminero Cara cara
	Medio	<i>Asturina nitida</i> <i>Buteogallus anthracinus</i> <i>Buteogallus urubitinga</i> <i>Buteo brachyurus</i> <i>Buteo albonotatus</i>	Gavilán gris Aguililla negra menor Aguililla negra mayor Aguililla cola corta Aguililla aura
	Alto	<i>Rostrhamus sociabilis</i> <i>Buteo albicaudatus</i> <i>Catarthes aura</i> <i>Archilocus colubris</i> <i>Tyto alba</i>	Milano caracolero Aguililla cola blanca Zopilote cabeza roja Colibrí garganta rubí Lechuza de campanario
Migratorias Invernales	Medio	<i>Pandion haliaetus</i> <i>Chondrohierax uncinatus</i> <i>Falco sparverius</i> <i>Falco columbarius</i> <i>Falco peregrinus</i>	Águila pescadora Gavilán pico ganchudo Halcón cernícalo Halcón esmerejon Halcón peregrino
	Alto	<i>Circus cyaneus</i> <i>Accipiter striatus</i> <i>Accipiter cooperii</i> <i>Buteo jamaicensis</i> <i>Larus pipixcan</i> <i>Zenaida asiatica</i> <i>Zenaida macroura</i>	Aguililla rastrea Gavilán pechirrufo menor Gavilán pechirrufo mayor Aguililla cola roja Gaviota de Franklin Paloma alablanca Paloma huilota
Migratorias transitorias	Bajo	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i> <i>Elanus leucurus</i> <i>Mycteria americana</i>	Pelicano blanco Milano coliblanco Cigüeña americana
	Medio	<i>Ictinia mississippiensis</i> <i>Elanoides forficatus</i>	Milano migratorio Milano tijereta
	Alto	<i>Buteo swainsoni</i> <i>Buteo platypterus</i> <i>Cathartes aura</i> <i>Tyrannus forficatus</i> <i>Progne subis</i> <i>Progne chalybea</i> <i>Tachycineta bicolor</i> <i>Cypseloides niger</i> <i>Streptoprocne zonaris</i> <i>Chaetura vauxi</i>	Aguililla migratoria mayor Aguililla alas anchas Zopilote cabeza roja Tirano-tijereta rosado Golondrina azul negra Golondrina acerada Golondrina bicolor Vencejo negro Vencejo cuello blanco Vencejo de Vaux

Tabla V. 16 : Especies bajo riesgo de colisión que migran en la región del Istmo de Tehuantepec (tomado del Estudio de Impacto para el Proyecto 31 CE La Venta III, INECOL, 2007).

Por otro lado, durante el monitoreo de aves en el Polígono 1, se ha encontrado que la mayoría de las especies migrando en esa zona pasan específicamente entre la península que conforma el municipio de San Mateo y la península de San Dionisio (Figura V.9).

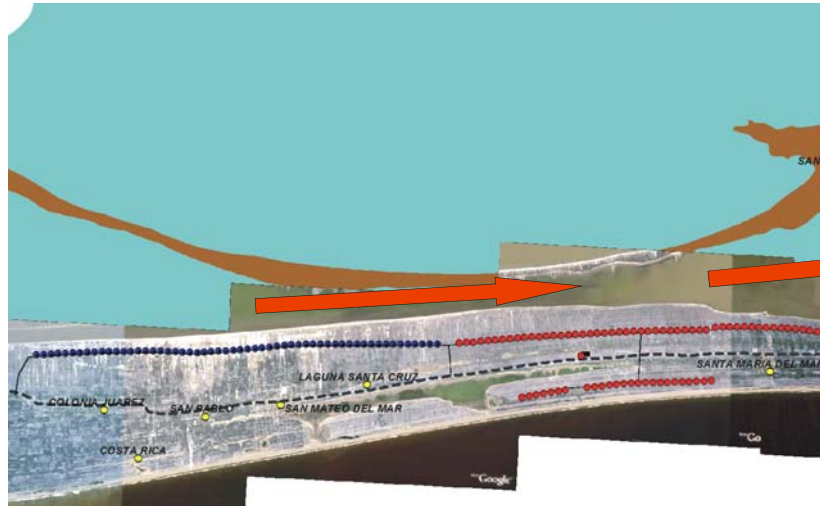


Figura V. 9 : Rutas migratorias internas localizadas cerca del Polígono 1 (flecha roja).

En esta zona particularmente, es posible encontrar a especies de aves de hábitos propiamente acuáticos que podrían estar en riesgo de colisionar al cruzar de Laguna Quirio hacia Laguna Superior (Figura V.10), nos referimos básicamente a el zambullidor menor (*Tachybaptus dominicus*), la garza rojiza (*Egretta rufescens*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*).

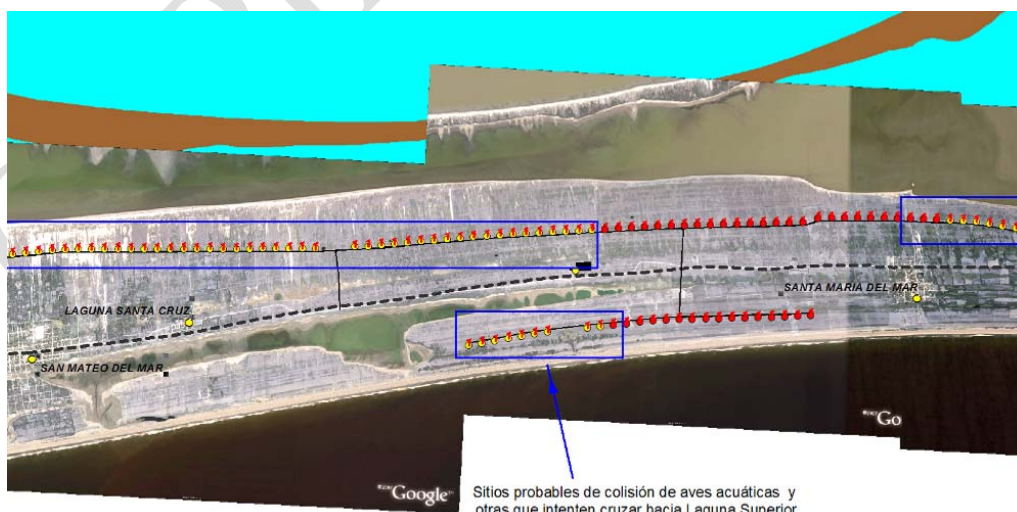


Figura V. 10 : Aerogeneradores que podrían poner en riesgo las incursiones de las aves acuáticas entre cuerpos de agua que se forman en la península.

En un estudio hecho por Howell y Didonato (1991), se encontró que el mayor riesgo que enfrentarán las aves se da en las clases de edad inmaduras, es decir, los juveniles de las especies residentes pueden encontrarse aun en mayor riesgo que los adultos, este hecho es atribuido a la inexperiencia de los juveniles para evitar colisionar con los aerogeneradores; este hecho también ha sido documentado por Johnson et al. (2002). Al respecto y citando los informes de monitoreo de los polígonos propuestos para el Parque Eólico Istmeño (Propiedad del Promoviente del Parque Istmeño) y la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto 31 La Venta III (INECOL, 2007 y 2008)...*especies residentes como el aguililla cola blanca, palomas, pelícanos y el grupo de los Passeriformes, serían potencialmente los más afectados. No obstante, es posible esperar a que estas especies puedan aprender por impronta y se habitúen a la presencia de estos obstáculos, por tanto, con el paso del tiempo podría disminuir el riesgo de colisión de aves residentes y migratorias invernales, al notar éstas la presencia de las nuevas estructuras lo que puede facilitarse mediante patrones de coloración.*

De manera paralela, el impacto probable para aves puede ser infundido para la quiropterofauna, los murciélagos; a pesar de que durante las campañas de muestro para el presente estudio no fue posible registrar especies de este taxón, no es excluyente de que puedan estar presentes en la región, principalmente porque en el extremo SE del Polígono 1 existe manglar donde pueden estar habitando especies de murciélagos al igual que en el bosque tropical caducifolio del Polígono 1; no obstante, los estudios de monitoreo de primavera y otoño que se han realizado no se encontraron estas especies.

El impacto sería el mismo, muerte por colisión con los aerogeneradores y su escenario es muy similar. Hasta ahora, la poca información disponible, nos indica que en la zona existen algunas especies de murciélagos migratorios y estas pueden ser muy susceptibles de colisionar (Johnson, 2004). Según Johnson (2004), los murciélagos que vuelan a grandes alturas como los insectívoros (probablemente Vespertilionidos) pueden estar en mayor riesgo, pues la mortalidad de murciélagos ocurre principalmente durante la migración de otoño. En otro estudio hecho por Howe et al. (2002) y años más tarde por Brinkmann (2006), se ha encontrado que es incierto el número de fatalidades que puedan ocurrir a las especies de murciélagos, pese a esto, existe sospecha de que los cadáveres de murciélagos colisionados al igual que aves pequeñas, tienden a desaparecer con

mayor rapidez y facilidad debido a la actividad de las especies carroñeras, llevando con esto a la probable afectación diferencial de murciélagos y sus depredadores o carroñeros, en este sentido es de esperarse que especies como los cara cara común, zopilotes y algunos gavilanes, colisionen al intentar colectar la carroña de las especies colisionadas. Para el caso de los murciélagos existen especies que se encuentran en riesgo de colisionar con los aerogeneradores; aunque a la fecha no se cuenta con información suficiente acerca de las posibles colisiones de murciélagos con los aerogeneradores en el Istmo de Tehuantepec, sin embargo basándose en la literatura especializada (Johnson, 2004; Kerns *et al.*, 2005; Arnett *et al.*, 2006) y según la opinión de expertos, fue posible seleccionar las especies de murciélagos más vulnerables y susceptibles de presentar fatalidades en el predio (Tabla V.17).

Familia	Especie	Familia	Especie
Molossidae	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	Phyllostomidae	<i>Artibeus intermedius</i>
	<i>Tadarida brasiliensis</i>		<i>Artibeus jamaicensis</i>
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>		<i>Artibeus lituratus</i>
	<i>Pteronotus davyi</i>		<i>Choeroniscus godmani</i>
	<i>Pteronotus parnellii</i>		<i>Desmodus rotundus</i>
	<i>Pteronotus personatus</i>		<i>Glossophaga commissarisi</i>
	<i>Molossus molossus</i>		<i>Glossophaga leachii</i>
Natalidae	<i>Natalus stramineus</i>		<i>Glossophaga morenoi</i>
Vespertilionidae	<i>Lasiurus ega</i>		<i>Glossophaga soricina</i>
	<i>Lasiurus intermedius</i>		<i>Leptonycteris curasoae</i>
	<i>Myotis fortidens</i>		<i>Sturnira lilium</i>
	<i>Myotis keaysi</i>		<i>Sturnira ludovici</i>
	<i>Rhogeessa parvula</i>		25 especies

Tabla V. 17 : Especies de murciélagos que pueden colisionar con los aerogeneradores en la región del Istmo y no exclusivamente en el Parque Eólico Istmeño.

Las zonas probables de mayor riesgo para colisión de murciélagos, son las cercanas a los bosques tropicales caducifolios, los acahuals y al manglar, esto es porque la mayoría de las especies de murciélagos utilizan corredores arbolados para desplazarse entre parches de vegetación; en este sentido existe la posibilidad de que los murciélagos colisionen con algunos aerogeneradores en ambos polígonos que estén más cercanos al borde del bosque o acahual (Figura V.11).

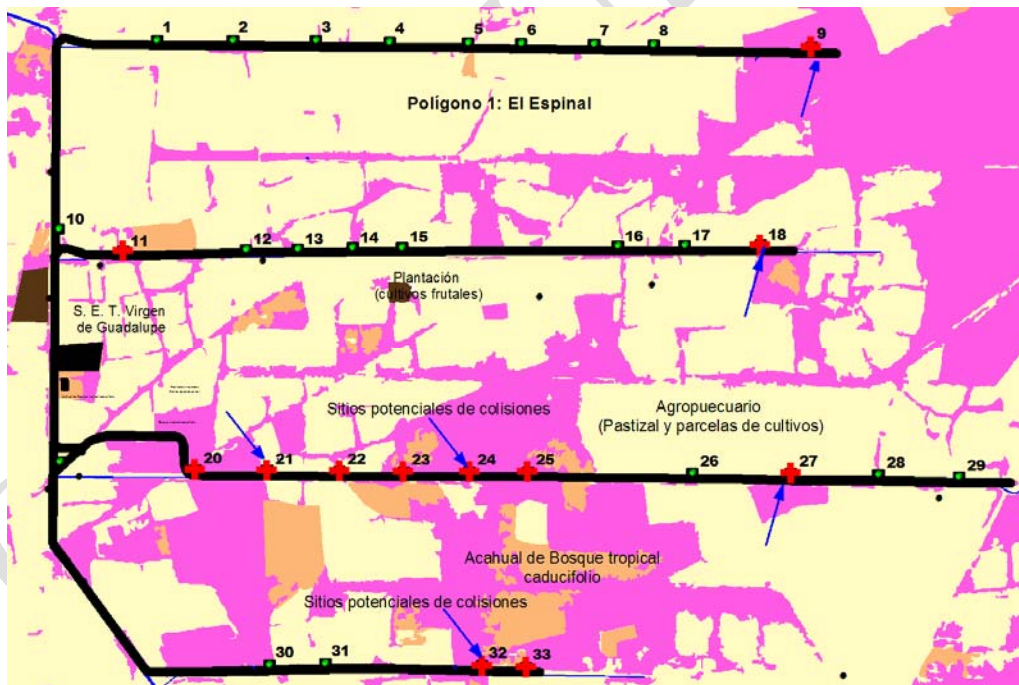
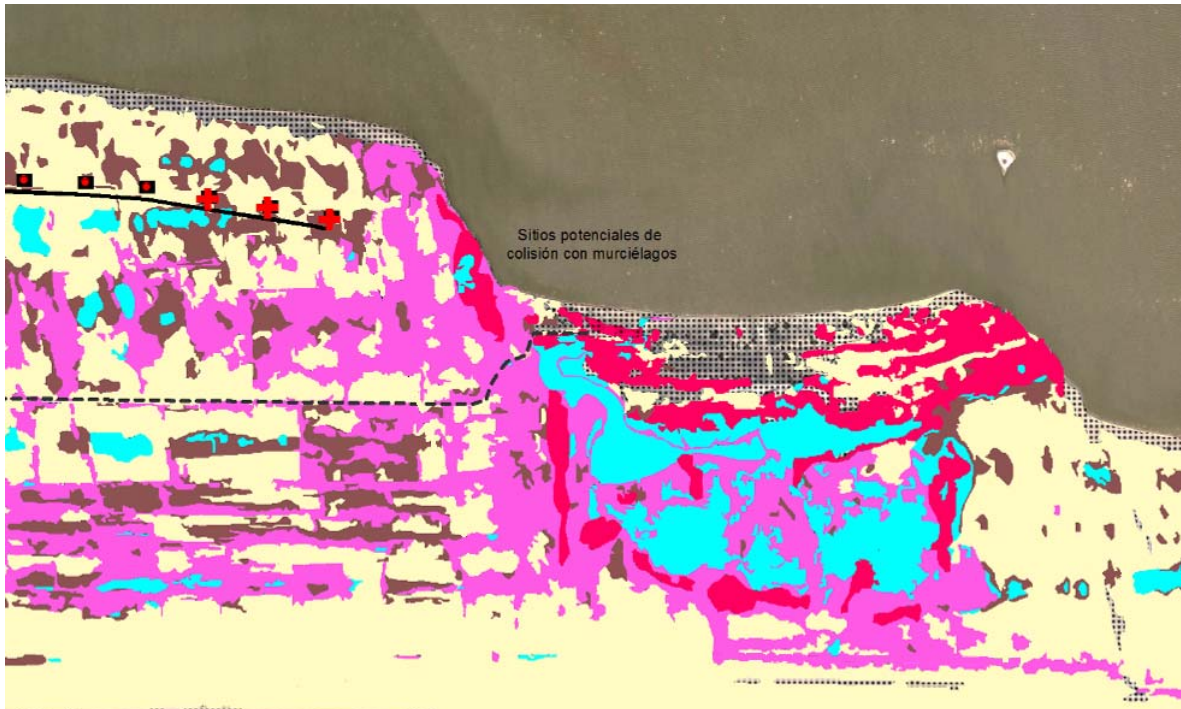


Figura V. 11 : Sitios potenciales de colisión de murciélagos con los aerogeneradores (cruces rojas) en ambos polígonos (arriba Polígono 1 y abajo Polígono 2).

Si bien es cierto que los murciélagos, aprenden a evadir los obstáculos que encuentran en sus rutas de vuelo, entonces podría esperarse que aprendieran a evitar en su paso los

aerogeneradores, por tanto, con el paso del tiempo el número de colisiones también fuera disminuyendo.

Población y Vivienda

Demanda de infraestructura y servicios por la introducción del proyecto

Básicamente, con la introducción del proyecto, con seguridad se verán incrementadas las demandas de infraestructura, de bienes y de servicios. Las localidades cercanas a los dos polígonos del parque se verán beneficiadas directamente por la demanda de algunos servicios, mismos que de no ser cubiertos por estas, se pretenden obtener de ciudades más grandes en la región como Juchitán. Es importante resaltar que la infraestructura y servicios requeridos por el proyecto y sus trabajadores serán cubiertos por el mismo proyecto, con lo que se busca que las poblaciones aledañas no sufran una demanda que cause algún descontento o desequilibrio. Se tiene como localidades alternas de satisfacción de necesidad de infraestructura o servicios a las localidades de Salina Cruz y a la localidad de Tehuantepec. Es por esto que se considera que la demanda de infraestructura y servicios para la población en las localidades cercanas a causa de la instalación del parque eólico creó un impacto benéfico durante sus cuatro etapas.

La instalación del parque requiere de algunos servicios especializados que difícilmente serán cubiertos por proveedores regionales, no obstante, con esto se crea un nicho de oportunidad para la prestación de los servicios con inversionistas de la región de Juchitán, pero que antes de que esto suceda, la necesidad de estos servicios especializados se traduce en una deficiencia, cargando esto sobre la población de la zona. Como ejemplo de esta situación es la recolección de los residuos peligrosos generados durante las fases de construcción y operación.

Oferta y contratación de mano de obra no calificada en comunidades cercanas

La oferta y contratación de mano de obra no calificada en comunidades cercanas traerá consigo importantes beneficios en rentas, venta de alimentos o servicios secundarios de todo tipo, apoyado esto por la pavimentación de caminos de servicio interior y periférico que ayudará a incrementar el intercambio comercial entre localidades.

Para la etapa de construcción en ambos polígonos, se requerirá de dos tipos de mano, de empleos temporales permanentes y de personal técnico especializado. En lo que se refiere a mano de obra se realizará una campaña de reclutamiento en las localidades cercanas (Figura V.12), dando prioridad a los obreros provenientes de estas, completando la plantilla de mano de obra no calificada que requiera el menor transporte posible. La plantilla de empleados técnicos será provista por la empresa que se contrate para realizar la construcción del parque. Se prevé que al menos se contraten de forma permanente a 32 personas, temporales a 234 y extraordinarios a 98 al menos (Tabla V.18).

Etapa	Tipo de mano de obra	Temporalidad (tipo de empleo)			Disponibilidad regional
		Permanente	Temporal	Extraordinarios	
1	No calificada	-	60	20	100%
	Calificada	-	10	4	90%
2	No calificada	-	100	40	80%
	Calificada	-	40	4	50%
3	No calificada	20	20	30	100%
	Calificada	12	4	-	90%

Tabla V. 18 : Oferta de empleos durante las tres primeras etapas de ejecución del proyecto.



Figura V. 12 : Ejemplo de las localidades más cercanas a uno de los polígonos del parque que se podrían ver beneficiadas por la contratación de mano de obra.

Es importante saber que se considera que al menos en mano de obra no calificada se verán aproximadamente beneficiadas 234 personas que si bien, el 50% podría ser sostén de una familia se podrían estar beneficiando al menos 500 personas.

Economía local y regional (incremento en la derrama)

La instalación del parque traerá consigo la reactivación de la economía regional y local, para los municipios de San Mateo del Mar, Juchitán y El Espinal, por la derrama económica indirecta que se generará en la región misma, como son la venta de alimentos, alojamiento del personal técnico, transporte del personal del parque, esparcimiento, entre otras muchas, activando la economía de los municipios que forman parte del corredor eólico del Istmo de Tehuantepec. No obstante, esta reactivación no se restringe solo a estos municipios, por tanto municipios vecinos podrían verse beneficiados de forma indirecta como Asunción, Salina Cruz, Ixtrepec, San Dionisio entre otros, principalmente porque se incrementa la demanda de bienes y servicios, de productos de origen primario, y se reactiva o nacen nuevos canales para el flujo e intercambio comercial

Para la localidad de Santa María del Mar, San Mateo del Mar y El Espinal, los aprovechamientos económicos no se limitan a los beneficios obtenidos del usufructo de los predios de las indemnizaciones por la instalación de aerogeneradores o caminos de servicio o acceso, sino que se traducen también, en la oportunidad de contar con un empleo en la construcción, que complementará a los ingresos obtenidos por los trabajos de siembra, pesca, cuidado de ganado y cosecha de las tierras de los ejidos. Este beneficio, obviamente no se verá limitado para los habitantes de esta comunidad, sino que se extenderá a las comunidades aledañas al proyecto, como pueden ser San Dionisio, así como los habitantes de la ciudad de Juchitán. Por lo que se prevé que la acción de generar empleos temporales alrededor de la construcción del parque impactará de manera benéfica muy significativa, con una amplitud regional marcada y un nivel de impacto alto.

Reacciones adversas de la sociedad a la instalación de parques eólicos

Existe una memoria colectiva adversa de numerosos grupos sociales ajenos a la introducción de este tipo de proyectos de desarrollo, mientras que los propietarios de los predios ven un potencial de desarrollo económico para la región, al igual que las autoridades de los tres niveles de gobierno. Estos proyectos traen consigo importante beneficios económicos que les reditúan a los productores rurales por la renta de los predios, por la contratación temporal de mano de obra no calificada y por la derrama

económica local. No obstante, diversos grupos organizados ajenos a las áreas en la región del Istmo, inclusive grupos de personas extranjeras, han manifestado su descontento hacia estos proyectos ya que la región se encuentra inmersa donde convergen importantes rutas de migración de aves en el mundo. Este hecho es de suma relevancia y por lo tanto se manifiesta que una afectación a la ruta migratoria, podría repercutir en las poblaciones de algunas de las especies que cruzan el Istmo de Tehuantepec.

Obviamente, la importancia biológica de este hecho es de consideración especial y habría también que tener en cuenta la posibilidad de que algún grupo social muestre interés por la zona. Se tiene identificados algunos grupos u organizaciones sociales que navegan con la bandera "sin fines de lucro" que podrían presentar resistencia a la construcción del corredor eólico, mismo que han sido repetidamente identificados en otros estudios de impactos de la región entre los que se pueden mencionar Grupo Gubiña, entre otros. Es importante mencionar que estos grupos no cuentan con el apoyo de los pobladores de la región y por otro lado se cuentan con los estudios realizados por la promotora que demuestran los riesgos posibles para las poblaciones de aves y sus posibles medidas de mitigación.

Posicionamiento en segmentos de opinión dentro de la comunidad

Como se establece en el escenario cero para el proyecto, y como es parte de cualquier proyecto de inversión que beneficie directamente a una comunidad en específico, se crean opiniones dentro del grupo participante. Es importante señalar que la comunidad de Santa María del Mar, San Mateo del Mar y El Espinal están de acuerdo con la instalación del Parque Eólico. El promotora cuenta con contratos de usufructo o arrendamiento ya firmados, con propietarios de Santa María del Mar y El Espinal, por un total de 3 700 ha lo cual es equivalente a una población que apoya el proyecto de más de 1 500 personas. Es importante mencionar que se ha encontrado en los trabajos de gestión con las comunidades, que los miembros de las comunidades han expresado su opinión, sin estar viciada por líderes falsos o por intereses comerciales de las empresas promotoras, al conocer a fondo los detalles e implicaciones del proyecto en cuestión.

De acuerdo al estudio realizado por el Gobierno de Escocia (Braunholtz, 2003), se mostró que la opinión negativa de los habitantes hacia los parques es inicialmente previa a la

construcción de los parques debido a los cambios que puede sufrir la sociedad rural, sin embargo esto cambia posterior a la construcción y operación donde las comunidades tienen no sólo tienen un aspecto negativo sino que han recibido grandes beneficios de estos, por otro lado la comunicación es un papel fundamental por lo que la empresa tiene en la zona desde el 2005 realizando pláticas y juntas con la finalidad de informar y llegar a un acuerdo con las personas de las dos comunidades para que se conozcan a fondo el proyecto y así poder llevarlo a cabo de la mejor manera. Un ejemplo de lo anterior es el libro "La riqueza cultural de los mareños, un recorrido a través de sus leyendas y fotografía" del escritor Gerardo R. Alfaro Cruz (1ª ed. 2008, editorial Bacaanda) que se realizó con la finalidad de comprender la vida y costumbres de los pobladores de la zona. De acuerdo con las evidencias recabadas en los trabajos de campo, que se encuentran plasmadas en el desarrollo del escenario cero del proyecto, se ha identificado que la instalación del parque eólico en la comunidad de Santa María del Mar, San Mateo del Mar y el Espinal ha creado una buena opinión acerca del proyecto.

Actividades recreativas y turísticas por la Presencia y operación de aerogeneradores en la generación de energía

La implementación del Parque Eólico Istmeño, como uno de los tantos proyectos de parques eólicos en la zona, se prevé cause una curiosidad hacia la población en general que la motive a realizar una visita de la zona "más poblada" de aerogeneradores de toda la República Mexicana. Esta situación se puede equiparar con los fenómenos de identificación de los clásicos paisajes holandeses, donde el elemento principal del paisaje lo conforma el molino de viento. Creando un sentimiento de identidad propio que se traduce en oportunidades de turismo para ese país, pues exportan un icono gráfico de la región. Esto ha sucedido de igual manera en países como Dinamarca (Figura V.13) donde se ha comenzado a identificar al país con el mismo icono gráfico del molino de viento, pero ahora presentado de manera estilizada y moderna. Fenómeno que se piensa puede llegar a suceder en la región sur del Istmo oaxaqueño. En la Figura V.13 se presentan situaciones alrededor del mundo donde los aerogeneradores se han convertido en motivo de visitas de turistas, presentando un ejemplo de lo que podría suceder en la región de Juchitán.



Figura V. 13 : Muestras de diferentes formas de turismo y su relación con los parques eólicos Europa (www.windpower.org; Asociación Danesa de la Industria eólica).

En general, los aerogeneradores suelen ser buenas atracciones turísticas cuando son nuevos en un área, y los promotores de grandes parques eólicos suelen instalar centros para las visitas en sus parques eólicos. No existen hasta ahora estudios sistemáticos sobre la relación entre turismo y aerogeneradores (el turismo en Dinamarca ha aumentado en un 50% desde 1980; www.windpower.org).

En lo que respecta a la generación de oportunidades de turismo en la zona, se piensa que muy probablemente la instalación del Parque Eólico Istmeño, incurra en un impacto positivo, con un nivel de impacto regional, con un valor de impacto bajo, debido a que para que se consoliden las oportunidades de generación de turismo para la región es necesaria la instalación de los demás proyectos considerados para el corredor eólico del

Istmo, por lo que se considera que puede llegar a ser un impacto acumulativo, si se cuenta con una buena planeación y prevención de requerimientos de infraestructura por parte de las autoridades de Medio Ambiente, Turismo y Promoción económica del estado de Oaxaca y de los municipios de la región Juchitán del Istmo.

Impactos infringidos al SAR por amenazas externas al proyecto

Es posible identificar algunas afectaciones en el SAR que se han estado manifestando y podrían funcionar como amenazas externas al SAR y al proyecto. Estas supuestas amenazas, se encuentran actuando de forma sinérgica y acumulativamente y son propiamente actividades antropogénicas de desarrollo productivo pecuario, algunas de las actividades como el desmonte para el cambio de uso del suelo, son muy impactantes al igual que la caería (Tabla V.19).

Elemento afectado	Afectación
Agua	Contaminación de agua (pozos y canales de riego) por uso de agroquímicos y por basura doméstica
Suelo	Compactación por la ganadería, así como pérdida de suelo por el cambio de uso, contaminación por el uso de agroquímicos.
Vegetación	Sustitución de la cobertura vegetal original por el cambio de uso del suelo a superficie agropecuaria que se acentúa por las sequías severas recurrentes de la región. Existe un uso irracional para extracción de leña y de madera para postes que esta modificando la fisonomía estructural de la vegetación del bosque tropical y de los manglares.
Fauna	Cacería excesiva con fines de autoconsumo y venta ilegal de productos y subproductos de vida silvestre.
Cultura	Existe una memoria colectiva adversa de algunos grupos sociales ajenos incluso a los municipios involucrados, hacia el establecimiento y operación del corredor eólico. Los dueños de los terrenos están de acuerdo con el proyecto contando con amplio apoyo de miles de personas en la región..

Tabla V. 19 : Descripción general de impactos presentes provocados por las amenazas externas.

Conclusiones generales del capítulo

De acuerdo al análisis realizado podemos ver que existen diferentes impactos que se identificaron, entre estos el aspecto de avifauna es de los más relevantes, sin embargo de acuerdo a los estudios ya realizados por la promotora podemos decir que con las medidas correctas de mitigación se puede construir y operar el parque en estas dos zonas de análisis.

Muchas de las medidas han reducido la colisión de aves y murciélagos con los aerogeneradores, sin embargo las medidas no han sido del todo exitosas, lo que hace evidente que la colisión de los vertebrados voladores depende de otros factores más que de la capacidad de las especies de evadir los obstáculos. Tales factores, en muchos casos tienen que ver con los diseños de los parques eólicos, el arreglo y la disposición de los aerogeneradores, altura, velocidad del rotor, densidad de torres, topografía, entre otros. Bajo esta perspectiva, es importante mencionar que el promotor ha buscado implementar tecnologías de gran tamaño que afecten de menor manera, así mismo ha buscado que el arreglo de los aerogeneradores no caigan en zonas que puedan tener un perjuicio hacia el ecosistema del área, es por esto importante tener estos puntos de comparación entre diseño de centrales en operación y el presente proyecto.

Es importante mencionar que se ha hecho un esfuerzo para ir evaluando la estimación de riesgo de colisión de las aves con los aerogeneradores, sin embargo se tendrá durante la operación de los parques el seguir midiendo las variables que impactan a estas colisiones para tener información con mayor precisión. Aunque hay factores que inducen a suponer un riesgo, dada la importancia de la ruta migratoria a escala mundial, es importante señalar que este riesgo se ha ido midiendo en la zona del Istmo, lo cuál esto ayudará al seguimiento de aquellas variables relevantes necesarias para estimar con mayor precisión la probabilidad de colisión y afectación de las poblaciones y tener medidas más eficientes para mitigar este impacto ambiental potencial. En resumen, aún cuando la ejecución del proyecto pueda provocar impactos relevantes (e. g. desmontes y colisiones) identificados y evaluados que afectarán al Sistema Ambiental, es importante mencionar que estos no impiden su funcionalidad como sistema.

Otro aspecto importante que surge por las condiciones de las especies en peligro de extinción que se encuentra en la zona es que el promovente del proyecto ayudará con sus medidas de mitigación con la creación de patrullas que monitoreen esta especie y platicas con los pobladores de los lugares donde será instalado el proyecto.

COPIA PÚBLICA

Índice

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	573
VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.	573
VI.1.1. CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	575
VI.2. AGRUPACIÓN DE LOS IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS..	575
VI.3. Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación	577
VI.4. Medidas de mitigación propuestas para evitar colisiones.	582

Índice de Tablas

Tabla VI. 1 : Bitácora de Monitoreo de la Liebre del Istmo.	581
Tabla VI. 2 : Bitácora de Monitoreo de tortugas en peligro de extinción.....	581
Tabla VI. 3 Programas recomendados para su ejecución dentro del parque en las diferentes etapas.....	585

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

En el presente capítulo, se establecen las medidas para prevenir, reducir, compensar y mitigar los impactos ambientales identificados en el Capítulo V de la ejecución los impactos adversos ocasionados por el Parque Eólico Istmeño. La definición de cada una de las medidas aquí recomendadas, siguen como pauta, el criterio básico sugerido por la autoridad ambiental federal, vía la Guía para elaborar la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional de Proyectos de Generación, Transmisión y Transformación de Energía Eléctrica (SEMARNAT, 2000).

La principal premisa de la SEMARNAT es evitar en conjunto con los promoventes de los proyectos de desarrollo de infraestructura, del sector que fuera, los impactos adversos de cualquier magnitud, y en caso de no ser posible, utilizar medidas correctivas y mitigantes para minimizarlos. Tal situación queda limitada en proyectos que no cuentan con claras alternativas debido a factores como la naturaleza del proyecto, su magnitud y la ubicación del sitio, en donde no es posible efectuar muchas de las medidas preventivas, teniendo que recurrir a medidas correctivas o incluso compensatorias.

Durante el desarrollo del Capítulo V del presente estudio, fue posible identificar cambios probables al SAL y al SAR en diferentes niveles y magnitudes, para estos cambios se plantean medidas de mitigación y corrección, que están enfocadas a evitar, controlar, revertir o compensar sus efectos al medio por esos impactos probables.

Por otro lado, es importante considerar que existen posibles afectaciones (ver Tabla V.6 Capítulo V) que pueden definirse como "impactos considerados o atendidos" e "impactos poco significativos"; estas posibles afectaciones fueron consideradas en el Capítulo V como afectaciones atendidas y de muy poca envergadura y extensión; atender a estos impactos con medidas aplicables para mitigar los impactos poco significativos, mejorarán el desempeño ambiental del proyecto y liberan al promovente de presión, un ejemplo de esto es....*pueden existir la posibilidad de un derrame de residuos peligrosos sin embargo,*

al autoridad ambiental obliga al promovente o constructor a contratar a una compañía certificada que se encargue del manejo y disposición final de estos residuos, por tanto, el promovente puede no considerar esto como un impacto ya que en gran medida se encuentra prevenido.

Esta misma situación sucede con otras posibles afectaciones como el manejo de aguas residuales sanitarias, residuos sólidos domésticos, obras de conservación de suelo, medidas de disminución del efecto del ruido por aerogeneradores, incremento de emisión de gases de combustión por vehículos automotores, entre otros. Estas posibles afectaciones a pesar de no estar consideradas como graves, en el desarrollo de las medidas de mitigación si son consideradas, principalmente por el mismo hecho de que este atendido, no esta exento de ocurrir, por tanto, a pesar de tratarse de medidas muy sencillas y en ocasiones repetitivas, las consideramos en este capítulo para asegurar su cumplimiento y que el promovente al ejecutarlas obtenga una mejor aceptación socio-ambiental.

Las medidas de mitigación se describen en los componentes impactados de cada factor ambiental para cada etapa del proyecto pero se presentan agrupadas para las diferentes etapas del proyecto en la tabla resumen, esto debido a que por un lado una misma acción puede estar dirigida a mitigar, reducir o compensar los impactos identificados y por otro evita con esto ser repetitivo el documento permitiendo que constituya una guía más eficaz, práctica y fácil de seguir para los responsables de ejecutar las medidas propuestas.

Al igual que La Central Eólica La Venta I y II, hay varios impactos ambientales posibles que están asociados con el Parque Eólico Istmeño; sin embargo, las colisiones de las aves con los aerogeneradores son posiblemente los más importantes. Como se manifiesta en el Capítulo V, con excepción del efecto que puede tener el establecimiento y operación del parque en la ruta migratoria de aves y en las comunidades de aves y murciélagos residentes debido a las potenciales colisiones (de acuerdo a los Estudios realizados por el INECOL solicitados por el promovente, la probabilidad de colisión es baja, además de contar con medidas de mitigación que se exponen más adelante) con los aerogeneradores, el proyecto no presenta impactos considerables sobre los elementos del medio físico, biológico y social de gran envergadura.

VI.1. Clasificación de las medidas de mitigación

Los impactos probables que se pudieran provocar por la ejecución del proyecto Parque Eólico Istmeño, serán atendidos desde diversos frentes, intentando que las medidas de mitigación emitidas en el presente capítulo, del tipo o clase que fueren (preventivas, de remediación, de rehabilitación, compensatorias, reductivas) mitiguen de forma directa e indirecta las afectaciones probables. Para tal efecto, en compañía con el promovente y con el apoyo de los diversos estudios de impactos realizados en la región para diferentes parques (Eurus, La Venta III, La Ventosa, entre otros), se construye un Programa Estratégico de Atención de Impactos (PEsAI) que básicamente se convierte en el programa de vigilancia y cumplimiento ambiental de forma integrada, y considera las medidas consensuadas para cada uno de los impactos evaluados más significativos y adversos; los impactos benéficos, consideramos que no es necesario retomarlos, por tratarse de afectaciones no perjudiciales que ayudan al desarrollo regional. El PEsAI se acomoda en forma de cuadro sinóptico o tabla sinóptica y se lee de izquierda a derecha y tiene la peculiaridad de servir como un mecanismo de verificación de ejecución de las medidas ya que se compone de algunos campos que ayudarán al evaluador y al promovente a deslindar responsabilidades, a tener con exactitud la medida de verificación de cumplimiento de la acción, el detalle de la normatividad que aplica, entre otros. Las medidas son clasificadas y emitidas en la guía correspondiente y son: preventivas, de remediación, de rehabilitación, de compensación y de reducción (Tabla VI.1-1).

VI.2. Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas.

Se hace énfasis sobre la pérdida de vegetación y en la probable colisión de aves y murciélagos (es importante mencionar que no se encontraron murciélagos en esta área), ya que estos fueron considerados como los de mayor envergadura, y se definen como impactos que pueden llegar a presentar afectaciones a distintos componentes ambientales. En este sentido, las medidas de mitigación expuestas para proteger la pérdida de vegetación permitirán reducir los impactos en los otros componentes ambientales (suelo y fauna) de forma paralela en otros parques convirtiéndose en medidas que generan sinergia regional en la mitigación de los efectos adversos; esto es como se ilustra a continuación.

1. El desmonte de las áreas de obras durante la preparación del sitio, puede llegar a tener un efecto domino, afectando directamente a la vegetación, incrementa el riesgo de erosión por exposición y eventualmente cuando se trata de desmote temporal reduce el área de hábitat para la fauna.
2. Es importante que solo se derriben los árboles y arbustos que interfieran con las obras y operación de los aerogeneradores, esto tiene repercusiones positivas debido a que se asegura la permanencia de hábitat para los vertebrados, principalmente en sitios donde la afectación puede ser relevante, que incluye a especies animales y vegetales listados en la NOM-059-SEMARNAT-2001.
3. La protección de los estratos arbustivos y herbáceos ayuda a mitigar el efecto de pérdida de suelo y nutrientes, y más aún en los derechos de vía de los caminos y las áreas circundantes a los aerogeneradores. Estas medidas al igual que la poda selectiva del estrato arbóreo y la recolocación del suelo vegetal removido, ayudarán a mantener el suelo y sus nutrientes, además de la permanencia de microhábitats para fauna edáfica y vertebrados rastreros como serpientes y lagartijas.
4. La sobras de conservación de suelo, actúan de forma indirecta en al captación y filtración de agua al acuífero, además de proporcionar y retener humedad para ayudar al proceso de regeneración inducida del estrato herbáceo, y por último como ejemplo,
5. Las medidas emitidas para evitar colisiones de igual manera generan sinergia regional en la mitigación del impacto.

Estas interrelaciones se pueden observar de forma más directa en el PEsAI .

VI.3. Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación

En este apartado, se agrupan los impactos ambientales indicando la existencia de sistemas de mitigación para uno o varios impactos contenidos en el PEsAI y la estrategia a seguir para su cumplimiento. Es importante señalar que el análisis de los impactos que se realizó en el presente estudio se enfocó particularmente en identificar y evaluar aquellas consecuencias del proyecto que ponen en riesgo el equilibrio ecológico dentro del SAR. En este sentido, los elementos de juicio que se utilizaron para formular las medidas de mitigación tratan de reducir este riesgo. Como primer punto, se consideraron todas las especificaciones de carácter legal enfocadas a mantener el equilibrio ecológico y que están contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Reglamentos en Materia Ambiental y Normas Oficiales Mexicanas. Algunos de los impactos ocasionados por el proyecto serán mitigados o reducidos de manera importante si existe un apego estricto a la normatividad ambiental vigente (Tabla VI.3-1). Los límites y umbrales permitidos, así como las especificaciones y procedimientos para cumplir con ellos, están contenidos en dicha normatividad, no es necesario profundizar más en el análisis de los impactos y en sus medidas de mitigación correspondientes, aun así en la tabla del PEsAI son considerados como medidas precautorias. No obstante, será necesario que el constructor aplique el PEsAI para garantizar el cumplimiento formal de estos señalamientos (Tabla VI.3-1).

Es importante tener en consideración que una de las principales medidas emitidas es la elaboración y ejecución de un Programa de Conservación y Restauración de Suelos; para su elaboración es recomendable que el responsable establezca un canal de comunicación gestión y colaboración con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) para poder llevar esta medida a mejores términos; sin embargo, es de imperante consideración que en la elaboración del programa, se consideren los siguientes criterios:

1. El grueso mínimo de suelo a colocar en los procesos de restitución y restauración no debe ser menor a los 10 cm para asegurar una buena revegetación.
2. Para el almacenamiento del tipo de suelo más delicado, el suelo orgánico, los montículos o trincheras de tierra no deberán sobrepasar 1 metro de altura. Para el

resto de los suelos, siempre que sea posible, los montículos no sobrepasarán los 2.5 m de altura.

3. No se compactarán los montículos de almacenamiento temporal de material para restauración.
4. Se protegerá de la erosión al suelo restaurado, dentro de las posibilidades que permita el terreno mismo.
5. Se conformarán canales de desvío en la corona de los taludes y en el límite del almacenamiento temporal de suelos para restauración, con objeto de evitar el escurrimiento de agua pluvial a través de los mismos.
6. Se buscará imitar los horizontes del suelo original, para lograr una restauración acorde con la ecología de la zona local de cada banco de material.
7. Se deberá incorporar abonos orgánicos para mantener o incrementar la fertilidad original del suelo, una vez terminada la construcción y realizada la descompactación de las plataformas de maniobra. Cuando mejor sea la calidad de la tierra disponible para la restauración, menor será el costo de la fertilización y de la preparación del mismo para la restauración. Por lo que se buscará utilizar únicamente la tierra de mejor calidad de la zona.
8. En los linderos de los caminos no se admitirán materiales de relleno que se encuentren contaminados o con basura y desperdicios, como escombros, residuos sólidos municipales y peligrosos.
9. En los linderos de los caminos se buscará mantener las pendientes naturales del suelo en la zona de restauración. La pendiente de abandono deberá conformarse en sentido de la pendiente original del terreno, nunca en contrapendiente.

Es sistema de medidas se cumplirá cabalmente siempre y cuando, el promovente, los constructores o contratistas y en su caso, los operadores del Parque Eólico Istmeño, establezcan los mecanismos de coordinación y cooperación adecuados, para dar cumplimiento a lo expuesto por las autoridades y por el presente estudio en materia de impacto ambiental, sin embargo, es de suma importancia que los involucrados, cuenten o designen al personal debidamente capacitado para dar cumplimiento o seguimiento al PEsAI, por tanto en las plantillas laborales es recomendable contar con un responsable o verificador ambiental por compañía o contratista y por parte del promovente tendrá que darle seguimiento en las dos primeras etapas (Preparación del sitio y Construcción). En

la etapa de operación se tendrá un supervisor por parte del operador y uno en la fase cuarta de abandono del sitio.

La inclusión de verificadores o supervisores ambientales ayudará en tres vertientes: la primera que tiene que ver con el cumplimiento explícito del PEsAI en conjunto con los contratistas, la segunda que tiene que ver con los mecanismos de corrección, adecuación y actualización del PEsAI durante su operación y, una tercera que es la de funcionar como "asesor" ambiental del contratista y el promovente.

Los supervisores tendrán la responsabilidad de dar cumplimiento a las medidas de mitigación y será su responsabilidad el contar con un registro de las actividades durante el desarrollo del proyecto, a efecto de realizar el informe de actividades que deberá presentarse a la autoridad ambiental cuando así lo requiera. Es importante mencionar que los supervisores tendrán las siguientes responsabilidades:

1. Asegurarse y difundir que las empresas subcontratadas conozcan las medidas de mitigación del PEsAI y las recomendaciones emitidas por las autoridades ambientales. presentadas en este documento, así como la legislación ambiental y normatividad aplicable a cada fase del proyecto
2. La medición de variables durante la ejecución y operación del proyecto, para determinar cambios que ocurran a consecuencia del mismo.
3. Establecer con los supervisores ambientales de las empresas subcontratadas, los mecanismos y canales de vinculación para dar seguimiento a la supervisión del PEsAI
4. Verificar regularmente, en las diferentes frentes de construcción el cumplimiento de las medidas emitidas; es importante que los supervisores lleven registro de estas actividades así como memorias fotográficas, informes, oficios, entre otros.
5. Como punto importante, los supervisores deberán, durante el desmonte y transporte de materiales y residuos peligrosos, cumplir con labores de vigilancia para evitar afectaciones y accidentes.

6. En el caso específico de la fauna, es importante que se elabore y ejecute un Programa de Rescate y Translocación de fauna con énfasis en especies protegidas; en el PEsAI se emiten algunas recomendaciones para mitigar los impactos; tales como: realizar recorridos previos a las actividades para alejar a las especies más móviles como las aves y mamíferos medianos Respecto a las especies menos móviles (anfibios, reptiles y roedores), se recomienda dejar una noche de inactividad para permitir que la fauna se desplace hacia otros sitios cercanos para buscar refugio. Esto para evitar afectaciones a individuos de las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Si se detecta la presencia de algunos individuos, es importante llevar un registro fotográfico y determinar la ubicación exacta en la que fueron localizados, en caso de ser translocados, se reportará la ubicación del sitio, así como describir características de la especie.
7. Para el caso especial de la liebre de Istmo y las tres tortugas que desovan en el lugar se incluirá de manera particular dentro del Programa de de Rescate y Translocación de Fauna con énfasis en especies protegidas una patrulla de monitoreo que permita recabar información de las especies en el sitio y ayudar a incrementar el cuidado de estas.

Para el caso de la liebre del Istmo se llevará una bitácora de trabajo que será llenada mensualmente (por favor poner que no sea diario sino mensual) con la información que aparece en la siguiente Tabla VI.1. Esta bitácora de trabajo será llenada por personal capacitado que garantice que la información recabada sea real.

Una vez autorizado el proyecto se realizará un recorrido por las zonas de trabajo con una semana de anticipación en las zonas de construcción para el llenado de la bitácora y antes de comenzar a construir cada día se verificará en campo que no se encuentren especímenes o madrigueras que puedan ser dañadas por las obras del parque eólico.

Con esto se garantizará que todas y cada uno de los especímenes que se encuentren en la zona de construcción sean reubicados en caso de ser necesario (crías de libre) y se eviten atropellamientos. Además de que se dará material

impreso a todo el personal de trabajo que se integre al equipo de construcción sobre los cuidados y precauciones que tendrá que tomar en caso de encontrarse con una madriguera o con un espécimen, haciendo especial énfasis en que quedará estrictamente prohibido la casa de este animal.

Bimestralmente se realizará un reporte de las cantidades de especímenes removidos y el éxito de las labores con el objetivo de tener todas las herramientas para seguir trabajando bajo esta óptica o tomar acciones adicionales a las ya mencionadas.

No Control	Fecha	Ubicación Satelital de Madriguera (UTM)	Ubicación Satelital de Especimen (UTM)	Cantidad de Especímenes localizados	Individuos reubicados de la zona de construcción	Ubicación de los individuos removidos	Metodología de remoción de individuos	Encargado de las actividades de remoción y supervisión

Tabla VI. 1 : Bitácora de Monitoreo de la Liebre del Istmo.

Para el caso de las tres tortugas en peligro de extinción que se encuentra en la zona también se instalará una patrulla de monitoreo, dicha patrulla deberá de llenar la siguiente bitácora de supervisión que se muestra en la Tabla VI.2.

No Control	Fecha	Ubicación Satelital de Nido de Tortuga (UTM)	Ubicación Satelital de Especimen (UTM)	Cantidad de Especímenes localizados y su tipo	Condiciones en que se encuentra el nido	Encargado de las actividades de remoción y supervisión	Fecha próxima vista al nido	Condiciones del Nido en la segunda visita.

Tabla VI. 2 : Bitácora de Monitoreo de tortugas en peligro de extinción.

Si la patrulla de monitoreo encontrase un nido en el área del proyecto, colocará una cinta sujeta a dos pequeños mástiles de madera indicando la ubicación del Nido y anotando en la cita la fecha de localización y la persona que la localizó.

Se programará una segunda visita al nido para verificar las condiciones en que se encuentran después de su primer avistamiento. Como parte de este seguimiento

también se dará información impresa a los trabajadores de la obra sobre los cuidados y acciones a seguir si se llegasen a encontrar con un nido o espécimen durante el proyecto.

El promotor realizará pláticas de información a las comunidades donde se encuentra el proyecto cada mes para hacer del conocimiento de pobladores la importancia que tiene estas especies y las acciones que se están siguiendo para ayudar a evitar su desaparición. De cada una de estas pláticas se llevará registro escrito y fotográfico que evidencie el material entregado a los pobladores y la participación de la gente.

Las pláticas serán llevadas a cabo en las comunidades donde los pobladores se pueda reunir y se preste para la transmisión de la comunicación.

VI.4. Medidas de mitigación propuestas para evitar colisiones.

El Parque Eólico Istmeño estará instalado en un lugar donde hay un importante paso de aves migratorias y en el que especies de aves provenientes de Norteamérica convergen y se concentran en la región sur del Golfo de México y a lo largo del Istmo de Tehuantepec (INECOL, 2007). En los informes de monitoreo realizados por INECOL a petición del promovente en los sitios Santa María del Mar, San Mateo del Mar y El Espinal, se ha demostrado el paso de aves que se tiene en la región. Como ejemplo, en El Espinal durante la temporada de monitoreo de primavera fueron registradas 114 especies de aves, de las cuales el 43 % corresponden a especies migratorias de invierno y transitorias; en total durante esa temporada fueron contabilizadas alrededor de 1 000 000 de individuos migrando (INECOL, 2008), sin embargo, la temporada de migración de primavera es menos concentrada que la de otoño, siendo esta última la temporada de mayor concentración de aves migrando del norte del continente hacia el hemisferio sur por un período más prolongado. En todo caso el análisis realizado nos permite definir las medidas de mitigación durante la época de operación del parque.

En su paso por los casi 24 000 km de recorrido, las aves van sorteando diferentes obstáculos, uno de ellos pueden ser los parques eólicos. La colisión de aves con aerogeneradores, al igual que los murciélagos, ha sido ampliamente documentada en Norteamérica (Howell y DiDonato, 1991; Howell, 1997; Orloff y Flannery, 1992; Percival,

2000). En México muy poco se conoce al respecto, sin embargo se han realizado ya varios estudios en el área. La colisión de aves (migratorias y residentes) y de murciélagos puede ser el impacto ambiental más significativo del proyecto, por tanto, y de acuerdo a los estudios realizados es necesario tomar medidas de mitigación de los riesgos para reducir al mínimo estos posibles impactos.

Las medidas de mitigación emitidas para el Parque Eólico Istmeño, están basadas principalmente en los trabajos realizados por: Arnett *et al.*, 2006; Benner *et al.*, 1993; Brinkmann *et al.*, 2006; Crockford, 1992; Erickson *et al.*, 2002; Gauthreaux y Belser, 1999; Gill *et al.*, 1996; Hodos *et al.*, 2001; Howell y Didonato, 1991; INECOL, 2007 y 2008; Langston y Pullan, 2003; Percival, 2000; Smallwood y Thelander, 2004; U.S. Fish & Wildlife Service, 2003; Winkelman, 1994 y Young *et al.* 2003, entre otros documentos, así mismo de las observaciones que se realizaron durante el ciclo Primavera y Otoño del 2007 en cada uno de los predios)

A continuación se listan las medidas emitidas para la minimización del posible impacto generado por la colisión de aves y murciélagos con los aerogeneradores:

1. Pintar los alabes de las turbinas para aumentar al máximo su visibilidad para las aves, de acuerdo a Hodos *et al.* (2001) la visibilidad de las puntas de las palas de los aerogeneradores, una vez pintadas varias franjas estrechas de colores vivos en sus puntas, hace que la visibilidad de las palas en movimiento sobre el ojo del ave sea el triple que la relativa a una pala sin franjas pintadas; patrón de rayas delgadas negras y rojas o pintar una sola aspa negra; no obstante, para dar cumplimiento a la Normatividad vigente en México, es necesario acatar lo dispuesto por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) en la NOM-015-SCT3-1995 (D.O.F., 01-09-1996), sobre señalamiento visual y luminoso de objetos, en lo referente a espacio aéreo navegable, los colores autorizados por SCT son Naranja o Rojo.
2. Asegurarse que las turbinas no son más altas de 150 m y no más bajas de 90 m, para obtener los beneficios de instalar máquinas de potencia mayor.
3. Se evitará el uso de luminarias de sodio en las inmediaciones del parque, ya que está demostrado que son un gran atrayente de aves nocturnas.

4. Realizar paradas técnicas temporales (paros selectivos) en periodos de riesgo para las aves (e. g. en temporada de migración).
5. Seguir realizando los monitoreos de aves y murciélagos, apoyado con el uso de radar marino, en temporadas de migración durante la fase de operación del parque con el fin de evaluar el comportamiento de la avifauna, así como poder determinar si existen especies consideradas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2001, CITES, UICN y que esté presentando algún riesgo de colisión con los aerogeneradores para tomar medidas adicionales.
6. Instalar dispositivos anti-percha y disuasores dentro del parque y la(s) línea(s) de transmisión y conducción de las subestaciones
7. Búsqueda de nidos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 que por su comportamiento tengan riesgo alto de colisión.
8. Mantener los alrededores de las bases de los aerogeneradores limpios (sin vegetación alta) para evitar que sea refugio de presas de las aves rapaces.
9. Luces blancas estroboscópicas blancas para evitar que atraigan aves e insectos así como ser visibles para especies de aves nocturnas como los búhos.

Programas recomendados como acciones complementarias para su ejecución

De forma paralela al desarrollo del proyecto, antes, durante y después de su establecimiento, es altamente recomendado realizar una serie de acciones articuladas, con rigor y técnicas más detalladas para la minimización de los efectos que podría traer consigo la construcción del parque; que no se encuentran enunciadas en el PEAI por tratarse de actividades básicamente interrelacionadas y que se recomienda ejecutarlas como programas en su conjunto y no como actividades aisladas; para tal efecto fue posible como estrategia de minimización de efectos, identificar la elaboración y operación de al menos cinco Programas en el SAR del Parque Eólico Istmeño (Tabla VI.3).

Programa	Etapa de realización
Programa de Rescate y Translocación de Fauna con énfasis en especies protegidas	2
Programa de Restauración y Conservación de Suelos	2 y 4
Programa de Reforestación y Enriquecimiento Ambiental, con énfasis en especies nativas	3
Programa de Divulgación con énfasis en Señalización	Permanente
Programa de Monitoreo de Aves y Murciélagos, con énfasis en especies migratorias durante la época de mayor migración	

Tabla VI. 3 Programas recomendados para su ejecución dentro del parque en las diferentes etapas.

Por último, es importante considerar como una necesidad del Parque Eólico Istmeño, la homogeneización de las medidas de mitigación a nivel regional así como el establecimiento de protocolos generales de monitoreo de las medidas, ya que es imperante generar sinergia en la mitigación para la minimización de efectos adversos al sistema ambiental.

Tabla VI.1-1. PEAI condensado de las medidas de mitigación, reducción, corrección y compensación ambiental que deberán ser ejecutadas en el Parque Eólico Istmeño para mitigar posibles impactos significativos.

Impacto probable	Tipo	Medida	Acciones y actividades	Etapas	Frecuencia	Indicador de actuación	Indicador de resultados	Medio de verificación	Umbrales máximos	Responsable	Observaciones
Afectación y/o modificaciones a la escorrentía superficial por Construcción de sistema de drenajes y canalización de cauces	Correctiva	El promovente tiene contemplado ejecutar un programa de obras hidráulicas para mantener el patrón superficial y subterráneo de drenaje y recarga	Realizar obras de canalización y/o conducción hidráulica considerando los escurrimientos máximos para evitar inundaciones en el SAL, principalmente en el Polígono 1	1, 2	Una vez	No. de obras por tipo realizadas	Canalización adecuada de escurrimientos	Anexo fotográfico	Acumulación de agua	Promovente	1. Las obras realizadas evitarán la pérdida en la capacidad de recarga del acuífero Tehuantepec. 2. Si no se atiende puede provocar erosión inducida y afectación a las cimentaciones e instalaciones subterráneas. 3. Adicionalmente, se pueden construir zanjas con objeto de disminuir la velocidad de arrastre de los escurrimientos.
Alteración a las características físico-químicas del suelo, Erosión y compactación por distintos procesos constructivos	Preventiva	Restringir al área autorizada los desmontes, despalmes, nivelaciones, movimientos de tierra y vehículos y maquinaria	Supervisar con los Contratistas de construcción, que solo se desmonte en las áreas autorizadas	1, 2	Diaria	No. de operadores de maquinarias instruidos sobre límites de áreas de trabajo.	Áreas ajenas al proyecto sin afectaciones	Recorrido de supervisión	S/umbrales	Promovente Contratistas	1. Se debe tener especial cuidado en estas medidas, ya que de ser afectadas zonas ajenas a los predios rentados puede provocar situaciones graves con propietarios de terrenos y con la autoridad ambiental por afectaciones al medio en áreas no autorizadas. 2. La señalización puede ser con letreros fijos hechos de material como alucobon, lamina de acero o zinc, o simplemente con cinta restrictiva con al leyenda "precaución". 3. Los residuos cuando no sean ocupados en un lapso de tiempo corto, se deberán almacenar hasta que puedan ser requeridos para prevenir erosión y en la etapa de restauración. 4. El programa de conservación de suelos debe apoyarse en los manuales de la Comisión Nacional Forestal. 5. Importante, esta medida funciona también como coadyuvante para mitigar el efecto de emisión de polvos y PST a la atmósfera 6. La colocación de plástico para evitar emisiones por remoción eólica e hídrica, se puede hacer solo cuando se presentan fuertes lluvias o incremento extremo de la velocidad del viento (> 4m/s)
			Señalización de las áreas autorizadas para las obras	1, 2	Diaria	No. de señales instaladas	Señales adecuadas en los sitios adecuados	1. Plano geográfico con la señalización 2. Informe de colocación de letreros	S/umbrales	Contratistas	
	Reductiva Preventiva	Evitar la pérdida de suelo por exposición de montículos	Recolocación de residuos vegetales para evitar la erosión de terrenos expuestos que no serán ocupados inmediatamente	1, 2	Cuando corresponda	No. de áreas atendidas con residuos vegetales	S/indicador	Anexo fotográfico	S/umbrales	Contratistas	
	Reductiva Compensatoria	Ejecutar un Programa de conservación y restauración de suelos	Ejecutar obras necesarias según programa como: zanjas trincheras, canales de desvío, presas de gaviones, entre otras	1, 2, 3	Cuando corresponda	No. de obras por tipo realizadas	Obras realizadas	Informe de cumplimiento	S/umbrales	Promovente Contratistas	
Alteración de aspectos estéticos en la incidencia por pavimentado Ya se había comentado que es terracería de caminos de servicio interiores y periféricos	Correctiva Compensatoria	Reestablecimiento de cobertura vegetal nativa en las áreas inmediatas a los desmontes	Implementar un proyecto de enriquecimiento ambiental donde se contemplen medidas como establecer una línea arbolada periférica alrededor de la subestación y paralelo a los caminos donde se haya desmontado para minimizar el efecto visual	2, 3	Cuando corresponda						1. Este posible impacto, esta considerado como ambivalente 2. El efecto de los caminos es considerado como benéfico porque al ser rehabilitados se apoya a las comunidades al intercambio comercial. 3. Las actividades emitidas aquí, se consideran como opcionales, ya que el área es muy seca hacer enriquecimiento ambiental es necesario el agua.
Aspectos estéticos en la incidencia por Presencia y operación de aerogeneradores en la generación de energía.											

Impacto probable	Tipo	Medida	Acciones y actividades	Etapas	Frecuencia	Indicador de actuación	Indicador de resultados	Medio de verificación	Umbrales máximos	Responsable	Observaciones
Pérdida de cobertura vegetal por la afectación a unidades básicas singulares por desmontes y despalmes de sitios de obras incluyendo caminos	Preventiva	Definir las áreas autorizadas para desmonte	Marcar las áreas a desmontar con algún tipo de señalamiento	1, 2	Una vez	No. de señales colocadas	Denuncias de afectación	1. Plano geográfico con la señalización 2. Oficios de denuncias	S/umbrales	Promovente	1. Aplica la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable con medidas de compensación mediante pagos al Fondo Forestal Mexicano por la superficie forestal a afectar 2. Acordar con la Delegación de la SEMARNAT en el Estado de Oaxaca las condiciones y sitio para realizar las actividades de reforestación 3. En las zonas con elementos arbóreos sólo se eliminarán los árboles que interfieran con las obras y operación de los aerogeneradores 4. El Proyecto de reforestación debe ir paralelo a al
	Rehabilitación	Favorecer la recuperación de la vegetación	Marcar las áreas de uso temporal para su restauración posterior	1, 2	Permanente		Señales adecuadas en los sitios adecuados			Contratistas	
	Preventiva	Censo de árboles que serán derribados	Contabilizar los árboles (número y especie) que serán derribados para realizar las actividades de compensación	1	Una vez	Inventario de arbolado a derribar	No aplica	Anexo fotográfico	S/umbrales	Contratistas	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional Sector Eléctrico
"PARQUE EÓLICO ISTMENO"

	Compensación	Compensación de las áreas a desmontar	Reforestación de una superficie de bosque tropical caducifolio al menos igual a la desmontada	3	Cuando corresponda	No. de ha a reforestar	Acreditación legal de los predios a reforestar	Acuerdos firmados para ejecutar la reforestación	Aplica LGDFS, art. 118, 142	Promovente	ejecución del programa de restauración de suelo
Pérdida de individuos de fauna y afectación a especies protegidas por diversas actividades de construcción como el desmonte, circulación frecuente de vehículos y a la presencia de personal	Preventiva	Acciones de inspección, captura y disuasión de fauna en las áreas a desmontar	Realizar recorridos periódicos en las áreas a desmontar para ahuyentar y translocar a la fauna.	1, 2, 3	Una semana antes y durante el desmonte	No. de organismo capturados	No. de organismo liberados	Informe trimestral	Aplican NOM	Contratista Promovente	<p>1. Los recorridos se realizarán durante la preparación del sitio y construcción, días antes de la apertura de cada frente de trabajo.</p> <p>2. Llevar un registro fotográfico y determinar la ubicación exacta en la que fueron localizados los individuos, en caso de ser translocados, el supervisor ambiental llevará una bitácora donde se asentará la especie, número de individuos y lugar donde fueron trasladados.</p> <p>3. Se realizara el desmonte fuera del el período reproductivo de las aves residentes en la zona ,</p> <p>4. En las áreas cubiertas por bosque, acahuales y matorrales el desmonte se realizará en etapas y en un solo frente, dejando una noche de inactividad, iniciando de las áreas menos densas para permitir el desplazamiento de la fauna.</p> <p>5. Aplica Ley General de Vida Silvestre y su reglamento.</p>
	Preventiva	Programación del desmonte escalonado	Realizar el desmonte de forma escalonada en las áreas ocupadas por bosque tropical, acahual y matorral, en etapas iniciando por un solo frente de ataque.	1	Cuando corresponda	No aplica	No aplica	Recorrido de supervisión	S/umbrales	Contratistas	
	Preventiva Reductiva	Limitar la velocidad de circulación de vehículos para evitar atropellamientos de fauna	Restringir la velocidad de circulación entre 30 y 40 km/hr como máximo.	1, 2, 3	Permanente	No. de operadores de maquinarias instruidos	Denuncias por exceso de velocidad	Bitácora	Aplican NOM	Contratistas	
	Preventiva	Informar vía señalización de restricciones para afectar lo menos posible a la fauna	Colocar señalización alusiva al cruce de fauna por los caminos, alusivos a la prohibición de cacería y/o colecta de fauna y al límite de velocidad	1, 2, 3	Permanente	No. de señales colocadas	Señales adecuadas en los sitios adecuados	1. Plano geográfico con la señalización 2. Informe de colocación de letreros 3. Recorrido de supervisión	Aplica reglamento SCT	Contratista Promovente	

Impacto probable	Tipo	Medida	Acciones y actividades	Etapas	Frecuencia	Indicador de actuación	Indicador de resultados	Medio de verificación	Umbrales máximos	Responsable	Observaciones
Muerte de aves y murciélagos por colisión con aerogeneradores	Preventiva	Marcar los alabes para hacerlos visibles al espectro visual de aves	Pintar los alabes de las turbinas en franjas de colores oscuros autorizados, para aumentar al máximo su visibilidad para las aves	2	Cuando corresponda	No. de aerogeneradores con álabes pintados	No aplica	Anexo fotográfico	S/umbrales	Contratista Promovente	Se recomienda que los álabes se pinten, porque se ha probado que ayudan a que las aves puedan ver los álabes al girar (Hodos et al., 2001). Acatar lo dispuesto por la SCT en la NOM-015-SCT3-1995 (D. O. F., 01-09-1996), sobre señalamiento visual y luminoso de objetos, en lo referente a espacio aéreo navegable, los colores autorizados por SCT son Naranja o Rojo.
	Reductiva	Minimizar el efecto de la altura de los aerogeneradores	Asegurarse que las turbinas no son más altas de 150 m y no más bajas de 90 m, para obtener los beneficios de instalar maquinas de potencia mayor.	3	Permanente	<i>Para esta medida solo se solicita a la autoridad revisar en el Capítulo II del presente estudio, la información técnica de los aerogeneradores</i>					
	Preventiva	Evitar colocar luces atrayentes para las aves	Utilizar luces blancas estroboscópicas blancas y no de sodio, para evitar que atraigan aves e insectos así como ser visibles para especies de aves nocturnas como los búhos.	2	Permanente	No. de aerogeneradores con luces estroboscópicas	No aplica	Reporte	S/umbrales	Promovente	
	Preventiva Reductiva	Paros selectivos durante la migración	En caso de ser necesario realizar paradas técnicas temporales (paros selectivos de corta duración) en periodos de alto riesgo de colisión para el paso de las aves (e. g. en temporada de migración).	3	Permanente	No. de paros en un mes	Reporte de colisiones masivas	Reporte	Colisión masiva de parvadas de aves migrando	Promovente	
	Preventiva	Disuadir que las aves perchen en o cerca de los aerogeneradores	Instalar dispositivos anti-percha y disuasores dentro cerca de los aerogeneradores (no más de 4 metros) y la(s) línea(s) de transmisión y conducción de las subestaciones	2, 3	Permanente	No. de dispositivos anti-perchas	No aplica	Anexo fotográfico	S/umbrales	Promovente	
	Preventiva Reductiva	Disuadir que las aves entren a cazar o consumir carroña en el parque	Mantener los alrededores (no más 4 metros alrededor del aerogenerador) de las bases de los aerogeneradores limpios (sin vegetación alta no más de un metro de altura) para evitar que sea refugio de presas de las aves rapaces.	3	Cuando corresponda	No. de eventos de mantenimiento	Área desprovistas de refugios	Reporte	S/umbrales	Promovente	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional Sector Eléctrico
 "PARQUE EÓLICO ISTMEÑO"

		Tapar con cal y posteriormente con una lona y retirar, cualquier cadáver de animales domésticos como perros, gatos, vacas, burros, caballos	3	Cuando corresponda	No. de eventos	No aplica	Reporte	S/umbrales	Promovente	
Preventiva Compensatoria	Seguir ejecutando el Programa de Monitoreo de aves y murciélagos									

COPIA PÚBLICA

Tabla VI.3-1. PEsAI condensado de las medidas de impactos aparentemente atendidos que se encuentran normados y que se explicitan para que el contratista y promovente tengan un mecanismo de vigilancia en el Parque Eólico Istmeño.

Impacto probable	Tipo	Medida	Acciones y actividades	Etapas	Frecuencia	Medio de verificación	Umbrales máximos	Responsable	Observaciones
Incremento de polvos provocados por fuertes vientos en el área, por el tránsito frecuente en vehículos en las terracerías, por el transporte de materiales y por los movimientos de tierra en las excavaciones	Preventiva Reductiva	Evitar y reducir la generación de nubes de polvo y por consiguiente emisiones a la atmósfera	Restringir la velocidad de circulación entre 30 y 40 km/hr como máximo.	1, 2, 3	Permanente	Bitácora	Aplican NOM	Contratistas	1. Este es un impacto muy difícil de mitigar a su máxima expresión, ya que se ve incrementado por la acción de fuertes vientos en el área, las medidas emitidas ayudan a minimizarlos pero no eliminarlos. 2. Para evitar apercebimientos por parte de la SSA y la STPS revisar y aplicar la NOM-024-SSA1-1993 que emite los LMP de emisiones de polvos. 3. El humedecimiento de los caminos para evitar emisiones de polvos, solo se debe hacer en la temporada de sequía y esta supeditada la actividad a la disponibilidad de agua.
			Colocar señales restrictivas del límite de velocidad	1, 2	Permanente	1. Plano geográfico 2. Informe de letreos 3. Recorrido de supervisión	Aplica reglamento SCT	Contratistas Promovente	
			Tapar con plásticos los camiones en el transporte de materiales	1, 2	Diario	1. Bitácora 2. Anexo fotográfico	Quejas por emisión de polvos	Contratistas	
			Humedecer los principales caminos y vías de acceso, durante las horas de mayor tránsito vehicular en el área del Proyecto y especialmente los tramos cercanos a los asentamientos humanos.	1, 2	Diaria	Anexo fotográfico	Contratistas		
			Suministrar equipo de seguridad al personal	1, 2, 3	Permanente	Lista firmada entrega recepción del equipo	Aplican NOM	Contratistas	
Contaminación del aire por emisión de gases de combustión: CO2, HC y PST; por el uso de maquinaria y vehículos a base de gasolina y diesel	Preventiva Reductiva	Evitar y reducir al máximo la posible la emisión de gases contaminantes de combustión por uso y operación de maquinaria y vehículos, que operen con gasolina y diesel	Elaborar y aplicar un Programa Preventivo de Mantenimiento de maquinaria y vehículos	1, 2, 3	Una vez	Bitácora	Aplican NOM	Contratistas	1. Impacto considerado como atendido por normatividad aplicable, medida precautoria. 2. Umbrales de las Normas: NOM-041-SEMARNAT-2006 NOM-045-SEMARNAT-1996 NOM-050-SEMARNAT-1993
			Realizar la verificación vehicular obligatoria de las unidades que componen la plantilla vehicular		Semestral	Certificado de verificación (copia)	Aplican NOM	Contratistas	
Incremento en los niveles de ruido por uso de vehículos y maquinaria pesada y operación de aerogeneradores	Preventiva	Disminuir el efecto de la emisión de ruido por vehículos automotores, maquinaria pesada y la operación de los aerogeneradores	Suministrar equipo de seguridad al personal, principalmente protectores auditivos	1, 2, 3	Permanente	Lista firmada entrega recepción del equipo	Aplican NOM	Contratistas Promovente	Aplican lineamientos de la NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994

Impacto probable	Tipo	Medida	Acciones y actividades	Etapas	Frecuencia	Medio de verificación	Umbrales máximos	Responsable	Observaciones
Potencial contaminación del suelo por derrames accidentales de residuos peligrosos y no peligrosos, combustibles, químicos y solventes en general	Preventiva	Evitar que los derrames accidentales puedan contaminar el suelo	Realizar la carga de combustible y los cambios de aceites y lubricantes, en sitios destinados específicamente para ello, de preferencia fuera del predio en talleres autorizados.	1, 2, 3	Permanente	No aplica	Aplica LGEEPA	Contratistas Promovente	Difundir entre el personal información acerca del riesgo de derrames accidentales de combustibles, grasas, aceites, entre otras sustancias peligrosas. Aplica la GEEPA. Las grasas, aceites, solventes y cualquier residuo peligroso será manejada conforme a lo estipulado en la normatividad aplicable. Se deberá construir un almacén temporal para residuos peligrosos, en base en lo establecido en el Reglamento de la LGPyGIR, para almacenar los residuos de manera temporal. En caso de que ocurra un derrame accidental, deberá atenderse de inmediato usando material absorbente para evitar que se contamine mayor cantidad de suelo. Aplica NOM-052-SEMARNAT-1993
	Preventiva	Minimizar los riesgos de derrames accidentales de combustibles, residuo peligrosos y no peligrosos	Almacenar los combustibles, los residuos y químicos, bajo techo y contar con provisiones para evitar la contaminación de suelo y agua, en caso de fuga o derrame.	1, 2	Permanente	Almacén de combustible con disposiciones de seguridad	Aplica LGPGIR	Contratistas	
	Preventiva	Identificar, manejar y almacenar correctamente los residuos peligrosos que se generen, apeguándose a las normas vigentes	Las grasas, aceites, solventes y cualquier residuo peligroso será manejada conforme a lo estipulado en la normatividad aplicable.	1, 2, 3	Cuando corresponda	No. de contenedores con seguridad apropiada	Aplica LGPGIR	Contratistas Promovente	
Potencial contaminación por derrames o fugas accidentales de residuos domésticos y sanitarios generados por el personal.	Preventiva	Evitar que los derrames accidentales puedan contaminar el suelo	Los residuos sanitarios tendrán que ser captados en letrinas móviles.	1, 2	Diaria	Contrato de Cía. Encargada	Aplica LGPGIR	Contratistas	Aplica para este impacto la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento y su reglamento (LGPGIR). Las letrinas móviles serán suministradas en renta por una empresa capacitada para prestar este servicio, asegurándose que cuente con la autorización
	Preventiva	Controlar los potenciales derrames de residuos domésticos	Colocarlos en contenedores con tapa, los cuales se ubicarán en forma visible y estratégica en los frentes de trabajo.	1, 2	Diaria	Reporte	Aplica LGPGIR	Contratistas	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional Sector Eléctrico
"PARQUE EÓLICO ISTMEÑO"

	Preventivas	Separación de residuos para evitar potenciales accidentes	Los residuos sólidos y líquidos que se generen durante las etapas de preparación del sitio y construcción se deberán separar para evitar la mezcla de residuos peligrosos, con residuos de manejo especial o con residuos sólidos urbanos	1, 2	Diaria	Reporte	Aplica LGPGIR	Contratistas	respectiva. Las aguas residuales deben ser trasladadas por la compañía contratada a una planta de tratamiento de aguas. Colocación diaria de residuos en los contenedores para su recolección y envío a sitio de disposición final reuso o reciclado periódicamente.
	Preventiva	Evitar a acumulación de basura en el área	Se prohíbe la instalación de basureros a cielo abierto en el polígono del predio.	1	Una vez	Acuerdo firmado	Tiradero a cielo abierto	Promovente	
Demanda de infraestructura y servicios por la introducción del proyecto	Preventiva	Gestionar los servicios y al infraestructura en la región	Identificar los potenciales proveedores de servicios e infraestructura necesaria para el proyecto	Antes	Una vez	No aplica	No aplica	No aplica	Se tiene atendido en el Capítulo II donde se identifica a los municipios capaces de provee lo necesario.
Oferta y contratación de mano de obra no calificada en comunidades cercanas	<i>Estos impactos no se atienden ya que se refieren a acciones que conllevan resultados benéficos</i>								
Economía local y regional (incremento)	<i>Estos impactos no se atienden ya que se refieren a acciones que conllevan resultados benéficos</i>								
Actividades recreativas y turísticas por la Presencia y operación de aerogeneradores en la generación de energía	<i>Estos impactos no se atienden ya que se refieren a acciones que conllevan resultados benéficos</i>								

Índice

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	592
VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO ACTUAL CON TENDENCIAS DE CAMBIO.....	592
VII.2 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO ACTUAL CON LA INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO Y SUS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	596

Índice de Figuras

Figura VII. 1-1 Localización geográfica de algunas oras de comunicación del Proyecto Mesoamérica en la región del Istmo (tomado de http://www.mesoamericaresiste.org/)	593
Figura VII.1-2. Zona de pastoreo que antiguamente correspondía a bosque tropical caducifolio en el Polígono 1, cerca de San Mateo del Mar (Fuente: INGESA, 2007).....	594
Figura VII.1- 3. Imagen del cambio y uso del suelo donde se puede observar la fragmentación masiva de lo que es el bosque tropical caducifolio por la introducción de parcela, pastizales y los canales de riego en el Polígono 2: El Espinal.....	595
Figura VII.1- 4 Basurero clandestino en el Polígono 2: El Espinal (Fuente: INGESA, 2007).....	596
Figura VII. 2-5 Modificaciones visuales al paisaje en el Parque Eólico Istmeño, en el Polígono 2 El Espinal (arriba antes del proyecto, abajo después del proyecto)	599

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronóstico del escenario actual con tendencias de cambio

En la actualidad, la región del Istmo esta siendo sujeta a diversas presiones, los cambios se están dando desde diversos frentes y se engloban de forma multidimensional; por un lado se encuentran factores antropogénicos como el cambio de uso del suelo para la expansión de la agricultura que disfraza a la ganadería de bajo rendimiento; el uso sin planeación de los sistemas silvo-pastoriles y la probable expansión e introducción de diversos proyectos de tipo industrial como parques eólicos y el mismo desarrollo del Proyecto Plan Puebla-Panamá entre otros. Estos divergentes factores, condicionan al crecimiento controlado de la región y socavan más bien el intento de progreso.

Como se ha señalado con anterioridad en los capítulos anteriores, el cambio de usos del suelo tiene alrededor de 500 años de estar ejerciendo presión a los componentes ambientales, a tal grado que donde con seguridad antes eran grandes extensiones de bosque tropical caducifolio ahora solo existe cultivo de riego de muy baja productividad. Como ya se vio en el escenario cero expuesto en el Capítulo IV, el crecimiento poblacional de los municipios, y particularmente de las comunidades más grandes dentro de los polígonos, es pobre, ya que la principal actividad económica es la agropecuaria y pesca, principalmente de autoconsumo o para venta local.

Se contempla que el aprovechamiento de la energía eólica sería un buen despunte en la detonación de la economía regional y probablemente de no darse, la región seguiría malamente sustentándose del incipiente desarrollo económico se enfocaría principalmente al desarrollo agropecuario y pesca. Es poco probable que servicios médicos y la educación sean altamente demandados, pues con el pobre incremento de la población los servicios prestados actualmente se darían a basto. Sin embargo, a pesar del estancamiento en el crecimiento para las poblaciones, este se encuentra inmerso en una región donde el desarrollo esta llegando a pasos acelerados con el establecimiento de nuevos proyectos, en especial por el corredor eólico del Istmo de Tehuantepec.

Uno de estos proyectos es el Plan Puebla-Panamá, ahora conocido desde junio del 2008 como Proyecto de Integración y Desarrollo de Mesoamérica o Proyecto Mesoamérica, al que hasta el momento, no se le ha dado mayor seguimiento. Si este Proyecto llegara a desarrollarse sería muy probable que con el paso de materias primas por el Istmo de Tehuantepec, el desarrollo de la industria en la zona fuera en aumento y entonces el desarrollo industrial en la zona sería de vital importancia para el desarrollo económico en la zona sur de México (Gasca, 2003) (Figura VII.1-1).



Figura VII. 1-1 Localización geográfica de algunas oras de comunicación del Proyecto Mesoamérica en la región del Istmo (tomado de <http://www.mesoamericaresiste.org/>).

Entonces el escenario para la zona sería que se introducirían en este desarrollo Juchitán, Santa María del Mar, San Mateo del Mar, Salina Cruz, Tehuantepec, Ciudad Ixtepec, Unión Hidalgo entre otras ciudades y comunidades, que actualmente son las principales ciudades de la zona y además las más grandes. En este caso se podría proyectar que las pequeñas comunidades tenderían a desaparecer, pues el desarrollo económico se enfocaría a las grandes ciudades. Si además de las vías férreas se desarrollara una carretera, ésta significaría el desarrollo de corredores comerciales a lo largo de todo el corredor del Istmo y por lo tanto el intercambio comercial con el estado de Veracruz y Tabasco aumentaría.

En general se prevé un crecimiento significativo en la región, ya sea por la generación de energía eólica o el Plan Puebla-Panamá, o ambos. Este crecimiento se manifestaría en aumento de población y de la mancha urbana, de demanda de servicios, de vías de comunicación y con esto desarrollo económico y comercial de la zona. Las consecuencias de este desarrollo podrían ser pérdida de grupos étnicos y con ellos sus idiomas; si este desarrollo se da de manera desmesurada sin planes de ordenamiento ni organización, podría darse explotación de los recursos naturales y la contaminación de los mismos.

En el ámbito más local, dentro del SAR del proyecto, al menos se reconoce que en el área del Polígono 1, las tendencias de cambio se comportan de manera paralela a la expansión de la frontera agropecuaria, esto es posible vislumbrarlo en la sustitución que paulatinamente se ha dado de los pastizales halófilos naturales a zonas desprovistas de cubierta vegetal. Los mismo sucede con el bosque tropical en el Polígono 2, pero el cambio se da de forma más acelerada y ha cambiado a acahuales provocado por la extracción de especies leñosas y forestales para usos diversos, estos acahuales con el paso del tiempo han sido deforestados para establecer pastizales y de manera paralela cultivos, que posteriormente pasan a ser potreros con sobrecarga animal y así sucesivamente. Con estos procesos recurrentes de uso intensivo y el crecimiento poblacional así como la expansión de la mancha urbana, no han dejado que las zonas de bosque tropical se recuperen (Figura VII.1-2).



Figura VII.1-.2. Zona de pastoreo que antiguamente correspondía a bosque tropical caducifolio en el Polígono 1, cerca de San Mateo del Mar (Fuente: INGESA, 2007).

Los procesos de depauperación existentes en el SAR, han venido fragmentando continuamente los sistemas naturales, los matorrales están divididos por parcelas de cultivos, el bosque tropical remanente aislado, los pastizales diezmados y convirtiéndose en zonas desprovistas de cobertura vegetal (Figura VII.1-3)



Figura VII.1- 3. Imagen del cambio y uso del suelo donde se puede observar la fragmentación masiva de lo que es el bosque tropical caducifolio por la introducción de parcela, pastizales y los canales de riego en el Polígono 2: El Espinal.

Las tendencias aparentes de deterioro del SAR y en general del Istmo, están teniendo mayor ingerencia en la pérdida de bienes y servicios ambientales, que la propia introducción del proyecto de desarrollo de infraestructura, a tal grado que es posible localizar tiraderos clandestinos de basura en el Polígono 2 (Figura VII.1-4).



Figura VII.1- 4Basurero clandestino en el Polígono 2: El Espinal (Fuente: INGESA, 2007).

De seguir así, al menos Velásquez *et al.* (2002) prevén una tasa de pérdida de vegetación natural como el bosque tropical de al menos el 3% anual, es decir por cada 100 ha se estarán perdiendo 3 ha al mismo tiempo que la agricultura incrementa ese mismo porcentaje su superficie. Dicho esto, es posible considerar que la introducción del Parque Eólico Istmeño, más que afectaciones traerá beneficios a la región y su construcción no incrementará las tendencias de deterioro existentes.

VII.2 Pronóstico del escenario actual con la introducción del proyecto y sus medidas de mitigación

Con firme convicción, se puede asegurar que la ejecución correcta de cada una de las medidas de mitigación, emitidas en el Capítulo VI del presente estudio, actuaran de forma directa, ordenada y en muchos casos funcionarán sinérgicamente sobre efectos para los que no fueron emitidas. En un sentido amplio, es necesario pronosticar que, según lo descrito en el Capítulo V y parte de este, las tendencias de degradación ambiental en el área del parque se mantendrán, aún con la ejecución del proyecto; las afectaciones a la vegetación, se puede decir que el proyecto no propenderá afectaciones de mayor envergadura de las que ya existen en el área por el efecto del cambio de uso del suelo; si bien es cierto, las actividades de desmonte afectará parte de la vegetación del SAR (ver

Tabla V.11 y V.12 del Capítulo V y Tabla II.25 y II.26), esta no será mayor al 1 % de la superficie arrendada para la instalación del parque.

La EIA del Parque Eólico Istmeño, arroja como resultado que las acciones probablemente más impactantes sean la presencia de los aerogeneradores para las aves, el desmonte y la circulación frecuente de maquinaria y vehículos (ver Tabla V.10 del Capítulo V). En un primer acercamiento a la detonación del proyecto, se puede aseverar que la inserción de la obra en la matriz paisajística provocará cambios poco relevantes ya que las unidades básicas en el SAR poseen características de alta resistencia y resistencia al cambio. Al respecto, se considera que las medidas emitidas en el Capítulo VI serán suficientes para minimizar el efecto del desmonte, como restringiendo las áreas de afectación a solo los sitios autorizados, realizar recorridos de supervisión, disminuir la velocidad de circulación para evitar atropellamiento de fauna y por ende todas las recomendaciones emitidas para disminuir el posible efecto de muerte por colisiones con los aerogeneradores, serán de gran ayuda en la disminución de las afectaciones.

Uno pronóstico interesante en cuanto a la instalación de parques eólicos con la misma dinámica que pretende el Parque Eólico Istmeño, es que al desarrollar estos proyectos, el uso predominante del suelo se mantiene por tratarse de una afectación mínima con respecto al área total requerida para el flujo de los vientos y de tal manera al fomentar el desarrollo de otros proyectos similares se puede asegurar que las actividades agropecuarias que se realizan en toda la zona serán conservadas durante todo el periodo de vida útil de estos proyectos (20 años como mínimo). Aun con este posible desarrollo económico en la región por la introducción de varios parques, se contempla que el crecimiento poblacional puede mantenerse en la misma proporción o aumentar en un mediano plazo y conforme se ha estimado en el apartado anterior, podrían variar los patrones de migración en la zona hacia las grandes ciudades.

La CFE, como parte de su política de diversificación de las fuentes de generación de electricidad, promoviendo el desarrollo de energías limpias y renovables, licitará la C. E. La Venta III, que tendrá una capacidad de generación de 100 MW; con este proyecto se aprovechará el componente de energía que tiene el viento en la región del Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca, especialmente en el llamado corredor eólico La Mata-La Ventosa-La Venta, el cual tiene un potencial estimado de 2 000 MW. De esta

manera se encuentran al menos proyectados además del Parque Eólico Istmeño del el Parque Eólico BÍ Stinú, la C. E. La Venta III y al menos otros tres proyectos promovidos por particulares que detonarán sin duda alguna la economía regional, siendo esto un impacto benéfico. Dadas estas condiciones, en el futuro se puede visualizar al área del Istmo como uno de los parques eólicos más grandes del mundo que atraerá a turistas, periodistas, estudiantes e investigadores intensificando el tráfico de visitantes en el área favoreciendo el desarrollo integral de toda la región.

Es importante tener en consideración que la instalación de al menos seis parques eoloeléctricos en la región traerán importantes dividendos económicos en al región, pero por otro lado, se incrementa la posibilidad de que la introducción y mejoramiento de caminos interiores en el SAR, las actividades de agricultura, aprovechamiento forestal (maderable y no maderable), cacería y ganadería se vean favorecidas. Estos usos consuntivos que la población da a los recursos pueden verse acrecentadas por la facilidad de acceso. Las medidas emitidas al respecto como las platicas informativas, la señalización, y los proyectos paralelos que pretenden apoyar a las comunidades de la región, ayudarán a minimizar el efecto de estas prácticas.

Por otro lado, como se ha venido versan en este estudio y con seguridad en otros de esta misma naturaleza (e. g. EIA La Venta III, EIA Eurus, etc...), con la introducción de los parques y centrales eoloeléctricas, se verá modificado el paisaje por la presencia de los aerogeneradores y las subestación (Figuras VII.2-5), no obstante este no afectará funcionalmente la integridad del SAR. Sin duda alguna el efecto visual es difícil de mitigar.

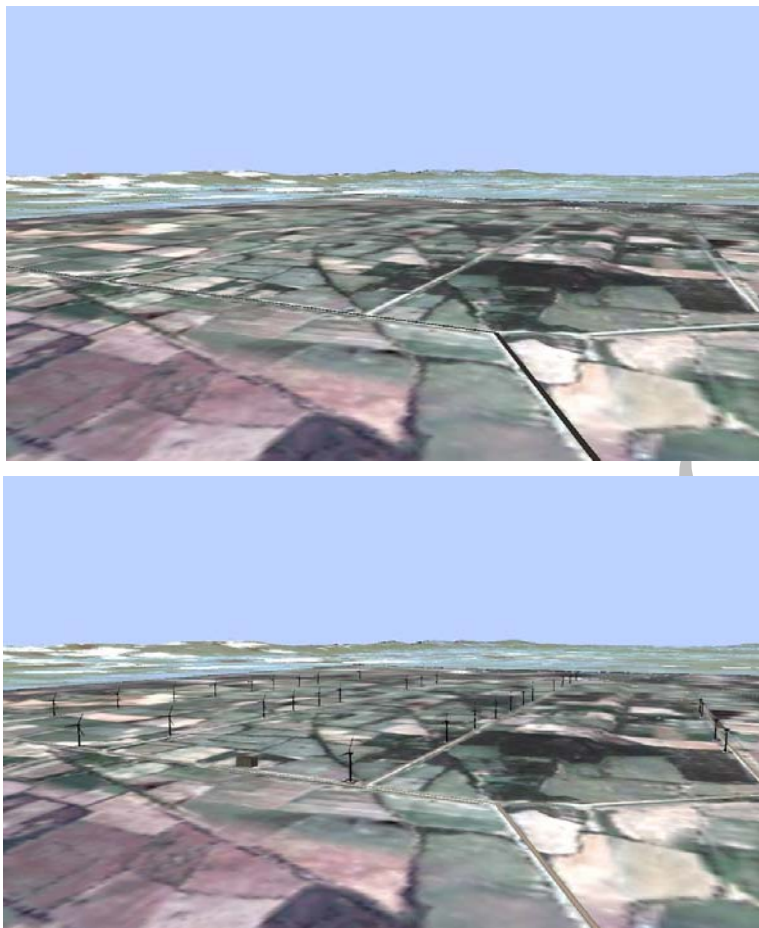


Figura VII. 2-5 Modificaciones visuales al paisaje en el Parque Eólico Istmeño, en el Polígono 2 El Espinal (arriba antes del proyecto, abajo después del proyecto).

Probabilidad de colisiones y su mitigación

Sin duda, el impacto probable que mayor polémica genera, es la posible colisión de aves y murciélagos con los aerogeneradores; para el caso que ocupa, la probabilidad de colisión de estos organismos se estimó a través de los estudios que el promovente encargó al INECOL, en ellos podemos ver que la probabilidad es baja y que en conjunto con las medidas de mitigación se puede pensar en la construcción y operación del parque. La discusión que se genera, se concluye que es posible identificar la ocurrencia de dos escenarios como mínimo a ocurrir, el primero tiene que ver con el mismo hecho de que se produzcan las colisiones aun con las medidas de mitigación que afecten a ciertas especies y el segundo, que estimamos las medidas puedan minimizar el efecto. En ese sentido, las medidas propuestas (e. g. pintado de los alabes) ayudarán a mitigar los efectos, en conjunto con las luces estroboscópicas ayudarán. Al menos se puede esperar

que disminuya la probabilidad de colisiones con los aerogeneradores aun más, la mayoría de las aves pasan por arriba o por debajo del área de impacto sin embargo es por esto las medidas de mitigación apoyarán a aumentar que no se tenga mayores problemas en el entendido que el proyecto puede tener un impacto por encontrarse dentro de una de las rutas de aves migratorias del continente americano.

VII.3 Programa de vigilancia ambiental: Aplicación del PEsAI

El Programa de Vigilancia Ambiental del Parque Eólico Istmeño, es básicamente el PEsAI del Capítulo VI y este asegurará que las medidas se apliquen de manera correcta. Los objetivos generales del programa deberán primero verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación, segundo el cumplimiento de las normas y leyes mexicanas en materia ambiental, tercero suministrar la información necesaria entre las compañías subcontratadas para minimizar los impactos. El PEsAI deberá poner en práctica, revisar y mantener actualizada la política ambiental con el fin de asegurar que el proyecto sea considerado ambientalmente satisfactorio. Como primer punto del Programa de Vigilancia, se especificará la estructura organizacional y las responsabilidades de cada uno de los participantes involucrados, tanto en la construcción del proyecto (licitante ganador), como en la supervisión del programa (experto en supervisión ambiental) para cada etapa de desarrollo del proyecto.

Fundamentos generales del PEsAI para la Etapa 1 y 2

Etapas: Preparación del sitio y Construcción

Objetivo: Garantizar el cumplimiento y aplicación de las medidas de mitigación propuestas por la Manifestación de Impacto Ambiental

Alcance: Verificar el cumplimiento de la aplicación de las medidas de mitigación que deberán de ser adoptadas durante la etapa de preparación del sitio y la construcción de las instalaciones.

Responsable: Se deberá de designar a un responsable del seguimiento ambiental que podrá formar parte del equipo constructivo, es decir un supervisor ambiental por parte del promovente y los necesarios por las empresas subcontratadas

Frecuencia: La señalada en el PEsAI para su cumplimiento (ver Capítulo VI).

Procedimiento: Para el proyecto, con base a la frecuencia o periodicidad definida para cada actividad, se realizará la supervisión en el sitio de las obras y se recabarán evidencias del cumplimiento tales como fotografías, oficios, órdenes de compra, pagos, etc. y se levantarán los reportes de incumplimientos detectados si así fuere el caso.

Fundamentos generales del PEsAI para la Etapa 3

Objetivo: Garantizar el cumplimiento y aplicación de las medidas de mitigación propuestas por la Manifestación de Impacto Ambiental

Alcance: Verificar el cumplimiento de la aplicación de las medidas de mitigación que deberán de ser adoptadas en la operación del parque eólico.

Responsable: Se deberá de designar a un responsable del seguimiento ambiental que podrá formar parte del equipo constructivo, es decir un supervisor ambiental por parte del promovente y los necesarios por las empresas subcontratadas; incluso en el caso de los promoventes del proyecto puede ser una ser una empresa o persona externa que sea contratada para cubrir estas funciones.

Frecuencia: Ver Tabla VII3-1

Actividad por realizar en la Etapa 3	Frecuencia
Mantenimiento preventivo y correctivo de turbinas y subestación eléctrica	Trimestral
Análisis de los resultados del programa de monitoreo de aves.	Anual
Almacenamiento controlado de residuos peligrosos	Mensual
Verificación de las condiciones del almacén temporal de residuos peligrosos	Mensual
Disposición final de residuos peligrosos	Semestral
Almacenamiento adecuado de los residuos sólidos generados.	Semanal
Disposición en sitio autorizado de los residuos sólidos	Semanal

Tabla VII3-1. Frecuencia de las actividades que deberán ser ejecutadas en la Etapa 3.

Programa de Monitoreo de Aves y Murciélagos, con énfasis en especies migratorias durante la época de mayor migración

Es altamente recomendable que se siga ejecutando este programa, dado que la EIA arrojó que la posible colisión de vertebrados voladores (aves y murciélagos). El programa de monitoreo previo a la construcción (donde este un estudio ya se realizó en la zona) y durante la fase de operación del parque.

Seguimiento y evaluación

El seguimiento se llevará a cabo al igual que la evaluación de las medidas, entre los supervisores ambientales de las empresas y los promoventes. Las funciones de los

supervisores deberán ser ejecutadas en común acuerdo entre promoventes y constructores, y deberán cumplir al menos con los siguientes puntos:

1. Deberá conocer en principio la legislación ambiental vigente para ser aplicada
2. Supervisar el cumplimiento de las medidas de mitigación emitidas en la EIA
3. Inspección según el PEsAI en las diferentes áreas de construcción
4. Realizar reuniones con los supervisores ambientales y los contratistas a fin de informar de la situación del proyecto.
5. Asesoramiento a sus contratantes en materia ambiental para gestionar la ejecución de la normatividad en apeo a derecho.
6. Elaboración de informe de las actividades en materia ambiental.

VII.4 Conclusiones generales

La construcción y operación del Parque Eólico Istmeño, traerá importantes beneficios económicos y oportunidades de crecimiento regional al menos a los municipios involucrados: El Espinal, San Mateo del Mar y Santa María y en general en la región del Istmo de Tehuantepec.

A continuación se mencionan los aspectos más relevantes resultantes de la evaluación de impacto ambiental para el proyecto del Parque Eólico Istmeño:

- La cobertura vegetal del SAR ha sido fuertemente transformada; su baja naturalidad que guarda el entorno indica un grado de perturbación alto derivado de actividades humanas, principalmente las actividades agropecuarias como cultivos y pastizales que es donde se establecerán la mayoría de los aerogeneradores.
- Las aves podrían colisionar eventualmente con los aerogeneradores (con los álabes, rotores o las torres troncónicas), especialmente durante tormentas o condiciones de poca visibilidad. Sin embargo, estudios y monitoreos realizados indican que en la mayoría de los parques eólicos las colisiones no son numerosas y no impactan significativamente a las poblaciones de fauna. Además, se tiene conocimiento que el impacto general de los aerogeneradores

sobre las aves es relativamente bajo en comparación con otras estructuras humanas, como pueden ser los edificios, ventanas y torres de radiocomunicación y telefónicas.

- El sustento del impacto ambiental más significativo para este proyecto que son las aves se ha venido estudiando por parte de los promoventes.
- Los aerogeneradores en operación generan ruido, pero debido a la subjetividad del receptor es difícil medir el grado de disturbio que éste ocasiona. El nivel de sonido que producen ha sido reducido considerablemente en los diseños de aerogeneradores modernos, mismos que se emplearán en el Parque Eólico Istmeño. Hoy en día un parque eólico a 250-300 metros de distancia no es más ruidoso que un refrigerador de cocina.
- La mayor parte de los efectos que puede ocasionar el proyecto al medio ambiente se han identificado para las etapas de preparación del sitio y la construcción del parque eólico; durante estas etapas los trabajos de movimientos de tierras y la cimentación de los aerogeneradores afectarán principalmente a la cobertura vegetal de la zona, además de que se incrementará de manera temporal la emisión de contaminantes atmosféricos en el área y se tendrá una generación de residuos tanto sólidos como peligrosos atípica en la zona. Sin embargo ninguno de estos impactos ha sido catalogado como irreparable, por lo que se aplicarán las medidas de mitigación propuestas para asegurar que no se provoque un desequilibrio ecológico en el área de estudio.
- Pérdida de refugio en las labores de preparación y construcción del sitio para la libre del istmo, especie que particularmente recibirá la atención del promovente con una serie de medidas que ayuden a incrementar las posibilidades de conservación de la especie.

Cabe mencionar que con la información generada con respecto de los monitoreos de aves y las posibles afectaciones poblacionales por el efecto de las colisiones es un indicativo. Por lo mismo se considera que se aplican las medidas precautorias para que el costo ambiental no sea alto. Lo anterior, en función de la importancia ambiental y social que tienen los procesos migratorios, es necesario esperar que con la ejecución del programa de monitoreo y la ejecución correcta del PEsAI se reduzca aún más el riesgo de colisiones.

Por otro lado, en cuanto al aspecto social, la construcción y operación del parque ofrece un gran beneficio al medio ambiente colaborando con la disminución de emisiones a la atmósfera, esto aunando al incremento de turismo local que se logra generar el cambio del paisaje. Comunidades como Santa María de Mar, San Mateo del Mar, El Espinal, entre otras, se verán beneficiadas con obras como esta, debido a que la demanda de mano de obra y a las oportunidades turísticas que ofrecerá el parque.

En resumen, la construcción y operación del Parque Eólico Istmeño tendrá una repercusión en el SAR y su correcta atención con el PEsAI podrán sin duda alguna reducir y minimizar los efectos ambientales esperados. En conclusión, las centrales eólicas son proyectos que no producen emisiones a la atmósfera, no requieren del suministro de agua, combustibles, ni otros insumos y muchas veces no modifican la vocación del suelo, características que los sitúan favorablemente con respecto a otras formas de generación de energía eléctrica.

COPIA PÚBLICA

BIBLIOGRAFÍA

AOU (American Ornithologists' Union). 2005. Checklist of North American birds. 9th ed. American Ornithologists' Union. Washington, D.C.

Binford Laurence C. 1989. "A Distribution Survey of the Birds of the Mexican State of Oaxaca". Ornithological Monographs No. 43. The American Ornithologists Union, Washington, D.C. 418 pgs.

Briones, M y Sánchez, V. 2004. Mamíferos en : García, M. Ordoñez y M. Briones (eds) Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp 423-447.

Casas, A., Méndez, F y Aguilar, X. 2004. Anfibios y Reptiles, En García, M. Ordoñez y M. Briones (eds) Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp 375-390.

Carranza-Edwards, A. 1980. Ambientes Sedimentarios Recientes de la Llanura Costera Sur del Istmo de Tehuantepec. En Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. México.

Campos, A., Nelly, L. & Delgado., A. 2004 Bejucos y Otras Trepadoras de la Estación Biológica de Los Tuxtlas, Veracruz, México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 155 p.

Ceballos. G & Oliva, G. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. Fondo de Cultura Económica-Conabio. 987 pp.

Cromwell, J. 1984. Marine Geology of Laguna Superior México. En Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. México.

Dorado, O., Arias, D., Ramírez, R. & Sousa, M. 2005. Leguminosas de la Sierra de Huautla Imágenes y descripciones Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 176 p.

Escribano, M. et al., 1987. El paisaje. MOPU, Madrid.

Espinosa, H; T. Gaspar y P. Fuentes. 1993. Listado Faunístico de México. III. Los Peces Dulceacuícolas Mexicanos. Universidad Autónoma de México (UNAM). Instituto de Biología. Departamento de Zoología. México.

Ferrusquía, I. 1998. Geología de México: una sinopsis. p. 3-108. Publicado en: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (compiladores), 1998. Diversidad Biológica de México. Instituto de Biología UNAM. 792 pp.

Familia Leguminosae. Subfamilia Caesalpinioideae. Instituto de Ecología A.C., Centro Regional del Bajío, CONACYT y CONABIO.

Familia Zygophyllaceae. Instituto de Ecología A.C., Centro Regional del Bajío, CONACYT y CONABIO.

Familia Apocynaceae. Instituto de Ecología A.C., Centro Regional del Bajío, CONACYT y CONABIO.

García-Mendoza, A., Ordóñez, M. & Briones-Salas, M. 2004 Biodiversidad de Oaxaca. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 605 p

Gobierno del Estado de Oaxaca. Plan Estatal de Desarrollo Sustentable 2004-2010. México.

Gómez Orea, D., 1999. Evaluación del Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Coedición: Ediciones Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S. A. España.

Howell, N y S. Webb. 2001. A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America.

Oxford. USA.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2000. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2004. Guía para la Interpretación de Cartografía. Edafología. Pp. 29. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2004. Guía para la Interpretación de Cartografía. Edafología. P. 28. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2005. Cuaderno de Información Oportuna. México.

Knopf A. Alfred. 1987. The Audubon Society Field Guide to North American Reptiles and Amphibians. National Audubon Society. USA.

López, C., Chanfón, S. & Segura, G. 2005 La Riqueza de los Bosques Mexicanos: Más Allá de la Madera. Experiencias en Comunidades Rurales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 199 p.

Martínez, M. 1979. Catalogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas. Fondo de Cultura Económica. Pp 1220. México.

Monroy-Ortíz, C. & Castillo-España, P. 2007 Plantas medicinales utilizadas en el estado de Morelos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 405 p.

Navarro, A., García, E., Townsend, A, y V, Rodríguez. 2004. Aves en: García, M. Ordoñez y M. Briones (eds) Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp 391-421.

NOM-059-SEMARNAT-2001. NORMA Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies

nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. En Diario Oficial de la Federación. 2002. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México.

INECOL AC. 2007. MIA Sector Eléctrico para Proyecto Parque Eólico Santa María y San Mateo del Mar, Oaxaca.

Neeff, T y Henders, 2007. S. Guía sobre los mercados y la comercialización de proyectos MDL forestales -Turrialba, C.R : CATIE. (Serie técnica. Manual técnico / CATIE ; no. 65) 44 p.

Pennington T.D. y J. Sarukhán. 1998. Árboles Tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. UNAM Y Fondo de Cultura Económica. México. PP 521.

Pérez,G, López,M y A. Hobart 2007. Serpientes de la región de los Tuxtlas, Veracruz, México. Guí de identificación. UNAM. 189 p.

Preneal, S.A. 2005. Estudio de Viento del Parque de San Dionisio del Mar. Oaxaca. México.

PRENEAL México, S.A. de C.V. Estudio de Monitoreo de las Aves Residentes y Migratorias. Predio El Espinal- Oaxaca - Enero 2008

Reyna. O. Ahumada, I y Vázquez H, O. Anfibios y Reptiles del bosque de la primavera. Universidad de Guadalajara, Gobierno del estado de Jalisco 2007. 125 pp México

Rico-Arce, M. 2007 American Species of *Acacia*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 207 p.

Rzedowsky, J. 1978. la vegetación de México. Ed Limusa.

Rzedowski J.y G. Calderon. 1993. Flora del Bajío de Regiones Adyacentes. Fascículo 22.

Familia Bignoniaceae. Instituto de Ecología A.C., Centro Regional del Bajío, CONACYT y CONABIO.

Rzedowski J.y G. Calderon. 1994. Flora del Bajío de Regiones Adyacentes. Fascículo 30.

Rzedowski J.y G. Calderon. 1997. Flora del Bajío de Regiones Adyacentes. Fascículo 51.

Rzedowski J.y G. Calderon. 1998. Flora del Bajío de Regiones Adyacentes. Fascículo 70.

Salazar, G., Reyes-Santiago, J., Brachet, C. & Pérez J. 2006 Orquídeas y Otras Plantas de la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca, México. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 173 p.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2000. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo, 2002.

Secretaría de Marina (SEMAR), Atlas de Dinámica Costera de la República Mexicana. México.

Secretaría de Marina (SEMAR). 2005. Calendario Gráfico de Predicción de Mareas. Océano Pacífico. México.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión,

.

Cartografía.

Instituto Nacional de Ecología (INE). Carta Edafológica, escala 1:250 000. INEGI. Vectorial México.

Instituto Nacional de Ecología (INE). División Política Municipal, escala 1:250 000. Vectorial. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Carta de Efectos Climáticos Regionales. Mayo-Octubre. Juchitán. E15-10 D15-1, escala 1:250 000. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Carta de Efectos Climáticos Regionales. Noviembre-Abril. Juchitán. E15-10 D15-1, escala 1:250 000. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Carta Estatal Edafológica, escala 1:1 000 000. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Carta Estatal de Regionalización Fisiográfica, escala 1:1 000 000. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Carta Estatal Edafológica, escala 1:1 000 000. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Carta Geológica. Juchitán. E15-10 D15-1, escala 1:250 000. Impresa. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Carta Geológica. Juchitán. E15-10 D15-1, escala 1:250 000. Vectorial. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, escala 1:250 000. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Carta Topográfica. San Mateo del Mar. E15C84, escala 1:50 000. Impresa. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Carta Topográfica. San Mateo del Mar. E15C84, escala 1:50 000. Vectorial. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Carta Topográfica. Unión de Hidalgo. E15C74, escala 1:50 000. Impresa. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Carta Topográfica. Unión de Hidalgo. E15C74, escala 1:50 000. Vectorial. México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Carta Uso del Suelo y Vegetación. Juchitán. E15-10 D15-1, escala 1:250 000. Impresa México.

Instituto Nacional de Ecología (INE). Carta Uso del Suelo y Vegetación. E15-10 D15-1, escala 1:250 000. Vectorial. México.

Paquetes de Computo.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 2000. ERIC II Para Windows. México.
Google Earth. 2005. Cartografía Dinámica Mundial.

Digital.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Síntesis Geográfica del Estado de Oaxaca. México.

En Línea.

American Wind Energy Association, AWEA (Asociación Americana de Energía Eólica) [en línea]. En: www.awea.org. Consultado el 13,14 y 15 de Julio del 2005.

Asociación de Productores de Energía Renovables (APER) [en línea]. En: http://www.appa.es/dch/confs/acv_present.htm. Consultado el 13,14 y 15 de Julio del 2005.

Australian Wind Energy Association (AWEA) (Asociación Australiana de Energía Eólica) [en línea]. En: www.auswea.com.au. Consultado el 13,14 y 15 de Julio.

<http://www.ciesasgolfo.edu.mx/istmo/docs/avances/Trabajo%20Femenino%20vida%20cotidiana%20Juchitan%20N.%20Aquino/Capitulo%20III%20Diagnostico%20Juchitan.pdf>

<http://www.migracion.oaxaca.gob.mx/>

http://mx.kalipedia.com/ecologia/tema/dinamica-ecosistemas/distribucion-radiacion-planeta.html?x=20070418klpcnaecl_80.Kes&ap=4

Calipedia. (En línea) www.calipedia.com

UNEP-WCMC. 15 February, 2007. UNEP-WCMC Species Database: CITES-Listed Species On the World Wide Web:

<http://www.unep-wcmc.org/isdb/CITES/Taxonomy/country.cfm/isdb/CITES/Taxonomy/country.cfm?displaylanguage=eng&Country=MX&submit=Go>

www.semar.gob.mx/meteorologia/golfo/

www.conapo.gob.mx/publicaciones/indice2005.htm

www.ciesas-golfo.edu.mx/

Arnett, E. B., J. P. Hayes and M. M. P. Huso. 2006. An evaluation of the use of acoustic monitoring to predict bat fatality at a proposed wind facility in southcentral Pennsylvania. An annual report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.

BDA, 2005. Manifestación de Impacto Ambiental del Sector Eléctrico Modalidad Particular "Parque Eólico San Dionisio", Promovente Vientos del Istmo S. A. de C. V.-Estudio elaborado por Biosfera Desarrollos Ambientales S. A. de C. V.

Benner, J. H. B., J. C. Berkhuisen, R. J. de Graaff, and A. D. Postma. 1993. Impact of wind turbines on birdlife. Final report No. 9247. Consultants on Energy and the Environment, Rotterdam, The Netherlands.

Brinkmann, R., H. Schauer-Weissahn and F. Bontadina. 2006. Survey of possible operational impacts on bats by wind facilities in Southern Germany. Final report submitted by the Administrative District of Freiburg, Department of Conservation and Landscape

- management and supported by the foundation Naturschutzfonds Baden-Württemberg. Brinkmann Ecological Consultancy, Gundelfingen/Freiburg, Germany.
- BWEA (British Wind Energy Association). 1994. Best practice guidelines for wind energy development. British Wind Energy Association, London.
- Canter, L. W. 1997. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. 2ª ed. McGraw Hill/Interamericana de España, S. A. U. Madrid, España, 840 pp.
- Conesa Fernández-Vítora, V. 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 3ª ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, 412 pp.
- Crockford, N. J. 1992. A review of the possible impacts of wind farms on birds and other wildlife. Joint Nature Conservation Committee Report 27, Peterborough.
- D.O.F. (Diario Oficial de la Federación). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, (sustituye a la NOM-059-Ecol) Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Publicada el Miércoles 6 de marzo del 2002 en el Diario Oficial (Segunda Sección) SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Drewitt, A. L. and R. H. W. Langston. 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 2006 (148):29–42.
- EC (European Commission). 2000. Managing Natura 2000 sites: The provisions of Article 6 of the Habitats Directive 92/43/EEC. European Commission DGXI.
- Erickson, W. P., G. D. Johnson, D. P. Young, Jr., M. D. Strickland, R.E. Good, M. Bourassa, K. Bay. 2002. Synthesis and Comparison of Baseline Avian and Bat Use, Raptor Nesting and Mortality Information from Proposed and Existing Wind Developments. Technical Report prepared for Bonneville Power Administration, Portland, Oregon.
- Erickson, W. P., G. D. Johnson, M. D. Strickland, D. P. Young, K. J. Sernja Jr and R. E. Good. 2001. Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States. Western EcoSystems Technology Inc. National Wind Coordinating Committee Resource Document.
- Estevan-Bolea, M. T. 1984. Evaluación del Impacto Ambiental, Madrid. Fundación MAPFRE. ISBN: 84-7100-138-1, 609 pp.
- Gill, J. P., Townsley, M. and Mudge, G. P. 1996. Review of the impacts of wind farms and other aerial structures upon birds. *Scottish Natural Heritage Review* 21, Edinburgh.
- Howe, R., W. Evans, A. and T. Wolf. 2002. Effects of wind turbines on birds and bats in Northeastern Wisconsin. Technical report submitted to Wisconsin Public Service Corporation and Madison Gas and Electric.
- Howell, J. A. and J. E. Didonato. 1991. Assessment of avian use and mortality related to wind turbine operations, Altamont Pass, Alameda and Contra Costa Counties, California,

- September 1998 through August 1989. Final report submitted to U.S. Windpower, Inc., Livermore, Calif.
- Huntley, B., Collingham, Y.C., Green, R.E., Hilton, G.M., Rahbeck, C. and Willis, S.G. 2006. Potential impacts of climatic change upon geographical distribution of birds. In *Wind, Fire and Water: Renewable Energy and Birds*. Ibis 148 (Suppl. 1): 8–28.
- INECOL. 2003. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto Eólico La Venta II-Oaxaca, México. Estudio elaborado para CFE. Capítulo (8) + Anexos.
- INECOL. 2006. "Monitoreo de Aves Migratorias y Residentes del Proyecto Eólico La Venta II, Oaxaca. FASE II-2006". Informe Final.
- INECOL. 2007. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto 31 CE La Venta III; Mpio. Santo Domingo Ingenio, Eólico La Venta II-Oaxaca, México. Estudio elaborado para CFE.
- INECOL. 2008. Estudio de Monitoreo de las Aves Residentes y Migratorias PRENEAL México, S. A. de C. V. Predio Santa María del Mar, Predio San Mateo del Mar y Predio El Espinal, Oaxaca.
- Johnson, G. 2004. Bat ecology related to wind development and lessons learned about impacts on bats from wind development. In S. Savitt S. (Ed). *Proceedings of the Wind Energy and Birds/Bats Workshop: Understanding and Resolving Bird and Bat Impacts*. Washington, D.C. May 18-19, 2004. Prepared by RESOLVE, Inc., Washington, D.C.
- Johnson, G. D., W. P. Erickson, M. D. Strickland, M. F. Shepherd, D. A. Shepherd, and S. A. Sarappo. 2002. Collision mortality of local and migrant birds at a large-scale wind power development on Buffalo Ridge, Minnesota. *Wildlife Society Bulletin* 30:879-887.
- Kerns, J., W. P. Erickson and E. B. Arnett. 2005. Bat and bird fatality at wind energy facilities in Pennsylvania and West Virginia. Pp. 24-95. En E. B. Arnett (Ed). *Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of bat fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines*. A final report prepared for the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas. 187 pp.
- Langston, R. H. W. and J. D. Pullan. 2003. *Windfarms and Birds: An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues*. Report written by BirdLife International on behalf of the Bern Convention. RSPB/BirdLife in the UK. Convention on The Conservation of European Wildlife and Natural Habitats Standing Committee 23rd meeting Strasbourg, 1-4 December 2003
- Mabee, T. J. and B. A. Cooper. 2002. Nocturnal bird migration at the Stateline and Vansycle wind energy projects, 2000-2001. Final report prepared for CH2MHILL and FPL Energy Vansycle, LLC, by ABR Inc., Forest Grove, OR.
- Marsh, R., D. Burges, B. Cleary, R. Langston, M. Southgate, M. Harley, A. Drewitt, P. Gilliland, M. Marais and C. Shears. 2001. *Wind farm development and nature conservation: A guidance*

- document for nature conservation organizations and developers when consulting over wind farm proposals in England. English Nature, RSPB, WWF-UK, BWEA. UK, 20 pp.
- McCrary, M. D., R. L. McKernan, W. D. Wagner, and R. E. Landry. 1984. Nocturnal avian migration assessment of the San Geronio Wind Resource Study area, fall 1982. Prepared for Southern California Edison Company. 87 pp.
- Orloff, S. and A. Flannery. 1992. Wind turbine effects on avian activity, habitat use, and mortality in Altamont Pass and Solano County WRAs. Prepared by BioSystems Analysis, Inc., Tiburon, California, for the California Energy Commission, Sacramento.
- Percival, S. M., Band, B. and Leeming, T. 1999. Assessing the ornithological effects of wind farms: developing a standard methodology. Proc. of the 21st British Wind Energy, Association Conference.
- Ramos, A. (ed.), 1987. Diccionario de la naturaleza. Hombre, ecología, paisaje. Espasa-Calpe. Madrid.
- Rogers, S. E., B. W. Cornaby, C. W. Rodman, P. R. Sticksel, and D. A. Tolle. 1976. Evaluation of the potential environmental effects of wind energy system development. Battelle Columbus Laboratories, Columbus, Ohio. 71 pp.
- Savitt, S. 2004. Proceedings of the Wind Energy and Birds/Bats Workshop: Understanding and Resolving Bird and Bat Impacts. Washington, DC. May 18-19, 2004. Prepared by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., September 2004.
- Braunholtz, S. 2003. Public Attitude to Windfarms a Survey of Local Residents in Scotland. MORI Scotland. Scottish Executive Social Research, Scotland Government. 39 pp.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) 2000. Guía para elaborar la manifestación de impacto ambiental modalidad regional de proyectos de generación, transmisión y transformación de energía eléctrica
- SGS Environment. 1996. A review of the impacts of wind farms on birds in the UK. Report to ETSU (ETSU W/13/00426/REP/3).
- Smales, I. and M. Venosta (eds). 2005. Risk level to select species listed under the EPBC Act, of collision at wind farms in Gippsland, Victoria. BIOSIS RESEARCH Pty. Ltd. Natural & Cultural Heritage Consultants
- Smallwood, K. S. and C. G. Thelander. 2004. Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area. Final Report by BioResource Consultants to the California Energy Commission, Public Interest Energy Research-Environmental Area, Contract No. 500-01-019: L. Spiegel, Program Manager 363 pp + appendices.
- Winkelman, J. E. 1992. The Impact of the Sep Wind Park Near Oosterbierum, the Netherlands on Birds 1: Collision Victims. RIN rapport 92/2 Arnhem: Rijksintituut voor Natuurbeheer.
- Young, D. P. Jr., Johnson, G. D., W. P. Erickson, M. D. Strickland, R. E. Good and P. Becker. 2003. Avian and bat mortality associated with the initial phase of the Foote Creek Rim Wind Power Project, Carbon County, Wyoming: November 1998 –June 2002. Tech. Report

prepared by WEST, Inc. for Pacific Corp, Inc., Sea West Windpower Inc., and Bureau of Land Management. 35 pp.

- Arnett, E. B., J. P. Hayes and M. M. P. Huso. 2006. An evaluation of the use of acoustic monitoring to predict bat fatality at a proposed wind facility in southcentral Pennsylvania. An annual report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
- Benner, J. H. B., J. C. Berkhuizen, R. J. de Graaff, and A. D. Postma. 1993. Impact of wind turbines on birdlife. Final report No. 9247. Consultants on Energy and the Environment, Rotterdam, The Netherlands.
- Brinkmann, R., H. Schauer-Weissshahn and F. Bontadina. 2006. Survey of possible operational impacts on bats by wind facilities in Southern Germany. Final report submitted by the Administrative District of Freiburg, Department of Conservation and Landscape management and supported by the foundation Naturschutzfonds Baden-Württemberg. Brinkmann Ecological Consultancy, Gundelfingen/Freiburg, Germany.
- Crockford, N. J. 1992. A review of the possible impacts of wind farms on birds and other wildlife. Joint Nature Conservation Committee Report 27, Peterborough.
- Erickson, W. P., G. D. Johnson, D. P. Young, Jr., M. D. Strickland, R.E. Good, M. Bourassa, K. Bay. 2002. Synthesis and Comparison of Baseline Avian and Bat Use, Raptor Nesting and Mortality Information from Proposed and Existing Wind Developments. Technical Report prepared for Bonneville Power Administration, Portland, Oregon.
- Gill, J. P., Townsley, M. and Mudge, G. P. 1996. Review of the impacts of wind farms and other aerial structures upon birds. Scottish Natural Heritage Review 21, Edinburgh.
- Howell, J. A. and J. E. Didonato. 1991. Assessment of avian use and mortality related to wind turbine operations, Altamont Pass, Alameda and Contra Costa Counties, California, September 1988 through August 1989. Final report submitted to U.S. Windpower, Inc., Livermore, Calif.
- INECOL. 2007. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto 31 CE La Venta III; Mpio. Santo Domingo Ingenio, Eólico La Venta II-Oaxaca, México. Estudio elaborado para CFE.
- INECOL. 2008. Estudio de Monitoreo de las Aves Residentes y Migratorias PRENEAL México, S. A. de C. V. Predio Santa María del Mar, Predio San Mateo del Mar y Predio El Espinal, Oaxaca.
- Langston, R. H. W. and J. D. Pullan. 2003. Windfarms and Birds: An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. Report written by BirdLife International on behalf of the Bern Convention. RSPB/BirdLife in the UK. Convention on The Conservation of European Wildlife and Natural Habitats Standing Committee 23rd meeting Strasbourg, 1-4 December 2003

- Orloff, S. and A. Flannery. 1992. Wind turbine effects on avian activity, habitat use, and mortality in Altamont Pass and Solano County WRAs. Prepared by BioSystems Analysis, Inc., Tiburon, California, for the California Energy Commission, Sacramento.
- Percival, S. M. 2000. Birds and Wind Turbines in Britain. *British Wildlife* (october 2000): 8-15.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) 2000. Guía para elaborar la manifestación de impacto ambiental modalidad regional de proyectos de generación, transmisión y transformación de energía eléctrica
- Smallwood, K. S. and C. G. Thelander. 2004. Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area. Final Report by BioResource Consultants to the California Energy Commission, Public Interest Energy Research-Environmental Area, Contract No. 500-01-019: L. Spiegel, Program Manager 363 pp + appendices.
- U.S. Fish & Wildlife Service. 2003. Service Interim Guidance on Avoiding and Minimizing Wildlife Impacts from Wind Turbines. Washington D.C.
- Winkelman, J. E. 1992. The Impact of the Sep Wind Park Near Oosterbierum, the Netherlands on Birds 1: Collision Victims. RIN rapport 92/2 Arnhem: Rijksinstituut voor Natuurbeheer.
- Young, D. P. Jr., Johnson, G. D., W. P. Erickson, M. D. Strickland, R. E. Good and P. Becker. 2003. Avian and bat mortality associated with the initial phase of the Foote Creek Rim Wind Power Project, Carbon County, Wyoming: November 1998 –June 2002. Tech. Report prepared by WEST, Inc. for Pacific Corp, Inc., Sea West Windpower Inc., and Bureau of Land Management. 35 pp.
- Gasca, J. 2003. Perspectivas del desarrollo regional en proyectos estratégicos en México. In: Sánchez, A. (ed). XIII Seminario de Economía Urbana y Regional. Impactos Territoriales del libre comercio. Instituto de Investigaciones Económicas-UNAM. 2003.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acumulación (AC). Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada a la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como uno. Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro.

Amenazas. Elementos, actividades, acciones o eventos externos al proyecto que son fuentes potenciales de cambio, son impactos externos al proyecto y se incluyen en esta categoría todas las actividades humanas y eventos naturales, que afectan positiva o negativamente el ambiente natural, pero que no forman parte de alguna de las fases del proyecto.

Amplitud del Impacto (AI). REGIONAL Cuando el impacto alcanza a la población del área de influencia, LOCAL Cuando el impacto alcanza a una parte limitada de la población dentro de los límites del territorio, PUNTUAL Cuando el impacto alcanza a un grupo pequeño de gente.

Crítico. Se define como la medida cualitativa de las unidades ambientales que pondera su importancia como proveedora de servicios ambientales, la presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección y aquellos elementos de importancia desde el punto de vista social.

Desmonte a matarrasa. Remoción total de la cubierta vegetal en las áreas a ocupar por las diferentes obras como las plataformas de maniobras, subestación, caminos entre otras.

Efecto. Este atributo se refiere a la relación causa efecto, o forma de manifestación de un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la actuación consecuencia directa de ésta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, si no que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.

Elementos o Componentes ambientales. Están definidos como entidades biológicas, particularmente por los órdenes taxonómicos de la fauna presente en los diferentes tipos de vegetación.

Evaluación de impacto ambiental (EIA). Un conjunto formal de métodos científicos para estimar el impacto, su origen, naturaleza y magnitud, de una actividad económica (e. g. Exploración petrolera, prospección minera, construcción de represas, edificaciones, etc.) Sobre las condiciones del medio ambiente de una región.

Hábitat. Es un área que tiene una combinación de recursos como el alimento y el agua, así como de factores ambientales como la temperatura y la precipitación pluvial, que favorecen la presencia de individuos de una especie.

Impacto ambiental significativo. Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud,

obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto. Cambio producido en la constitución del sistema al de su funcionamiento, en forma brusca, repentina, como repuesta a ciertas influencias estímulos, disturbios, del medio externo. Es el efecto que una determinada actuación produce en los elementos del medio o en las unidades básicas y que puede ser beneficioso, es decir positivo, o perjudicial, negativo. Se manifiesta cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Son internos y se generan de las actividades del proyecto y nos estamos refiriendo a todas las acciones del proyecto, que se han identificado como agentes causales de afectaciones, positivas o negativas en el medio natural.

Impacto benéfico. Como impactos benéficos, podemos reconocer a aquellos que son infringidos al sistema socio-ambiental que retribuyen e impulsan un proceso positivo que puede o no significar retribuciones económicas.

Impacto negativo. Como impactos negativos, podemos reconocer a aquellos que son infringidos al sistema socio-ambiental que retribuyen e impulsan un proceso negativo o perjudicial.

Importancia del impacto. La importancia del impacto, es la importancia del efecto ante una acción sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental aceptado. La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante la fórmula propuesta a continuación y está dada en función del valor asignado a los símbolos considerados.

Integridad ecológica. Condición de operación normal del ecosistema cuando éste posee todos sus elementos funcionales operando adecuadamente, y cuando sus procesos se encuentran en condiciones estables y duraderas. Las biotas armónicas son indicadoras de integridad, de la misma manera que el aire y agua limpios, la presencia de predadores, etc.

Interacción. Acción recíproca entre dos o más elementos que forman el ecosistema; la ecología, como ciencia, estudia tales interacciones dentro del individuo, entre individuos y con el medio ambiente.

Naturaleza del impacto (NA). Hace alusión al carácter benéfico o positivo (+) o perjudicial o negativo (-) de las distintas acciones sobre cada uno de los factores considerados.

Nivel del impacto (NI). ALTO Se produce cuando un elemento resulta destruido o muy dañado por la implantación del proyecto, MEDIO Se da al ser perturbado relativamente un elemento por el desarrollo del proyecto, BAJO Se produce cuando el elemento resulta algo modificado por la implantación del proyecto.

Resistencia del Elemento (RE). OBSTRUCCIÓN Cuando el elemento está protegido por una ley, MUY GRANDE Aplica a un elemento que sólo será perturbado en una situación límite, GRANDE El elemento debe ser evitado a causa de su fragilidad ecológica, MEDIA Se puede interferir en el elemento con medidas de prevención y mitigación, DÉBIL El elemento puede

ser utilizado con la aplicación mínima de medidas de mitigación, MUY DÉBIL La utilización del elemento no supone inconveniente alguno.

Sinergia (SI). Este atributo completa el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocado por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente y no simultánea. Cuando una acción actúa sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor de uno, si presenta un sinergismo moderado el valor asignado será dos y si es altamente sinérgico cuatro.

Sistema ambiental. Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto. Se puede definir también como un conjunto funcional de elementos, integrados por factores que los interrelacionan, creando dependencias intrínsecas o extrínsecas que definen su estructura y su función.

Unidad ecológica básica. El ecosistema, tomando en cuenta que el conjunto de elementos abióticos y seres vivos presentes en un tipo y lugar determinados, pueden tener varios órdenes de magnitud. (Sinónimo. Asociación).

Uniones funcionales. Nodos de conexión entre dos elementos que remiten la interacción deseada.

Valor del elemento (VE). LEGAL Se da cuando el elemento está protegido por una ley o en proceso de serlo, ALTO Si el elemento exige a causa de su excepcionalidad una protección especial obtenida por consenso, MEDIO Las características del elemento hacen que su conservación sea de gran interés sin necesidad de un consenso, BAJO Cuando la conservación del elemento no es objeto de gran preocupación, MUY BAJO Cuando la protección o conservación del elemento no presenta ninguna preocupación.

Valor ecológico. Conjunto de parámetros que determina la calidad del ecosistema, fijados mediante matrices especiales que se aplican a cada caso (con apreciaciones subjetivas de los valores no mensurables, porcentajes comparativos y valores cuantitativos), que permiten establecer la carta de valoración ecológica. Es una técnica imprescindible para la elaboración de modelos en ecología de sistemas y en los estudios de valoración de impacto ambiental.

Valoración del impacto ambiental. Técnicas que permiten establecer el grado de afectación a las condiciones normales de un ambiente dado, proyectadas a realizar con la implementación de infraestructura construida y otras formas de gestión.

Vegetación halófila. Que soporta condiciones de elevada salinidad en el substrato.