

# Capítulo I

---

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

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

### I.1 Datos generales del proyecto.

#### I.1.1 Nombre del proyecto

“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

#### I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto será ubicado en el predio conocido como “Santa María del Mar”, el cual se encuentra entre la Laguna Inferior y el Océano Pacífico, en el Distrito de Juchitán, Municipio de Juchitán de Zaragoza, Estado de Oaxaca. Limita al norte con 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.

### DIVISIÓN MUNICIPAL (MGM 4.1)

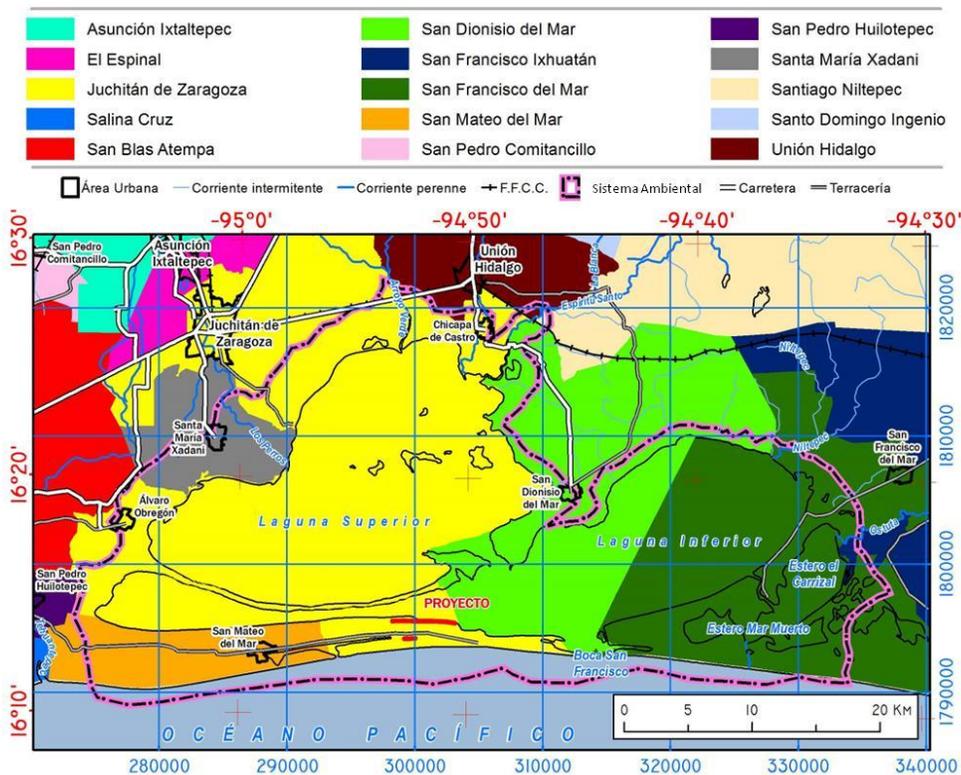


Figura I.1. Ubicación del municipio de Juchitán de Zaragoza en el Distrito Juchitán, Oaxaca.

**El Municipio de Juchitán de Zaragoza**, está comprendido en la región del Istmo de Tehuantepec al suroeste del estado de Oaxaca, en las coordenadas latitud norte 16° 26' con una longitud al oeste de 95° 01' y con una altitud de 30 metros sobre el nivel del mar, limita al norte con los municipios de Asunción Ixtaltepec, El Espinal y San Miguel Chimalapa al sur con San Mateo del Mar, Santa María Xadani, la Laguna Superior (Santa Teresa) al oeste con Asunción Ixtaltepec, El Espinal, San Pedro Comitancillo, San Blas Atempa y San Pedro Huilotepec y al este con Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y San Dionisio del Mar.



**Figura I.2.** Ubicación del proyecto.

*Vías de acceso al predio:* El acceso al sitio del predio 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, pasando el poblado de San Mateo del Mar y finalmente se llega al poblado de Santa María del Mar.



**Figura I.3.** Ubicación satelital de las vías de acceso

### **I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto**

La vida útil del proyecto es de 30 años.

El proyecto será ejecutado en una sola etapa, por lo que la presente manifestación abarca la totalidad de los trabajos.

### **I.1.4 Presentación de la documentación legal**

Ver Anexos

## **I.2 PROMOVENTE**

### **I.2.1 Nombre o razón social**

Energía Alternativa Istmeña, S. de R.L. de C.V. (ver en anexos acta constitutiva).

## **1.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACION DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **I.3.1 Nombre o Razón Social**

QV Gestión Ambiental S.C.

# Capítulo II

---

## *DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO*

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### Antecedentes

El presente proyecto está relacionado con el proyecto “Parque Eólico Istmeño”, previamente autorizado en materia de impacto ambiental por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), a través del oficio resolutivo número S.G.P.A./DGIRA.DG.0588.10 del 3 de febrero de 2010; localizado en los Municipios de Juchitán de Zaragoza, San Mateo del Mar y El Espinal, todos en el Estado de Oaxaca. (Dicho proyecto vigente en la actualidad).

El proyecto “**Parque Eólico Istmeño**”, comprende la construcción y operación de un Parque Eoloeléctrico, mediante la instalación de 174 aerogeneradores y dos subestaciones eléctricas con una capacidad total de 3,94.98 MW, las cuales serán distribuidas en dos sitios en el Istmo de Tehuantepec. El primer polígono se encuentra conformado por los predios denominados “Santa María del Mar” y “San Mateo del Mar” (con 76 y 65 aerogeneradores respectivamente, y una subestación eléctrica con una capacidad de generación de 320.07 MW), y el segundo polígono denominado “El Espinal” (con 33 aerogeneradores y una subestación eléctrica con una capacidad de generación de 74.91 MW), con una superficie total de afectación 4,767 ha, en un Sistema Ambiental equivalente a 82,723.40 ha.

Este parque se encuentra conformado por dos polígonos: el primero localizado en San Mateo del Mar, en el Municipio de San Mateo del Mar y Santa María del Mar, en el Municipio de Juchitán de Zaragoza, y el segundo localizado en El Espinal, en el Municipio del mismo nombre, en el Estado de Oaxaca.

### II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

#### II.1.1. Naturaleza del proyecto

La estación de atraque es una obra esencial para el establecimiento y funcionamiento de los aerogeneradores del Parque Eólico Istmeño, ya que estos últimos satisfacen una necesidad operativa fundamental que es la generación de energía eléctrica con una fuente renovable y un nivel de impacto ambiental poco significativo, asimismo este tipo de generación de energía eléctrica trae consigo beneficios económicos para los pobladores de esta zona a manera de infraestructura, generación de empleo.

Asimismo, la estación de atraque es indispensable para el desarrollo del Parque Eólico, ya que permitiría la transportación del personal que laborará en él, así como los componentes de los aerogeneradores, la maquinaria e insumos necesarios para su construcción,

instalación y mantenimiento, y con ello se apoyaría a la generación de energía del sector eléctrico, abatiendo 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.

Para la realización del proyecto que nos ocupa, se pretende llevar a cabo la colocación de 1 punto de atraque, ubicado dentro del predio “Santa María del Mar”, el cual permitirá realizar, como ya se mencionó, tanto el transporte del personal que va a laborar en las instalaciones del Parque Eólico, como de los componentes de los aerogeneradores, de la maquinaria y de los materiales necesarios para la ejecución del mismo, con el fin de ser distribuidos hacia el respectivo predio.

Es importante recalcar que a la fecha no se ha dado inicio de obras del proyecto “Parque Eólico Istmeño”.

### II.1.2. Selección del sitio

Los criterios para la selección del sitio donde se ubicará el punto de atraque, fueron los siguientes:

- Ubicación del Parque Eólico “Istmeño”.  
Es necesario contar con un medio de transporte lagunar, que permita el transporte de los componentes de los aerogeneradores, de la maquinaria e insumos para la conformación del Parque Eólico, toda vez que si bien existe vía terrestre que permita el acceso al predio donde se ubica el Parque Eólico Istmeño, se tiene que la comunidad asentada en San Mateo del Mar la cual colinda con Santa María del Mar, impide al acceso vía terrestre, ya que es una comunidad que no permite la comunicación con gente ajena a su poblado.
- Topografía del terreno  
En general la topografía de la zona es de bajo relieve, lo que favorece que la ubicación del punto de atraque se efectúe en terrenos con un mínimo de pendiente; el criterio de ubicarlo en terreno plano minimiza la modificación del suelo, relieve y paisaje, y además facilita la construcción del mismo.
- Usos del suelo y tipos de vegetación

Para determinar la ubicación del punto de atraque, se tomó en consideración el uso del suelo y la vegetación presente, procurando en todo momento, la afectación en menor grado, tanto al ambiente, como a la población existente.

- Áreas Naturales Protegidas  
Las ubicaciones del punto de atraque no se realizará en algún Área Natural Protegida de carácter Federal o Estatal.

### II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto será ubicado en el predio conocido como Santa María del Mar, el cual se encuentra entre la Laguna Inferior y el Océano Pacífico, en el Distrito de Juchitán, Municipio de Juchitán de Zaragoza, Estado de Oaxaca. Limita al norte con 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.



Figura II.1. Ubicación del proyecto.

A continuación se presentan las coordenadas del punto de atraque (*docks*), así como las coordenadas de las mojoneras, ubicadas en Santa María del Mar.

Tabla II.1 Ubicación del Dock

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

**COORDENADAS DEL EJE DEL TRAZO**

<b>PUNTO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>VD6-01</b>	301,417.0213	1,795,724.7321
<b>VD6-02</b>	301,415.8468	1,795,804.7334

Nota: La nomenclatura del vértice es (VD6-02), que indica lo siguiente:

D = *Deck*

6 = número de *deck* al que corresponde

01 ó 02 es el número de vértice del eje del trazo del *deck*.

**Tabla II.2** Mojoneras ubicadas en Santa María del Mar.

<b>Vértice</b>	<b>Coordenadas</b>		
	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>MSM1</b>	301,617.480	1,793,719.384	3.239
<b>MSM2</b>	299,707.353	1,793,595.920	7.820
<b>MSM3</b>	301,359.901	1,795,615.216	5.410

Manifiestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

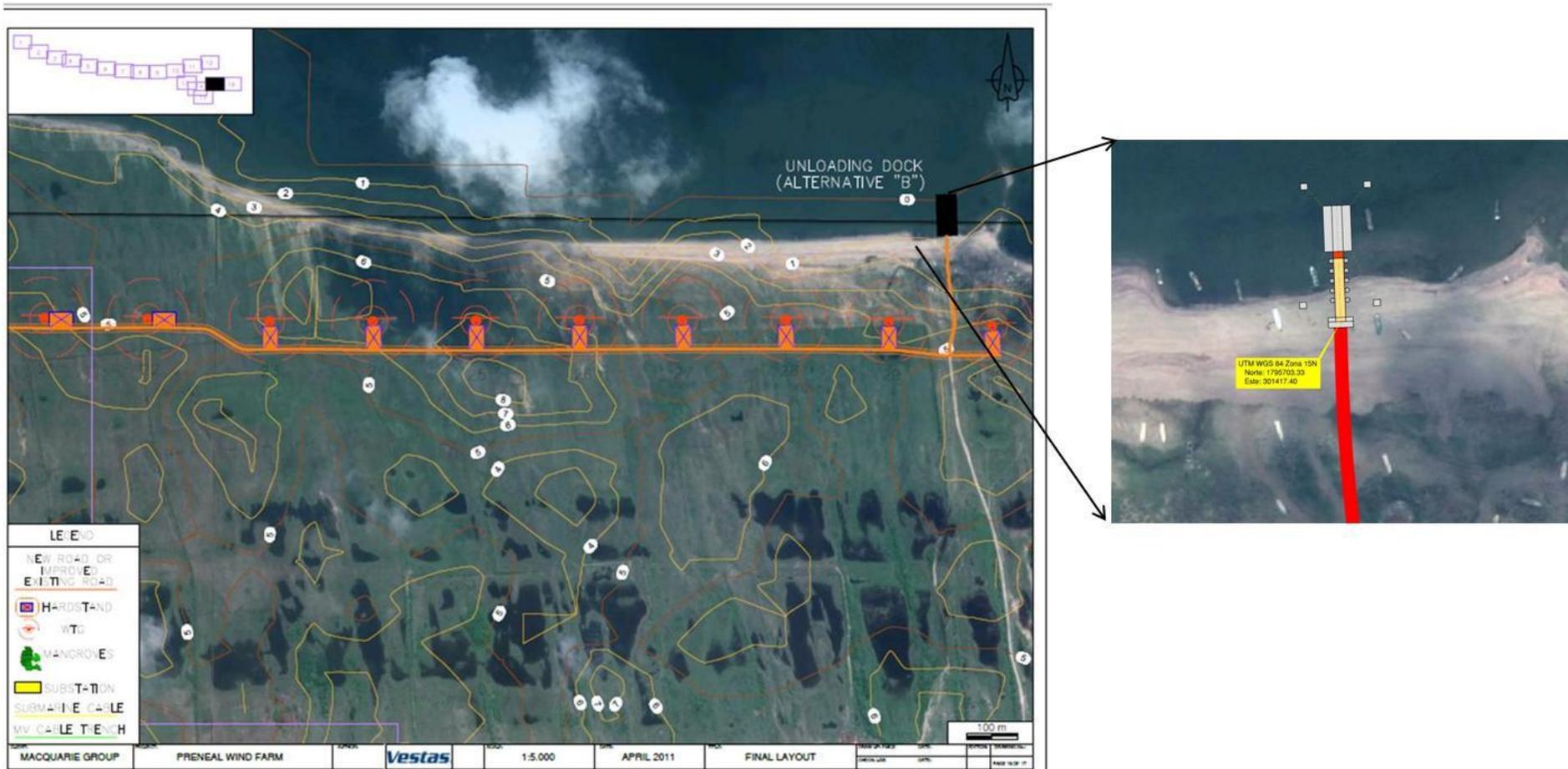


Figura II.2 Ubicación del punto de atraque en el predio “Santa María del Mar.”

#### **II.1.4. Inversión requerida**

El monto de inversión requerida en moneda nacional es de dos mil trescientos sesenta y seis millones de pesos 00/100 Moneda Nacional (\$2,366'000,000.00 M.N.). Los costos que se derivan de la aplicación de las medidas de mitigación en el presente proyecto, encuentran incluidos en el monto de inversión.

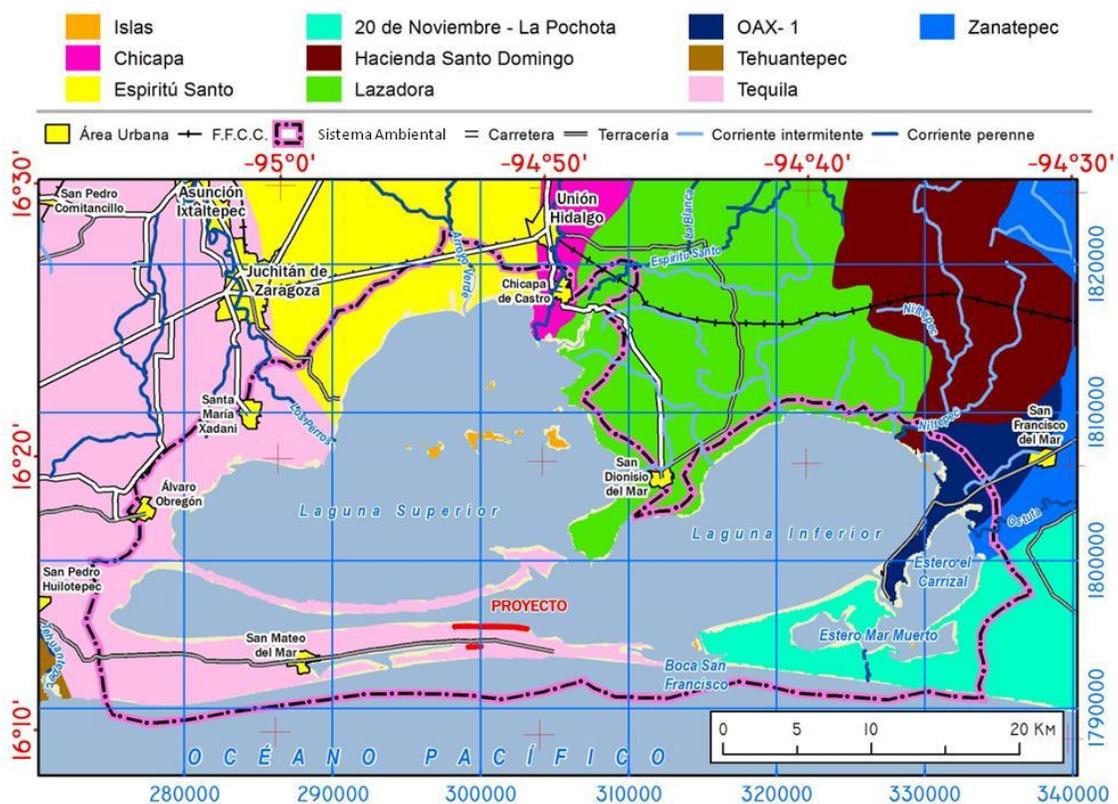
#### **II.1.5. Dimensiones del proyecto**

El punto de atraque ocupará una superficie de 4 x 30 m, es decir 120 m<sup>2</sup>, y que será ubicado en la Zona Federal Marítimo Terrestre, empleado únicamente para el traslado del personal laboral, así como de los diversos componentes de los aerogeneradores, de material y maquinaria para la conformación del Parque Eólico, dicho punto de atraque tiene la característica de ser provisional y desmontable y que será empleado durante la vida útil del proyecto.

#### **II.1.6. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias**

La zona de estudio se ubica en la porción sureste de la Subcuenca denominada Tequila perteneciente a la cuenca Laguna Superior e Inferior de la RH22 (Costa de Tehuantepec), así como a la cuenca hidrológica Laguna Superior e Inferior (Ver siguiente Figura).

## SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS



**Figura II.3** Delimitación de la Subcuenca hidrológica que limita el Sistema Ambiental.

De acuerdo a la información del INEGI en su cartografía; así como al conjunto de datos vectoriales, ortofotos digitales, interpretación de imágenes digitales del mosaico Landsat ETM y a la verificación efectuada en el sitio donde se pretende realizar el Proyecto, el predio Santa María del Mar, cuenta con la clasificación de Uso del Suelo y Vegetación de tipo Pastizal halófito, así como áreas sin vegetación aparente o áreas desprovistas de vegetación y pastizal inducido.

## USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

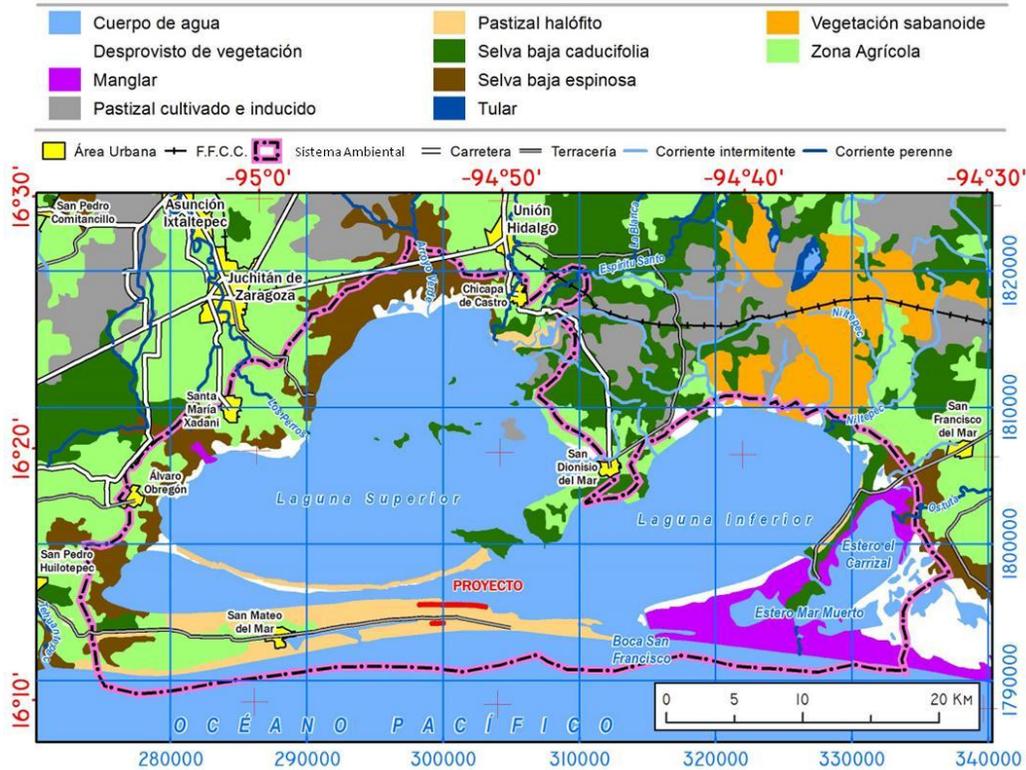


Figura II.4. Tipos de usos del suelo y vegetación en la superficie donde se distribuye el Proyecto.

Sin embargo, cabe mencionar que no se requerirá cambio de uso de suelo para la instalación del punto de atraque, toda vez que al ubicarse en el litoral costero, el sitio considerado para su ubicación se encuentra carente de vegetación; por lo que no se verá incrementada la superficie de afectación con vegetación forestal inicialmente autorizada a través del oficio resolutivos para el proyecto “Parque Eólico Istmeño” señalado al principio de este capítulo.

### Cuerpos de agua.

En el estado se observa un balance positivo al comparar las entradas y los usos del recurso agua; sin embargo, en zonas como la Cañada y en muchas porciones de la Mixteca, se presentan serios déficits sobre todo durante la época de estiaje, además de que la calidad del agua no es de la más alta en relación con otros lugares del estado; en contraste, en zonas como la ladera norte de la sierra Juárez, la disponibilidad es muy alta comparada con la media del Estado; sin embargo, en esta región la concentración de población es

baja, así como el desarrollo de la agricultura y de la industria, esta situación da como resultado que grandes volúmenes del vital líquido viajen grandes distancias sin un óptimo aprovechamiento. En las regiones Costa, Istmo y Valles Centrales, el recurso está disponible sólo durante la época de lluvias, mientras que en el estiaje baja considerablemente hasta en ocasiones casi desaparecer.

En la entidad existe una extensa red de drenaje que funciona únicamente durante el periodo de lluvias; además, debido a la naturaleza geológica de las rocas que forman la mayor parte de la superficie estatal y a la compleja orografía, no se han desarrollado las condiciones apropiadas para la formación de grandes acuíferos que capten y mantengan disponible el recurso una vez que ha cesado la temporada de lluvias; por ello, es necesario conocer la distribución temporal y regional del recurso.

El total de volumen virgen escurrido dentro del estado se estima en 63,719 millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ), de los cuales 20,386  $Mm^3$  (32%) vierten al Golfo de México, a este volumen hay que sumar 1,568  $Mm^3$  que ingresan de las cuencas de los ríos Salado y Tonto, provenientes del estado de Puebla (136  $Mm^3$  y 1,432  $Mm^3$  respectivamente), siendo el gran total de 65,287  $Mm^3$ ; el área de captación se estima en 34,978  $km^2$ . Para evaluar la cantidad y la calidad del agua superficial en el estado de Oaxaca, se cuenta con 16 estaciones que pertenecen a la Red Nacional de Monitoreo.

En la superficie del proyecto no se localizan escurrimientos superficiales de algún tipo, mientras que en el área de influencia solamente se localizan alrededor de seis escorrentías importantes y que desembocan en las Lagunas tanto Superior como Inferior (Ver siguiente Figura). En la zona donde se localiza el proyecto solamente se presentan algunos pequeños encharcamientos producto de lluvias torrenciales y de manera intermitente.



característica de ser provisional y desmontable y que será empleado durante la vida útil del proyecto.

En cuanto a los transportes a emplear, se han considerado dos opciones: barcasas u *hovercraft*; a continuación se hace una descripción de los ambos.

### **Barcasas**

En este escenario se prevé cargar los camiones en barcasas: se trata de plataformas flotantes en acero con fondo plano, normalmente remolcadas y con medidas estándar de 59.4 m. x 10.6 m. y un calado de aproximadamente 1 m.

### **Hovercraft**

En este escenario se utilizarían aerodeslizadores, vehículos sustentados por un chorro de aire propulsado por un motor diesel que genera un cojín de aire por debajo de la maquina. Este cojín de aire ejerce una presión muy baja (1 psi) sobre la superficie inferior (agua o arena), menor de la presión de una huella humana.

La estructura del *hovercraft* es modular, y emplea elementos de acero juntados in situ: se están estudiando distintos tamaños posibles para realizar un análisis costes-beneficios y elegir las dimensiones más apropiadas. Como dimensiones indicativas se están considerando 46.3m x 24.4m y una altura de 1.8m – en este caso la capacidad sería de aproximadamente 200 toneladas y la velocidad de unos 5 nudos, con una autonomía de 12 horas y un consumo de 364 l/hora.



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

**Figura II.6.** Imagen que muestra una barcaza remolcada a través de cable de acero.



**Figura II.7.** Imagen que muestra un *hovercraft*, transportando material pesado.

La siguiente figura muestra a manera de ejemplo cómo sería el desembarque de la maquinaria e insumos requeridos, en los puntos de atraque.



**Figura II.8.** Desembarque en un punto de atraque.

## Naturaleza y peso estimado de las cargas

Se trata de componentes de aerogeneradores, maquinaria de obra civil y material de construcción transportados sobre camiones embarcados sobre barcazas.

Se han estimado las siguientes cargas para los componentes de los generadores:

	<b>ITEM</b>	<b>Numero</b>
WTG	Palas (44 m, 6700 kg)	90
	Hub (8850 Kg)	30
	Torre (3 tramos, total 145 toneladas metricas)	30
	Nacelle (74000 Kg)	30

Además será necesario transportar hormigón, zahorra, geotextil y todo el material necesario a la realización de la subestación y de las instalaciones provisionales.

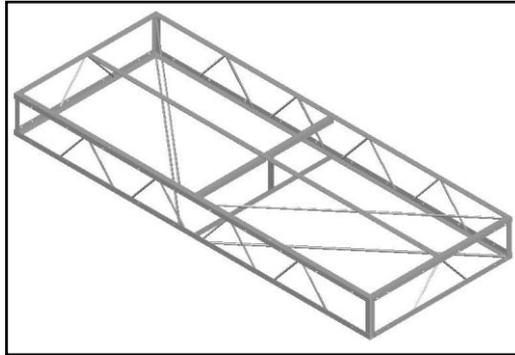
## Tráfico probable de las embarcaciones que a él atraquen:

Se ha estimado un total de 266 operaciones de atraque.

### Estructura temporal pilotado

El punto de atraque se ubicará en una zona ya usada por los pescadores locales al norte de la barra. Es una obra provisional que se realizará apoyando una estructura reticular metálica directamente sobre el terreno natural y sustentada por pilotes en caso de ser necesario, permitiendo que se adapte al mismo y sirviendo como cimentación y apoyo a la estructura superior de rodamiento.

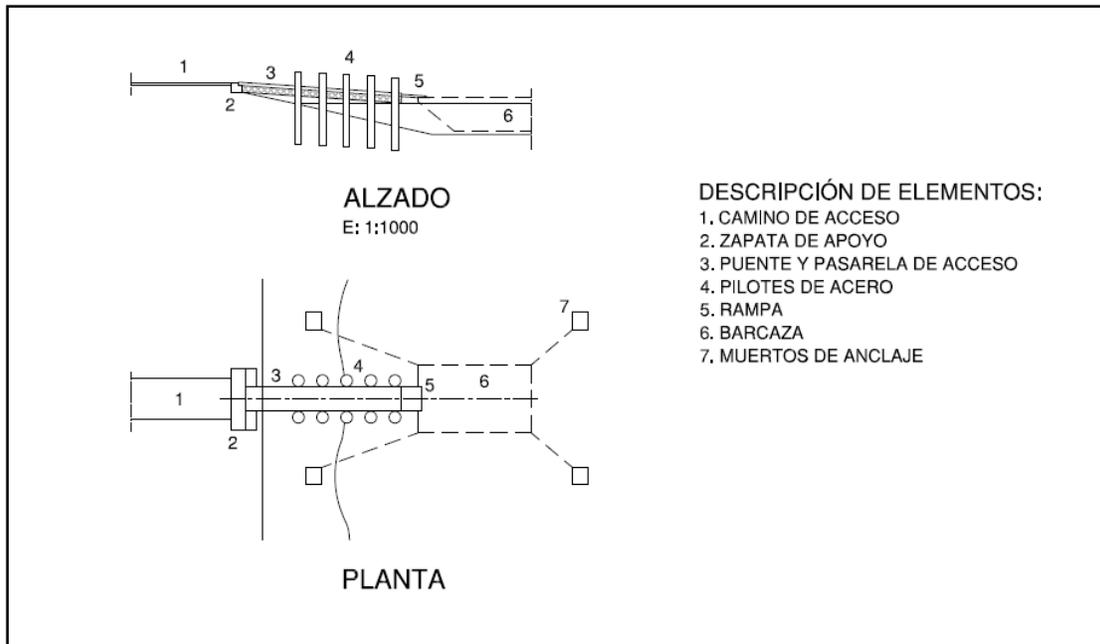
Esta estructura inferior se compone de vigas metálicas dispuestas en malla con refuerzos transversales. Está apoyada en el lado playa a un estribo (una viga durmiente de hormigón). Por encima de estas vigas metálicas (“Módulos de apoyo”) descansará una chapa metálica, que permitirá sostener un segundo grupo de módulos. Estos módulos complementarios sujetarán la estructura de acceso (una losa metálica).



Se trata de una estructura móvil, por lo que se puede tender y desarmar con rapidez, dejando el área intacta después de los trabajos. Las barcas atracarían directamente al puente anclándose a muertos de hormigón, efectuando la transferencia de los vehículos mediante una rampa basculante que absorba las diferencias entre la barcaza y el puente. Esta rampa transfer es presente en todas las barcasas.

Las embarcaciones atracarían directamente al punto de atraque, anclándose a muertos de hormigón, efectuando la transferencia de los vehículos mediante una rampa basculante que absorba las diferencias entre la barcaza y el puente.

A la conclusión de la vida útil del proyecto “Parque Eólico Istmeño”, es posible remover los pilotes y los demás elementos de la obra de desembarque.



**Figura II.9.** Plano que muestra las características del punto de atraque.

### II.2.2. Programa general de trabajo

Se tiene contemplado que la instalación del punto de atraque se lleve a cabo en un lapso de 6 meses. En el programa se desglosan las actividades y obras que se van a realizar en cada una de las etapas y su duración. El programa de operación y mantenimiento y las actividades que este involucra se llevan a cabo después de que se termina la obra y su ejecución depende de los requerimientos que se tengan con el paso del tiempo por esta razón no se incluyen dentro del programa de actividades:

Etapa de desarrollo	Principales Actividades	Meses					
		1	2	3	4	5	6
Preparación del sitio	Limpieza y delimitación de zonas de trabajo						
	Transporte de material, equipo y personal						
Construcción	Operación de maquinaria y equipo						
	Muertos de hormigón						
	Hincado de pilotes						
	Instalación de rampa						
	Acondicionamiento						

**Tabla II.3** Programa general de trabajo.

### II.2.3. Preparación del sitio

Para la preparación del sitio se considerará la ejecución de las siguientes actividades, necesarias para la instalación del punto de atraque:

#### *Delimitación de las zonas de trabajo*

De acuerdo a los planos de la ingeniería de detalle del proyecto, se señalarán a través de elementos visuales como banderillas o cintas plásticas, la zona en la que se instalará el punto de atraque.

La localización permitirá verificar los puntos sobresalientes del perfil del terreno, así como los cruces con vías de comunicación y construcciones en general, tales como líneas de fibra óptica, gasoductos, oleoductos, etc.

#### *Almacenamiento de maquinaria y equipo*

Durante las actividades de preparación del sitio se utilizará maquinaria pesada y equipo, los cuales serán almacenados temporalmente en sitios localizados estratégicamente dentro del predio.

#### ***Almacenamiento de combustible***

Dentro del predio no se contará con tanques de almacenamiento de combustible. Los vehículos cargarán combustible en las estaciones de servicio cercanas, sin embargo será necesario contar con tambos de 200 litros con combustible para maquinaria y equipo, los cuales serán almacenados en un sitio pavimentado, con charolas y trincheras para contención de derrames y medidas de seguridad aplicables.

#### ***Transporte de material, equipo y personal***

Durante la etapa de preparación del sitio será necesario el transporte de materiales, equipo y personal hasta el sitio, para lo cual se utilizarán los caminos ya existentes, los cuales son de terracería.

#### ***Manejo de residuos***

Durante la etapa de preparación del sitio se generarán residuos sólidos consistentes principalmente en material vegetal y tierra, los cuales serán manejados y dispuestos en sitios autorizados conforme a la normatividad aplicable. Durante esta etapa no se generarán residuos peligrosos derivados del mantenimiento de la maquinaria, debido a que no se llevarán a cabo labores de mantenimiento de equipo dentro del predio, ya que esta actividad será realizada por el contratista en un lugar fuera del predio, previamente acondicionado para realizar dichas labores.

#### ***Presencia de personal en el sitio***

Para todas las actividades de esta etapa será necesaria la contratación de trabajadores en el sitio. Se estima que durante esta etapa será necesaria la contratación de 50 personas. Es importante mencionar que no se tiene contemplada la habilitación de campamentos para el personal, por lo que únicamente se considera su presencia durante la jornada de trabajo.

### **II.2.4. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto**

Como obras asociadas al proyecto, se construirá un almacén que será retirado al término de las actividades de construcción. El almacén se utilizará para guardar herramientas y materiales que permitirán el desarrollo de la obra.

### **II.2.5. Descripción de obras asociadas al proyecto**

No se contemplan otras obras asociadas al proyecto. Sin embargo, como ya fue mencionado en párrafos anteriores este proyecto está a su vez asociado con el proyecto

“Parque Eólico Istmeño”, el cual fue sometido a evaluación de la autoridad federal ambiental, mismo que fue autorizado de manera condicionada por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental perteneciente de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental (SEMARNAT) mediante el Oficio resolutivo núm. S.G.P.A./DGIRA.DG.0588.10 de fecha 3 de febrero de 2010.

### II.2.8. Etapa de abandono del sitio

El tiempo de vida útil del punto de atraque es indefinido, como lo es el tiempo de vida útil del Parque Eólico, ya que aún y cuando se establece un plazo de 30 años, con el mantenimiento adecuado de los aerogeradores se contempla incrementar lo más posible la vida útil del proyecto “Parque Eólico Istmeño”; no obstante, una vez que ello suceda la empresa realizará el retiro de los materiales involucrados y dispondrá de ellos de manera adecuada (en base a la legislación aplicable en ese momento) procediendo a realizar las acciones tendientes a restablecer las condiciones del área afectada.

### II.2.9. Utilización de explosivos

No se utilizarán explosivos para ninguna de las etapas de la obra.

### II.2.10. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

**Residuos líquidos.** Los residuos líquidos que se generará, debido a la colocación de los puntos de atraque, son los provenientes de las letrinas móviles que se instalarán y los aceites gastados de la maquinaria de construcción. 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 una por cada 20 trabajadores.

**Agua residual.** No se instalarán plantas de tratamiento de aguas residuales 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 planta del proyecto, su manejo final estará a cargo la empresa prestadora del servicio de limpieza de letrinas móviles.

### II.2.11. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Aún cuando la infraestructura para el manejo de residuos (peligrosos, no peligrosos y especiales) es escasa en la región, en la zona del proyecto se realizará la solicitud de

servicios a las autoridades locales, municipales, estatales y federales (según su competencia), con la finalidad de realizar un manejo adecuado de los residuos. En el sitio del proyecto, distribuidos en las áreas de trabajo, se contará con contenedores plásticos o metálicos con tapa, debidamente señalizados de acuerdo al tipo de residuos que contendrán.

Estos residuos serán almacenados temporalmente en un área especialmente acondicionada para este fin, hasta su disposición final, el cual se contempla podría ser el tiradero controlado con que se cuenta, ubicado en el Km 3 de la carretera Juchitán – Unión Hidalgo para el caso de los residuos sólidos municipales. El municipio ha implementado de manera incipiente programas de reciclaje intermitentes, aunque el mayor reciclaje se da entre recicladores independientes que hacen acopio y comercialización de latas de aluminio, fierro, PET, papel, cartón y vidrio.

En este sentido, se hace mención que la infraestructura existente en la zona es suficiente para recibir los desechos que se generarán con el proyecto, ya que como se pudo observar son realmente muy bajos; además de que el proyecto dispondrá de los residuos no peligrosos en un almacén de *residuos no peligrosos* temporal, mismo que tiene una superficie de 20 m<sup>2</sup>, y que se encuentra ubicado a un lado de cada Subestación Eléctrica de los proyectos eólicos relacionados con este proyecto.

En cuestión de residuos peligrosos se contratará la prestación de este servicio para la adecuada recolección, traslado y disposición final de los mismos a una empresa autorizada para dicha actividad. Asimismo, los proyectos eólicos cuentan con almacén de *residuos peligrosos* temporal a un lado de cada Subestación Eléctrica como medida de control. Este almacén tiene una superficie de 20 m<sup>2</sup>.

# Capítulo III

---

*VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y  
ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES*

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

El presente capítulo tiene como objetivo identificar y analizar los diferentes instrumentos de planeación que inciden y regulan la zona en donde se desarrollará el proyecto, con la finalidad de determinar su compatibilidad y cumplimiento.

#### **III.1. INFORMACIÓN SECTORIAL.**

En este apartado se analiza la vinculación del proyecto con los diversos programas sectoriales, derivados del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.

##### **III.1.1. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012.**

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 (PSMARN) fue publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el día 21 de enero de 2008 por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Con la elaboración de este Programa, se pretende dar cumplimiento a la obligación señalada en la fracción III del artículo 16 de la Ley de Planeación, en la que se establece la facultad de las dependencias de la Administración Pública Federal para elaborar programas sectoriales derivados del Plan Nacional de Desarrollo.

Este Programa tiene como principal marco de referencia la sustentabilidad ambiental, que es uno de los cinco ejes del Plan Nacional de Desarrollo 2007–2012. Como elemento central del desarrollo, la sustentabilidad ambiental es indispensable para mejorar y ampliar las capacidades y oportunidades humanas actuales y venideras, y forma parte integral de la visión de futuro para nuestro País, que contempla la creación de una cultura de respeto y conservación del medio ambiente.

El conjunto de objetivos sectoriales, estrategias y metas de este Programa, se inscriben en el objetivo 8 del PND 2007–2012, que es *“Asegurar la sustentabilidad ambiental mediante la participación responsable de los mexicanos en el cuidado, la protección, la preservación y el aprovechamiento racional de la riqueza natural del país, logrando así afianzar el desarrollo económico y social sin comprometer el patrimonio natural y la calidad de vida de las generaciones futuras”*, y parten del reconocimiento de que nuestro desarrollo no ha sido cuidadoso con la protección y conservación de los recursos naturales y de los ecosistemas.

## **Importancia del Programa para el desarrollo del país**

La sustentabilidad ambiental es cada vez más relevante para nuestro desarrollo porque el agotamiento y la degradación de los recursos naturales renovables y no renovables representan crecientemente una restricción para la realización adecuada de las actividades productivas, y por tanto para la generación de oportunidades de empleo y generación de riquezas. También, porque los impactos ambientales sobre ellas agua, los suelos, el aire y en general sobre nuestro entorno, afectan la calidad de vida por la generación de enfermedades, la destrucción de paisajes naturales, la alteración de los ciclos ecológicos, y el desarrollo de los servicios ambientales y los diferentes soportes vitales.

## **Principales retos y problemas**

En esta intensificación de los esfuerzos públicos y sociales de protección y conservación de nuestro patrimonio, y de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, requerimos una estrategia más coordinada e integrada de las políticas sectoriales y de los distintos órdenes de gobierno. Una parte importante de las políticas públicas que influyen sobre la situación de los recursos naturales y de medio ambiente son diseñadas y operadas por otras dependencias de la Administración Pública Federal, por lo que es tarea indispensable asegurarse que estas incorporen el lente ambiental. La protección ambiental se articulará con las estrategias productivas de los agentes económicos críticos para la sustentabilidad del desarrollo. A esta visión transversal de la política ambiental se aúna la necesidad de articular mejor los esfuerzos de las organizaciones ciudadanas, los grupos civiles, las iniciativas empresariales, los proyectos académicos y científicos, y de la sociedad en general, con los de los poderes del Estado.

El Programa sectorial, tiene diez apartados donde en cada uno se mencionan los objetivos, indicadores, metas estrategias y líneas de acción:

- A. *Conservación y Aprovechamiento Sustentable de Ecosistemas*
- B. *Gestión Integral de Recursos Hídricos*
- C. *Prevención y Control de la Contaminación*
- D. *Cambio Climático*
- E. *Ordenamiento Ecológico*
- F. *Mejoramiento de la Gestión Ambiental*
- G. *Procuración de Justicia Ambiental*
- H. *Investigación Científica y Educación*
- I. *Participación Ciudadana y Transparencia*

#### *J. Agenda Internacional Ambiental*

De estos apartados se destacan los siguientes, ya que de forma directa o indirecta tienen relación con el proyecto, y en virtud de que el punto de atraque que conforma el proyecto en cuestión, están asociados con el proyecto “Parque Eólico Istmeño”, las obras y actividades parten de la premisa del cuidado y protección del medio ambiente, por lo tanto se ha considerado lo siguiente:

#### **C. Prevención y Control de la Contaminación**

*Objetivo. Consolidar el marco regulatorio y aplicar políticas para prevenir, reducir y controlar la contaminación, hacer una gestión integral de los residuos y remediar sitios contaminados para garantizar una adecuada calidad del aire, agua y suelo.*

*Justificación. El uso más intenso de los medios de transporte motorizado, el incremento en el consumo de energía, la creciente producción de residuos, la incorporación de más sustancias e insumos químicos en las actividades económicas, y por lo tanto una exposición mayor a los riesgos para la salud humana y de los ecosistemas que ello conlleva siguen siendo retos pendientes para el avance regulatorio y la creación de la infraestructura necesaria que deben resolverse en el corto plazo.*

*Para lograr el objetivo señalado, este Programa plantea en su estrategia 1 las siguientes líneas de acción:*

*Estrategia 1. Prevenir, reducir, y controlar la emisión de contaminantes a la atmósfera para garantizar una adecuada calidad del aire que proteja la salud de la población y de los ecosistemas, mediante la consolidación del marco regulatorio y la producción de información basada en la mejor evidencia científica.*

*Líneas de acción:*

- *Aplicar, actualizar y desarrollar instrumentos normativos y de gestión para prevenir, reducir y controlar la emisión de contaminantes.*
- *Aplicar y desarrollar instrumentos de fomento y concertación, en el ámbito de competencia de la Secretaría, a fin de promover las inversiones necesarias para la reducción de emisiones y concertar acciones coordinadas con los tres órdenes de gobierno y la sociedad civil organizada.*
- *Elaborar y mantener actualizadas las Normas Oficiales Mexicanas y los instrumentos de gestión para la prevención y el control de la emisión de contaminantes a la atmósfera.*

- *Diseñar y promover programas e instrumentos económicos y de fomento para reducir los efectos a la atmósfera de la industria y actividades relacionadas.*
- *Establecer especificaciones ambientales que deben reunir los combustibles, y apoyo a la ejecución del Proyecto de Calidad de Combustibles Fósiles.*
- *Adecuar y mantener actualizadas las disposiciones regulatorias sobre emisiones de los medios de transporte.*
- *Apoyar, impulsar y fortalecer programas de verificación vehicular a escala nacional de vehículos de jurisdicción federal.*
- *Apoyar a las autoridades estatales y municipales en el diseño e implementación de una política integral de transporte sustentable y fomentar la modernización del transporte público urbano para mejorar la movilidad urbana.*
- *Establecer las directrices, los criterios y las etapas para la elaboración de Programas de Gestión de la Calidad del Aire (PROAIRES) en las entidades federativas, así como las obligaciones y responsabilidades de los tres órdenes de gobierno.*
- *Establecer políticas para eliminar el consumo de compuestos clorofluorocarbonados (CFC), halones y tetracloruro de carbono en México.*
- *Desarrollar el Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo para la Eliminación de Contaminantes Orgánicos Persistentes en materia de emisiones a la atmósfera.*
- *Crear los lineamientos generales para hacer obligatorio la incorporación de estaciones de monitoreo en aquellas ciudades que presenten un crecimiento poblacional considerable o actividades industriales importantes, así como los requisitos para la integración de la información que produzcan las redes de monitoreo atmosférico al Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire.*
- *Establecer guías por sector industrial federal para identificar las sustancias que deben ser incluidas en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) y realizar la estimación del cálculo de estas sustancias.*

En este orden de ideas el Proyecto contempla realizar un control continuo de las fuentes contaminantes fijas y móviles presentes durante la ejecución del proyecto. Por otra parte, cabe mencionar, que debido a las características propias del punto de atraque, no se espera la generarán de emisiones contaminantes significativas, por ello se cumplirá en todo momento con lo que marca la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, así como su respectivos Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas que apliquen.

#### ***J. Agenda Internacional Ambiental***

*Objetivo: Contribuir a la formulación de políticas internacionales de medio ambiente y desarrollo sustentable integrales, eficaces, equitativas, consistentes y oportunas y aprovechar nuestras ventajas comparativas en términos geopolíticos y de desarrollo para promover posiciones comunes sobre asuntos de interés nacional en el ámbito internacional.*

*Justificación: La sustentabilidad ambiental es tarea de todos y sus políticas se instrumentan en el nivel local e internacional y requieren que políticas que persiguen objetivos en otros ámbitos incluyan las exigencias ambientales internacionales para crear sinergias y evitar la anulación de esfuerzos locales. Este objetivo se vincula directamente con la estrategia 8.2 del Objetivo 8 del Eje rector 4 y el Eje 5, objetivos 6 y 7, en donde se enfatiza la participación activa en los esfuerzos internacionales en pro de la sustentabilidad ambiental.*

Nuestro país tiene diversas oportunidades en la cuestión ambiental, su biodiversidad, su ubicación geográfica y sus características fisiográficas generan un mosaico de oportunidades que podrían detonar diferentes actividades productivas generadoras de empleo y riqueza. Entre ellas están el aprovechamiento del viento para la generación de energía eléctrica, esto en comento debido a que el proyecto en cuestión, es una obra asociada que permite el desembarque y transportación de los componentes de los aerogeneradores, del personal a laborar, así como de la maquinaria e insumos necesarios para la conformación del proyecto asociado al Parque Eólico ubicado en el Istmo de Tehuantepec. En este sentido, el sector de infraestructura es fundamental para el desarrollo del país, por ello se prevé que este tipo de obras y proyectos sean altamente benéficos para transitar a mecanismos sustentables del aprovechamiento y manejo de energía.

En este sentido el proyecto es altamente congruente con el objetivo que plantea el apartado de la Agenda Internacional Ambiental.

### **III.1.2. Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012.**

El Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012 establece los objetivos, las metas y las acciones que el gobierno federal pretende impulsar para elevar la cobertura, calidad y competitividad, en este sector estratégico para el desarrollo nacional. Este Programa se deriva del Plan Nacional de Desarrollo y es un elemento fundamental para impulsar el crecimiento, generar más y mejores empleos y alcanzar el desarrollo humano sustentable. El Programa reconoce que la infraestructura es un requisito imprescindible para avanzar más rápidamente en el cumplimiento de tres propósitos centrales para el desarrollo de México:

- Elevar la competitividad de las regiones porque reduce los costos y tiempos de transporte, facilita el acceso a mercados distantes, fomenta la integración de cadenas productivas e impulsa la generación empleos.
- Contar con insumos energéticos suficientes, de calidad y a precios competitivos que amplíen los horizontes de desarrollo de las familias, de los emprendedores, de los productores, de los artesanos y de los prestadores de servicios.
- Igualar las oportunidades de superación de las familias más pobres porque rompe el aislamiento y la marginación de las comunidades, promueve la educación, la salud y la vivienda, favorece la introducción de servicios básicos y multiplica las posibilidades de ingreso.

Ahora bien, en torno a la infraestructura portuaria en nuestro país destaca:

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

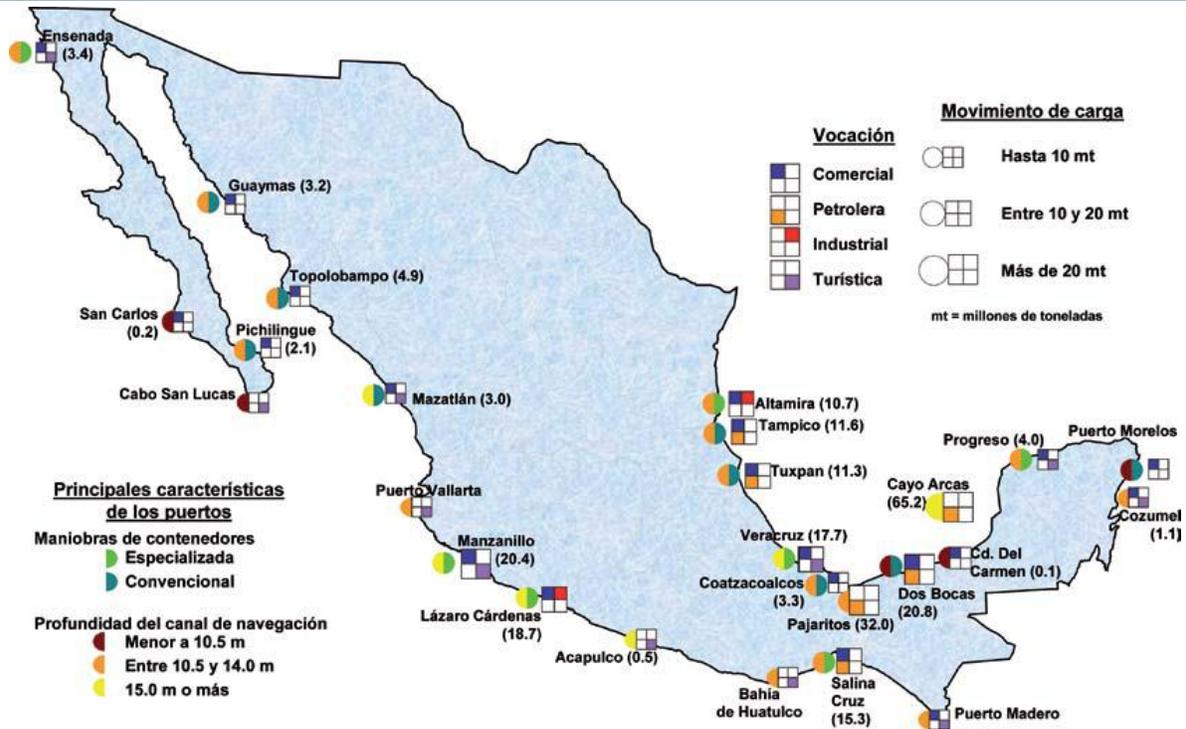


Figura III.1 Infraestructura 2006 (carga transportada en millones de toneladas).

Cabe destacar que el proyecto en cuestión pretende desarrollar la infraestructura necesaria para el desembarque y transportación de los componentes de los aerogeneradores incluyendo la maquinaria e insumos necesarios para la conformación del proyecto asociado al Parque Eólico ubicado en el Istmo de Tehuantepec, en su conjunto con otras obras adicionales cubran la demanda de energía eléctrica y mejore la calidad del servicio, por lo que el proyecto de punto de atraque cumple con las estrategias planteadas en el Programa Nacional del Infraestructura.

### III.2. VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE DESARROLLO EN LA REGIÓN.

En este apartado se describirá la adecuación del proyecto con las políticas nacionales y regionales en materia de desarrollo social y económico, mencionado de igual forma la manera en la que el proyecto cumple con las disposiciones que sobre materia de ordenamiento urbano y ecológico existen en los tres niveles de gobierno.

### III.2.1. Plan Nacional de Desarrollo.

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND), publicado en mayo del 2007, establece el programa de gobierno a seguir en el presente sexenio, conviniendo acciones que buscan tener una influencia transversal en los ámbitos económico, social, político y ambiental.

Este Plan articula un conjunto de objetivos y estrategias en torno a cinco ejes:

1. Estado de derecho y seguridad.
2. Economía competitiva y generadora de empleos.
3. Igualdad de oportunidades.
4. Sustentabilidad ambiental.
5. Democracia efectiva y política exterior responsable.

El Proyecto que nos ocupa, incide directamente en alcanzar la transversalidad que busca el PND en los ejes 2 y 4, del modo que se aborda a continuación:

#### **Estrategia 2.- Economía Competitiva y Generadora de Empleos.**

Conforme al PND, en este rubro se pretende lograr mayores niveles de competitividad y de generar más y mejores empleos para la población, lo que es fundamental para el desarrollo humano sustentable.

Por lo que el crecimiento económico resulta de la interacción de varios elementos como: las instituciones, la población, los recursos naturales, la dotación de capital físico, las capacidades de los ciudadanos, la competencia, la infraestructura y la tecnología disponibles.

De este modo, el PND asegura que una economía nacional más competitiva brindará mejores condiciones para las inversiones y la creación de empleos que permitan a los individuos alcanzar un mayor nivel de bienestar económico.

En este sentido, la infraestructura es fundamental para determinar los costos de acceso a los mercados, tanto de productos como de insumos, así como para proporcionar servicios básicos en beneficio de la población y de las actividades productivas, siendo así un componente esencial de la estrategia para la integración regional y el desarrollo social equilibrado, así como para incrementar la competitividad de la economía nacional y, con

ello, alcanzar un mayor crecimiento económico y generar un mayor número de empleos mejor remunerados.

En virtud de lo anterior, el objetivo primordial del Plan Nacional de Desarrollo en esta materia es incrementar la cobertura, calidad y competitividad de la infraestructura, de modo que México se ubique entre los treinta países en líderes en infraestructura de acuerdo a la evaluación del Foro Económico Mundial.

#### **Estrategia 4.- Sustentabilidad Ambiental.**

El PND señala que los recursos naturales son la base de la sobrevivencia digna de las personas, por lo que la sustentabilidad de los ecosistemas es primordial para el desarrollo humano. La premisa del gobierno es la administración responsable de nuestros recursos ya que serán el punto de partida para la implementación de políticas públicas que se traducirán en coordinación interinstitucional e integración intersectorial.

El objetivo de detener el deterioro del medio ambiente no significa que se dejen de aprovechar los recursos naturales, sino que éstos se utilicen de una manera responsable. Avanzar en esta dirección supone que se realicen análisis de impacto ambiental y que se invierta significativamente en investigación y desarrollo de ciencia y tecnología que generen mayor productividad.

Para que el país logre desarrollar una verdadera sustentabilidad ambiental es necesario que se concilien la productividad y la competitividad de la economía con el medio ambiente.

De conformidad con la búsqueda de sustentabilidad que persigue el PND, el desarrollo de la línea de transmisión se sujetará a todas las leyes y demás disposiciones que en materia de gestión ambiental ha promulgado el gobierno en sus tres niveles.

El proyecto ha sido diseñado tomando en consideración la legislación ambiental del país, por lo que se asegura no sólo cumplir con los mínimos indispensables de cumplimiento ambiental establecidos en los distintos ordenamientos en la materia, sino excederlos.

#### **III.2.2. Plan Estatal de Desarrollo Sustentable del Estado de Oaxaca 2004-2010.**

Debido a los cambios del gobierno Estatal, y a la fecha de la presentación de este estudio, no se ha publicado el Plan Estatal de Desarrollo para el periodo 2010-2016; sin embargo, se presenta un análisis del Plan Estatal de Desarrollo Sustentable del Estado de Oaxaca 2004-2010, el cual se encuentra vigente hasta que no sea publicado el nuevo Plan.

El Plan Estatal de Desarrollo Sustentable del estado de Oaxaca 2004-2010, incorpora principios de conservación de la naturaleza externa, o sustentabilidad ecológica, la sustentabilidad económica y también la sustentabilidad social, y tiene como 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.

Para alcanzar su objetivo dentro del Plan se establecen las siguientes estrategias:

- Instrumentación de procesos de planeación regional sustentable de corto, mediano y largo plazo, con planteamientos programáticos de carácter multianual.
- Formulación de 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.
- Promover los sectores de la economía estatal y regional que posean ventajas comparativas probadas y que puedan convertirse en ejes del desarrollo sustentable.
- Reorientar 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.
- Asignar su valor real a los servicios ambientales en las zonas poseedoras de recursos naturales para su venta a los usuarios.

Específicamente el proyecto que nos ocupa está asociado con un proyecto que impulsa la generación de energía eólica correspondiente al sector “Electrificación”, en particular el presente proyecto motivo de éste estudio que contempla la instalación del punto de atraque con el objeto de desembarque y transportación de los componentes de los aerogeneradores y del personal laboral, más que un proyecto de naturaleza de Infraestructura portuaria, el proyecto impulsa al sector de energía.

El estado de Oaxaca cuenta con enormes posibilidades para desarrollar la producción alternativa de energía eólica, por ejemplo particularmente en el Istmo de Tehuantepec, ya que la zona de “La Ventosa” tiene un desempeño superior a instalaciones como las de Dinamarca, líder mundial en este tipo de energía.

### **III.2.3. Planes Municipales de Desarrollo Rural Sustentable.**

El municipio es la base de la organización y administración de un país. Éste está formado por un territorio, la población que habita dentro del margen de ese territorio y por un gobierno municipal o ayuntamiento. El objetivo del municipio entorno al medio rural es impulsar las políticas, acciones y programas que promuevan el bienestar social y económico de la comunidad.

Los Planes Estatales de Desarrollo establecen los objetivos y las estrategias para impulsar el desarrollo de los municipios y se analizan en este apartado con la finalidad de vincular sus objetivos con el desarrollo del proyecto.

Debido a los cambios de gobierno en los municipios de Oaxaca, no se encuentran disponibles a la fecha, las versiones actualizadas de los planes de desarrollo particularmente para el **Municipio de Juchitán de Zaragoza**, cuyo interés por la ubicación del proyecto que nos ocupa.

### **III.3. ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS.**

En este apartado se realiza el análisis de los siguientes instrumentos normativos, con los que se vincula el proyecto:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental.
- Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca.
- Ley General de Vida Silvestre y su reglamento.
- Ley de Coordinación para el Fomento del Aprovechamiento Sustentable de las Fuentes de Energía Renovable en el Estado de Oaxaca.
- Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental.

#### **III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), establece en el Capítulo III sección V, la evaluación de impacto ambiental como instrumento mediante el cual se podrán establecer las condiciones para la realización de obras y actividades que pueden causar desequilibrios, incluyendo como actividad sujeta de evaluación la relacionada a la industria eléctrica y debido al cambio de uso de suelo forestal (Artículo 28, fracción II, VII).

Los artículos de la LGEEPA contemplados como parte de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de impactos ambientales del Proyecto, son los siguientes:

## **Título I. Capítulo IV. Instrumentos de Planeación Ambiental**

**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 alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría.*

*Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental:*

*I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación...*

*IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros*

## **Título IV. Capítulo II. Prevención y control de la contaminación de la atmósfera**

**Artículo 113.** *Evitar contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente.*

### **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:*

...

*II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;*

*III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;*

...

**Artículo 136.** *Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:*

- I.- La contaminación del suelo;*
- II.- Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;*
- III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y*
- IV.- Riesgos y problemas de salud.*

## **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, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.*

**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.*

El proyecto cumple con lo indicado en el artículo 28, al elaborar y someter a evaluación la Manifestación de Impacto Ambiental, debido a la ejecución de las actividades de instalación de un punto de atraque.

### **III.3.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.**

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental<sup>1</sup> establecen en el capítulo II, artículo 5, las obras o actividades que requerirán de autorización federal en materia de impacto ambiental.

---

<sup>1</sup> Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Publicado en el Diario Oficial el 30 de mayo de 2000.

**Artículo 5º.** *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*

A) **HIDRÁULICAS:**

*I...*

*III. Proyecto de construcción de **muelles**, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales...*

**Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:**

*Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, **muelles**, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros.*

El proyecto cumple con lo establecido en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental, al presentar un estudio de impacto ambiental, en donde se han identificado y evaluado los impactos ambientales que generará el proyecto, así como las medidas de mitigación propuestas, con la finalidad de obtener una autorización en esta materia.

### **III.3.3. Ley del Equilibrio Ecológico del estado de Oaxaca.**

La Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca, fue publicada en la Sección Segunda del Periódico Oficial del Estado de Oaxaca, el sábado 10 de octubre de 1998, su última reforma se publicó el 10 de mayo del 2008.

La Ley es reglamentaria de las disposiciones del Artículo 59 fracciones XXXVI y XXXVII de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca y de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que corresponde a las atribuciones que ella asigna a los Estados y Municipios de acuerdo a lo dispuesto por el artículo 73 fracción XXIX-G, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Dentro del Título IV, Protección al Ambiente, establece los lineamientos que deben observarse en materia de emisiones a la atmósfera, agua, suelo, ruido.

A continuación se presentan los artículos que por la naturaleza del proyecto, serán obligatorios cumplir, en cada una de las diferentes etapas del proyecto.

**Artículo 91.** *Los propietarios y poseedores de vehículos automotores del servicio público y privado que circulen en el Estado, tienen la obligación de evitar las emisiones de contaminantes a la atmósfera, para lo cual el Instituto establecerá las disposiciones conducentes.*

**Artículo 96.** *No podrán descargarse en los sistemas de drenaje, alcantarillado o en cuerpo receptor alguno, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento que satisfaga la Norma Oficial o autorización de la autoridad respectiva en el que se justifique la necesidad de la misma, con excepción de las de origen doméstico.*

**Artículo 107.** *Todo manejo y disposición final de residuos sólidos en los suelos, se sujetará a lo dispuesto por esta Ley, el Reglamento en la materia, la Ley General y las Normas Oficiales que para tal efecto se expidan.*

**Artículo 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.*

El proyecto cumplirá con cada uno de los preceptos establecidos en los artículos antes señalados en materia de aire, agua, residuos, etc., de la Ley en cita, a fin de evitar contaminación al medio ambiente, en paralelo al cumplimiento con la normatividad ambiental aplicable.

### III.3.4. Normas Oficiales Mexicanas

A continuación se presenta el análisis de las Normas Oficiales Mexicanas, aplicables en cada etapa y de acuerdo a las materias aplicables, para el proyecto.

**Tabla III.1.** Vinculación de las Normas Oficiales Mexicanas con el proyecto.

Calidad de las aguas residuales		
Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
NOM-002-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	Durante la etapa de preparación y construcción se generaran aguas residuales, mismas que serán colectadas y depositadas en un camión cisterna para su destino final en la Planta de Tratamiento del Municipio.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

<b>Emisiones a la atmósfera por de fuentes móviles</b>		
<b>Norma Oficial Mexicana</b>	<b>Actividad sujeta a regulación</b>	
NOM-044-SEMARNAT-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.	Los vehículos de transporte federal utilizados en las obras deberán cumplir con el programa de verificación vehicular SEMARNAT/SCT.
NOM-045-SEMARNAT-1996	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.	Los vehículos de transporte federal utilizados en las obras deberán cumplir con el programa de verificación vehicular SEMARNAT/SCT.
<b>Residuos Peligrosos</b>		
<b>Norma Oficial Mexicana</b>	<b>Actividad sujeta a regulación</b>	<b>Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana</b>
NOM-052-SEMARNAT-1993.	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.	Durante el desarrollo del proyecto, no se prevé la generación de residuos peligrosos, únicamente de residuos sólidos, provenientes de las actividades diarias de la etapa de preparación del sitio, construcción y en su etapa de operación tampoco se prevé la generación de residuos. El Promovente será encargado de la supervisión y cumplimiento de disposición final en caso de derrames que originen materiales impregnados y su disposición final avalado con manifiesto emitido por la empresa encargada de prestar el servicio.
<b>Contaminación por ruido</b>		
<b>Norma Oficial Mexicana</b>	<b>Actividad sujeta a regulación</b>	<b>Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana</b>
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	La operación de equipos que se utilicen en las instalaciones de proyecto cumplirá con los parámetros de emisión establecidos por la NOM, de 68 dB(A) diurnos y 65 dB(A) nocturnos.
<b>Protección de especies</b>		
<b>Norma Oficial Mexicana</b>	<b>Actividad sujeta a regulación</b>	<b>Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana</b>
NOM-059-SEMARNAT-2001	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.	Al respecto, para cada una de las especies de flora y fauna en estatus de protección de acuerdo a la citada norma, se aplicaran medidas de rescate y reubicación previo inicio de las actividades de preparación y de las etapas subsecuentes del proyecto. Con lo anterior se dará por cumplida dicha medida

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

		al considerarse que el proceso será paulatino permitiendo el ahuyentar las especies de la zona donde se ubica el proyecto.
--	--	--

## **III.4. DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.**

### **III.4.1. Aéreas Naturales Protegidas**

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP'S) son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Las áreas naturales protegidas están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

El Estado de Oaxaca cuenta con un área natural protegida: la Reserva de Tehuacán-Cuicatlán, con una superficie de 490.186 Ha, que cubre 31 municipios de Oaxaca y 20 de Puebla. También existen 2 parques nacionales:

- Parque Nacional Benito Juárez y,
- Parque Nacional Lagunas de Chacahua

El proyecto no se encuentra dentro de ningún área natural protegida de carácter federal o estatal. No existe algún ANP circundante a la zona del proyecto.

## ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

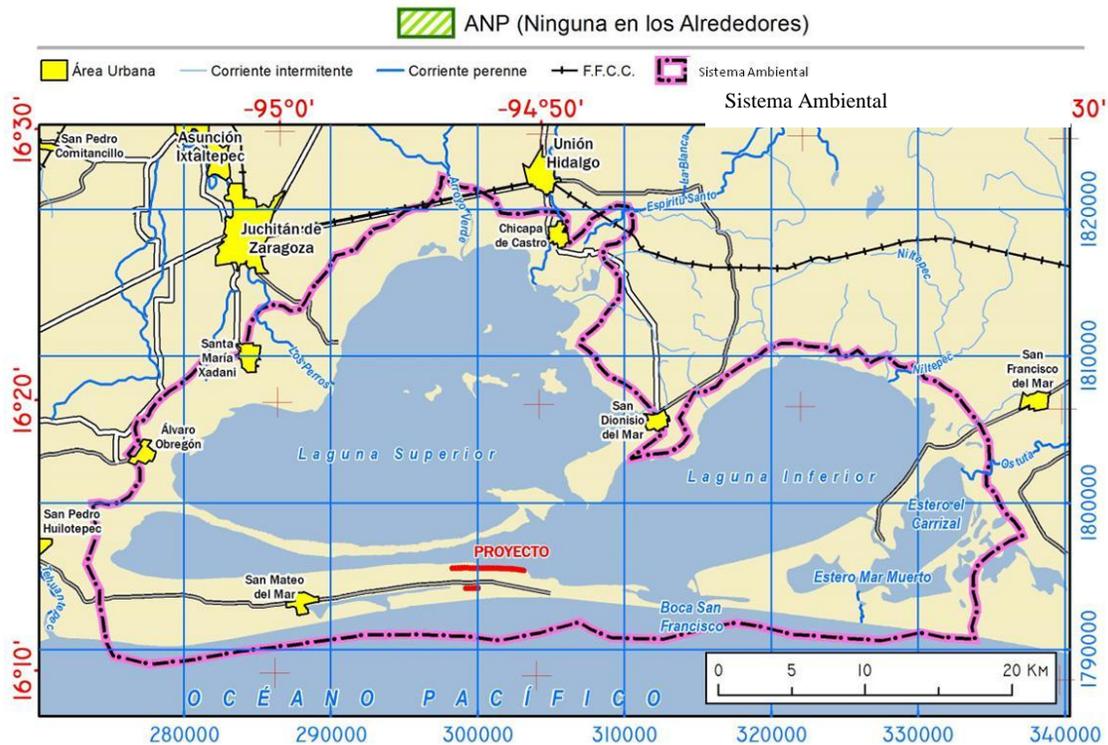


Figura III.2 Ubicación del proyecto con respecto a las ANP'S.

### II.4.2. Regiones Terrestres Prioritarias.

En México están determinadas 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad, que cubren una superficie de 515,558 km<sup>2</sup>, correspondiente a más de la cuarta parte del territorio.

Como resultado de revisar el Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se señala que en el Estado de Oaxaca se localizan ocho RTP. Sin embargo, las más cercanas a la zona del proyecto se encuentran la RTP-130 “Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe”, RTP-129 “Sierra Sur y Costa de Oaxaca” y la RTP-132 “Selva Zoque-La Sepultura”. Sin embargo en los alrededores de la ubicación del proyecto no se encuentra ninguna RTP'S (Ver siguiente Figura).



En particular, el área del proyecto e influencia del Proyecto no se encuentra dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria; sin embargo, la aplicación del Programa de Seguimiento de la Calidad Ambiental y las medidas de mitigación propuestas, apoyarán los esfuerzos de conservación y protección de los recursos hídricos de la zona, y coadyuvarán a ampliar el conocimiento que se tiene de las mismas.

## REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP)

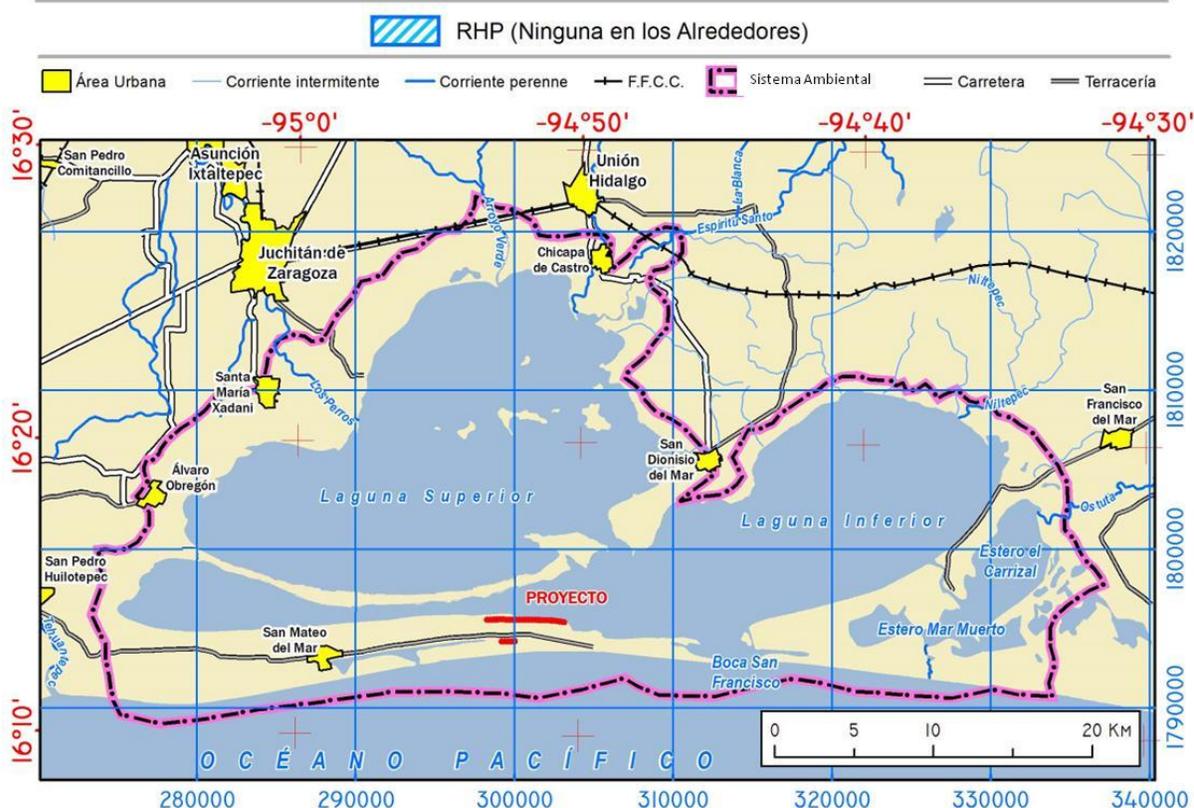


Figura III.5 Regiones Hidrológicas Prioritarias (No existen RHP's en la zona del proyecto).

### III.4.4. Regiones Marinas Prioritarias

El proyecto se encuentra localizado totalmente dentro de la Región Marina Prioritaria Laguna Superior e Inferior dictaminada por la CONABIO.

Esta RMP, 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.

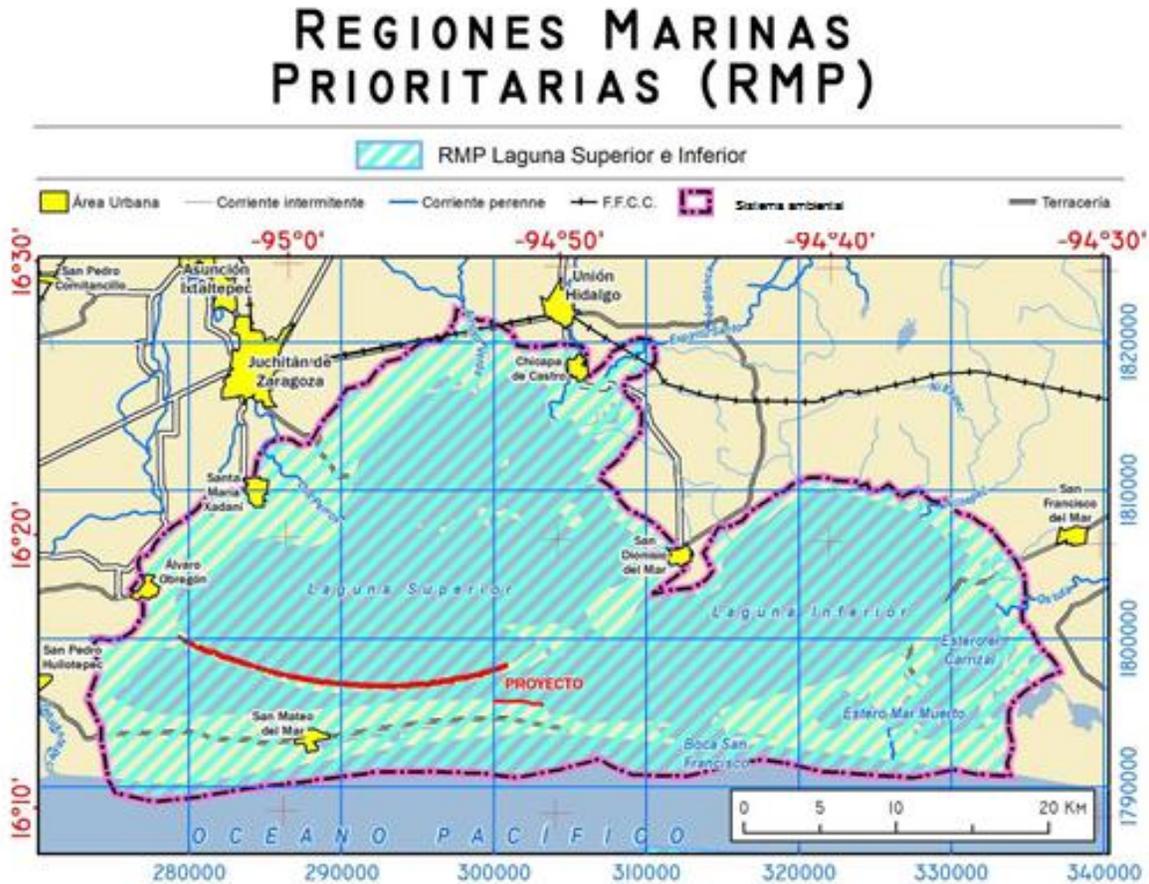


Figura III.6 Ubicación del proyecto con respecto a la RMP.

#### 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.

Ante la problemática ambiental que presenta esta Región, cabe destacar que el proyecto no se encuentra en cercano o en zona con vegetación de manglar. Asimismo, habrá un Programa de Manejo de Residuos para evitar la contaminación por desechos que sean generados durante la ejecución del proyecto, así como un Programa de Manejo de Fauna

con la finalidad de protección de la vida silvestre. Lo anterior, aún y cuando el proyecto se encuentre inmerso en esta RMP, cuenta con las acciones ambientales para contrarrestar la problemática ambiental.

#### **III.4.5. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS)**

En el Estado de Oaxaca se localizan 12 AICAS, de las cuales, las que se ubican cerca del proyecto son las siguientes: AICA 157 SE-11 Chimalapas; AICA 193 SE-48 Uxpanapa y, AICA 166 SE-20 La Sepultura.

El Proyecto no es colindante ni se encuentra dentro de ninguna AICA, sin embargo, debido a que la región del proyecto se encuentra cercana a las AICAS 157, 166, y 193, es posible asegurar que la ejecución de proyecto no alterará a ninguna de las poblaciones de aves que se ubicara, tanto en el área de influencia del proyecto.

# CAPÍTULO IV

---

*DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y  
SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y  
DETERIORO DE LA REGIÓN*

## IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

En seguida se presenta una descripción de los elementos bióticos y abióticos del sistema ambiental y del área específica donde se pretende establecer el proyecto.

### IV.1. Delimitación del área de estudio.

El área de estudio es un espacio específico con una heterogeneidad relativa en su estructura y función; su delimitación depende principalmente de las interrelaciones existentes en el sistema entre el medio físico, biótico y social.

En el caso del proyecto, el Sistema Ambiental se delimitó a partir de la ubicación de una cuenca hidrológica, debido a que hasta la fecha, el Estado de Oaxaca no cuenta con ningún ordenamiento ecológico o instrumento de planeación en donde se establezcan Unidades de Gestión Ambiental.

Dado lo anterior, la delimitación del Sistema Ambiental para el proyecto en estudio, se realizó tomando en cuenta el funcionamiento hidrológico del área. De esta manera, el proyecto se ubica al interior de una Cuenca y Subcuenca hidrológica muy grande, denominadas Laguna Superior e Inferior y la subcuenca hidrológica Tequila, así mismo a lo largo de la descripción del funcionamiento hidrológico se incluyen algunos estudios que se han realizado para varios proyectos de la zona.

Es importante mencionar que la regionalización por cuencas hidrológicas considera la confluencia e interacciones de componentes ambientales y sociales, debido principalmente a la importancia del recurso agua para ambos componentes. Por lo tanto, delimitar el Sistema Ambiental bajo este criterio de regionalización permite evaluar los efectos directos de las actividades antropogénicas sobre el ambiente, de acuerdo con la siguiente definición:

*“la cuenca o microcuenca es el espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (acción del ambiente).*

*Ningún otro ámbito de trabajo que pudiera ser considerado, guarda esta relación de forma tan estrecha y evidente, porque pueden diferenciarse las interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (bienes y servicios producidos en su área), sociales (patrones de comportamiento de los usuarios directos e indirectos de los recursos de la cuenca) y ambientales (relacionados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores)”<sup>2</sup>.*

El proyecto se pretende localizar en el municipio de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. En la siguiente figura se muestra una imagen en donde se puede apreciar la localización del proyecto, así como el límite del Sistema Ambiental, conformado por la Laguna Superior e Inferior.

---

<sup>2</sup> Alatorre Monrroy Norberto. La microcuenca como elemento de estudio de la vulnerabilidad ambiental. Centro de Estudios en Geografía Humana El Colegio de Michoacán, A.C.



Figura IV.1 Espacio mapa del Sistema Ambiental.

## IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental.

### IV.2.1. Aspectos abióticos.

#### a) Clima.

A nivel regional el Estado de Oaxaca presenta gran variedad climática, así, en su territorio hay climas *cálidos*, *semicálidos*, *templados*, *semifríos*, *semisecos* y *secos*.

Los climas cálidos en conjunto abarcan poco más de 50% de la superficie total de la entidad, se producen en las zonas de menor altitud (del nivel del mar a 1,000 m –metros-), se caracterizan por sus temperaturas medias anuales que varían de 22° a 28°C (Grados centígrados) y su temperatura media del mes más frío es de 18°C o más.

Dentro de éstos predomina el **cálido subhúmedo con lluvias en verano**, comprende toda la zona costera, desde el límite con el estado de Guerrero hasta el límite con Chiapas, además de otras áreas de menor extensión localizadas de manera discontinua en el norte; en dichos terrenos se reportan las temperaturas medias anuales más altas (entre 26° y 28°C) y la precipitación total anual varía de 800 a 2,000 mm (milímetros).

El clima **cálido húmedo con abundantes lluvias en verano** se distribuye principalmente en una franja que va del norte hacia el oriente, territorio donde están establecidas las poblaciones de Tuxtepec, Loma Bonita, Santiago Choapam y Chimalapa, entre algunas más; aquí la precipitación total anual va de 1,500 a 3,000 mm.

En las laderas bajas orientales de los cerros Volcán Prieto y Humo Grande se localiza, en forma de una franja orientada noroeste-sureste, la zona de clima **cálido húmedo con lluvias todo el año**; en ella se reportan los rangos más altos de precipitación total anual en el estado: 2,500 a más de 4,500 mm; esto se debe a diversos factores, pero sobre todo a que esas laderas están expuestas a los vientos húmedos del Golfo de México y tienen una orientación y altitud tales que propician el ascenso de los vientos, su enfriamiento, la condensación del vapor de agua que contienen y la precipitación.

Cerca de 20% de la entidad se encuentra bajo la influencia de climas semicálidos, en los que se presentan temperaturas medias anuales de 18° a 22°C, o son mayores de 18°C, y cubren áreas cuya altitud va de 1,000 a 2,000 m. Prevalece el clima **semicálido subhúmedo con lluvias en verano** distribuido en la zona norte de la franja de clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, e interrumpido en el centro de la misma franja por el clima **semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano**; también se localiza en el noroeste, este y oeste, entre otras áreas; su precipitación total anual es del rango de 800 a 1,000 mm, pero hay algunas partes donde llega a más de 2,500 mm, tal como ocurre en el oeste.

El clima **semicálido húmedo con lluvias todo el año** está ubicado a lo largo de la parte occidental del clima cálido húmedo con lluvias todo el año, y lo mismo que éste, su precipitación total anual va de 2,500 a más de 4,500 mm.

**Los climas templados, subhúmedo con lluvias en verano** en mayor proporción y con abundantes lluvias en verano en áreas más reducidas, cubren aproximadamente 19% de la superficie del estado; se manifiestan en los terrenos cuya altitud es de 2 000 a 3 000 m, su temperatura media anual varía entre 12° y 18°C y la temperatura media del mes más frío alcanza valores de -3° a 18°C.

El **templado subhúmedo con lluvias en verano** se localiza hacia el centro y noroeste, pero también hacia el sur, su precipitación total anual varía entre 600 y 1 500 mm; mientras que el **templado húmedo con abundantes lluvias en verano** sólo se distribuye en las laderas altas orientales de los cerros Volcán Prieto y Humo Grande y en la ladera norte del cerro Zempoaltepetl, sitios donde la precipitación total anual comprende un rango entre 1,000 y 2,500 mm.

En el centro-sur y nor-noroeste se localizan las zonas con **climas semisecos**, las cuales representan casi el 10% del territorio estatal, e inmersas en ellas están las áreas de **climas secos**, que no llegan a cubrir el 1%.

El clima **semiseco semicálido**, cuyas temperaturas medias anuales van de 18° a 22°C, abarca los terrenos donde está situada la capital del estado (Oaxaca de Juárez) y las poblaciones Ejutla y Miahuatlán, así como las áreas que rodean a los valles de los ríos San Antonio, Salado, Juquila y Calapa; aquí, la precipitación total anual es baja, pues su rango va de 600 a 800 mm, aunque en algunas porciones es menor.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

El clima **semiseco muy cálido y cálido** comprende la zona de Yautepec y parte del valle del río Tequisistlán, cuya precipitación es similar al del clima anterior, pero la temperatura media anual es mayor a 22°C. En los alrededores del curso alto de los ríos Juquila y San Antonio están ubicadas las áreas de clima **semiseco templado**, en las cuales la temperatura media anual varía entre 12° y 18°C y la precipitación total anual es menor de 600 mm.

El clima **seco muy cálido y cálido** comprende las tierras que rodean a las localidades Cuicatlán y Santa María Zoquitlán, en ellas la temperatura media anual es mayor de 22°C y la precipitación total anual va de 300 a 500 mm, por lo que son estas áreas las más secas del estado.

Por último, en los lugares con más de 3,000 m de altitud, como en el cerro Nube, el clima es **semifrío subhúmedo con lluvias en verano**, ya que la temperatura media anual es menor de 12°C y la precipitación total anual va de 1,000 a 1,200 mm. Estos terrenos apenas representan el 0.19% de la superficie estatal. En la siguiente tabla se puede observar la diversidad de climas presentes en la superficie estatal.

**Tabla IV.1.** Principales climas presentes en Oaxaca y el porcentaje de ocupación en su superficie.

Tipo o subtipo	Porcentaje de la superficie estatal
Cálido húmedo con lluvias todo el año	4.34
Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano	13.05
Cálido subhúmedo con lluvias en verano	32.99
Semicálido húmedo con lluvias todo el año	1.59
Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano	2.19
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano	16.39
Templado húmedo con abundantes lluvias en verano	3.93
Templado subhúmedo con lluvias en verano	14.81
Semifrío subhúmedo con lluvias en verano	0.19
Semiseco muy cálido y cálido	3.12
Semiseco semicálido	5.66
Semiseco templado	0.97
Seco muy cálido y cálido	0.77

**FUENTE:** INEGI. Carta de Climas, 1:1 000 000.

De acuerdo a la metodología de Wladimir Köppen modificada por Enriqueta García para la República Mexicana (1973), en la superficie donde se pretende ubicar el Proyecto, se presenta el tipo de clima Aw0, cálido subhúmedo con lluvias en verano (ver la siguiente figura). Este clima se caracteriza por presentar una oscilación térmica pequeña (menor a 5 °C), marcha de la temperatura tipo ganges (el mes más cálido del año está antes del solsticio de verano) y dos máximos de lluvias separados a su vez por dos estaciones secas, una larga en la mitad fría del año y otra corta en la temporada de lluvias.

El área de estudio, se ubica en su totalidad dentro de la Zona Intertropical de Convergencia (ZIC), en la cual convergen corrientes de aire de ambos hemisferios, los cuales al subir verticalmente y expanderse condensan el vapor de agua contenido y crean nubes de gran tamaño que posteriormente precipitan en forma de lluvia.

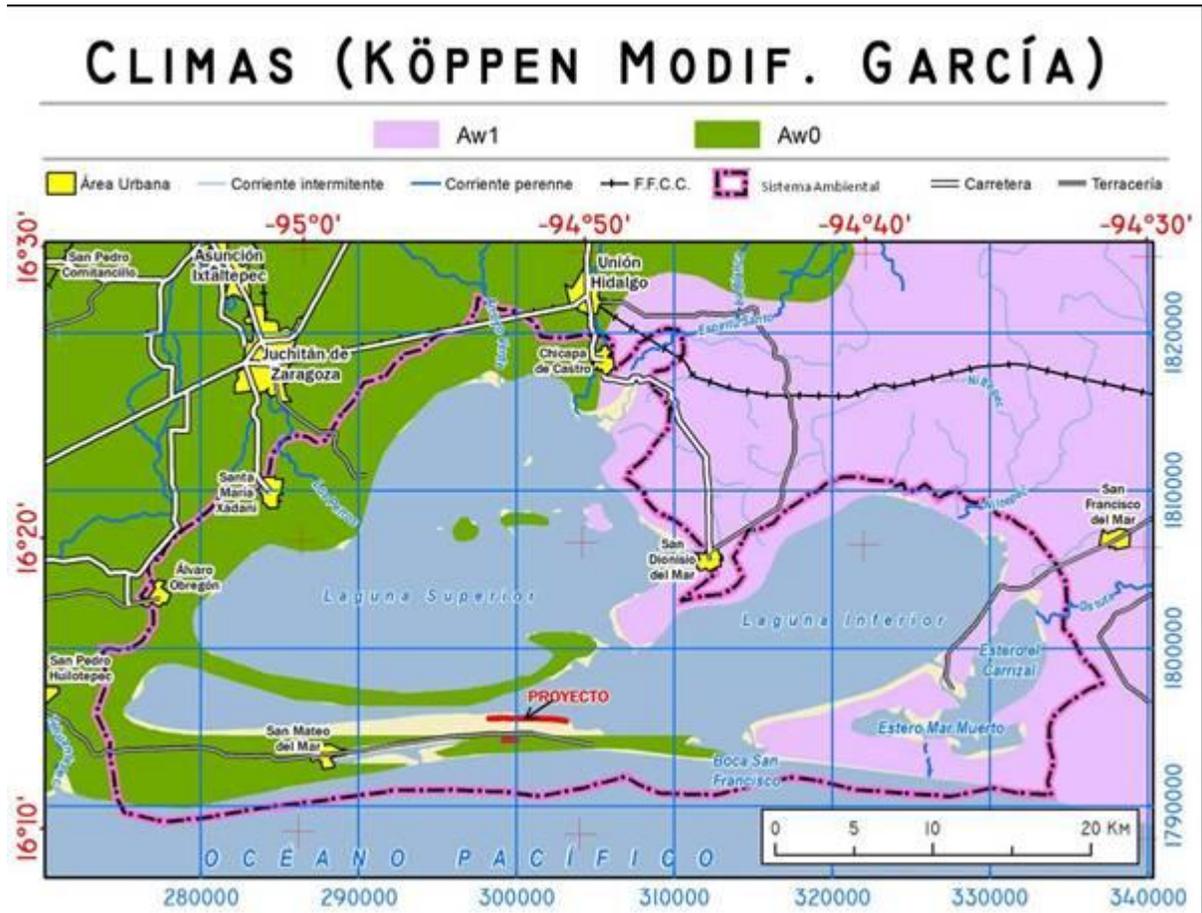


Figura IV.2 Tipo de climas con distribución en la superficie del Proyecto y en el Sistema Ambiental.

### Precipitación.

El estado de Oaxaca presenta una isoyeta <600 mm y la >4,500 mm. En la entidad se representa, en su parte central de sur a noroeste, una franja inclinada con rangos de precipitación que van desde los menores a 600 mm incrementándose hacia ambos lados de dicha franja, para llegar al rango mayor a 2 500 mm al este del estado, en donde ubicamos el clima semicálido subhúmedo, y hacia el norte de la entidad al rango mayor a 4,500 mm, donde se presenta el clima cálido húmedo. Cabe resaltar que sólo existe una porción con un rango de precipitación que es mayor a los 3,000 mm y que es coincidente con el clima semicálido húmedo al noreste del estado. Según el INEGI, la precipitación

pluvial de la Subcuenca hidrológica donde se encuentra el Proyecto, éste se encuentra ubicado entre las isoyetas con valores de 600 a 1,000 mm (ver la siguiente figura).

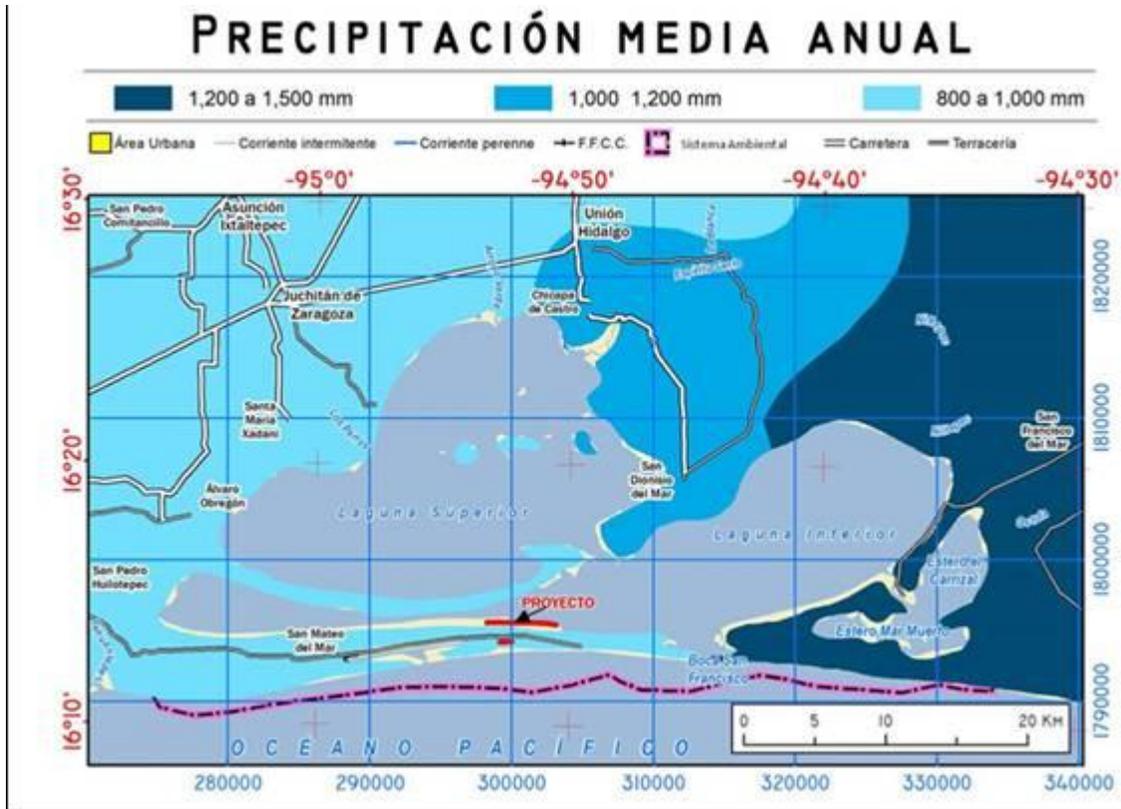


Figura IV.3 Precipitación media anual a nivel Sistema Ambiental.

El régimen de lluvias en la zona de estudio es predominantemente de verano (97% del total anual) provocado principalmente por el desplazamiento de la ZIC hacia el norte. La precipitación anual en la zona de estudio se ubica en el rango de 800 a 1,000 mm.

La evapotranspiración media anual se encuentra en el rango de 900 a 1000 mm en la superficie del proyecto, mientras que en Sistema Ambiental se pueden encontrar valores de 800 a 900 en su parte poniente y de 1,000 a 1,100 en su parte oriente (ver la siguiente figura).

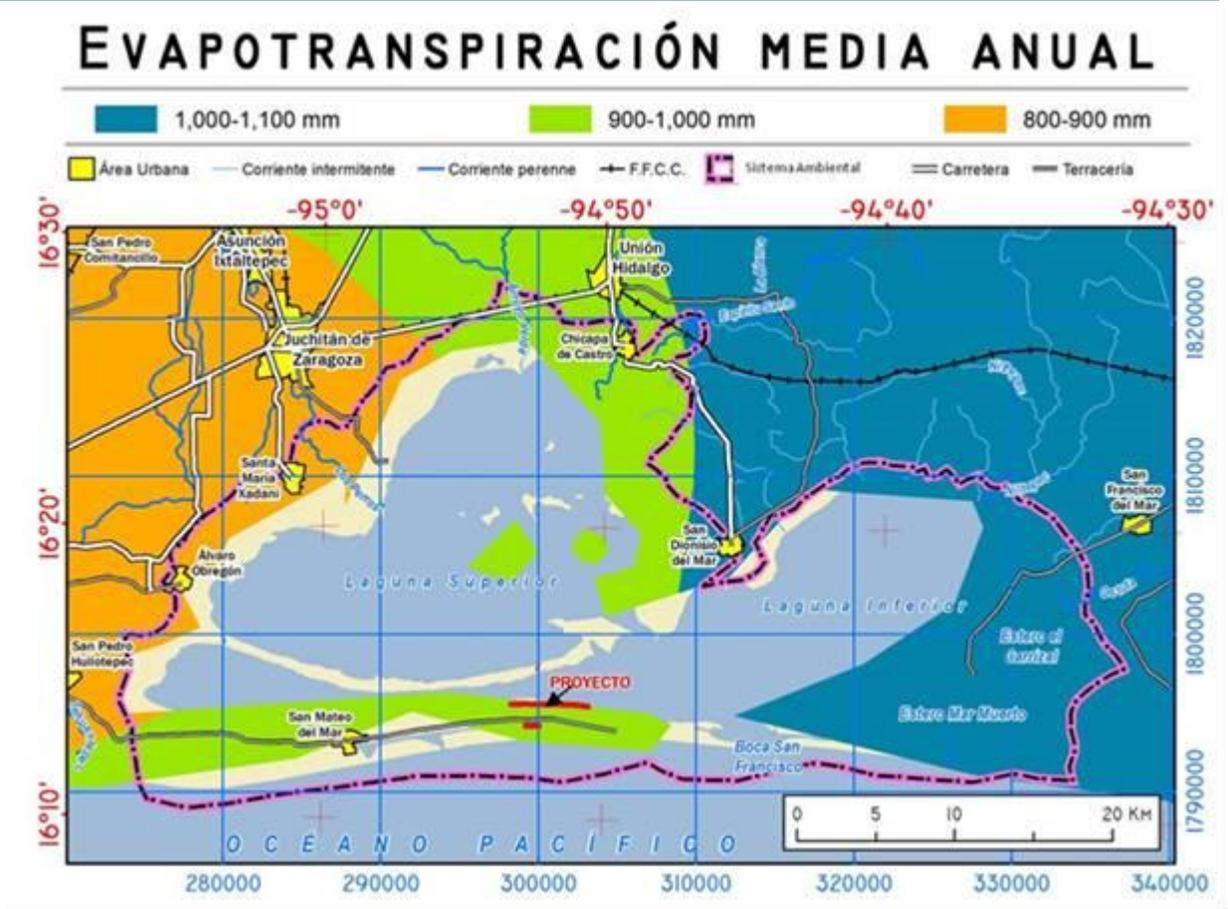


Figura IV.4 Evapotranspiración media anual del Sistema Ambiental.

En la siguiente figura se presentan los números de días que se registran lluvias de los meses de noviembre a abril. Observándose que para ambos casos en la zona de estudio se presentan de 0 a 29 días con lluvias.

## DÍAS CON PRECIPITACIÓN DE NOVIEMBRE A ABRIL

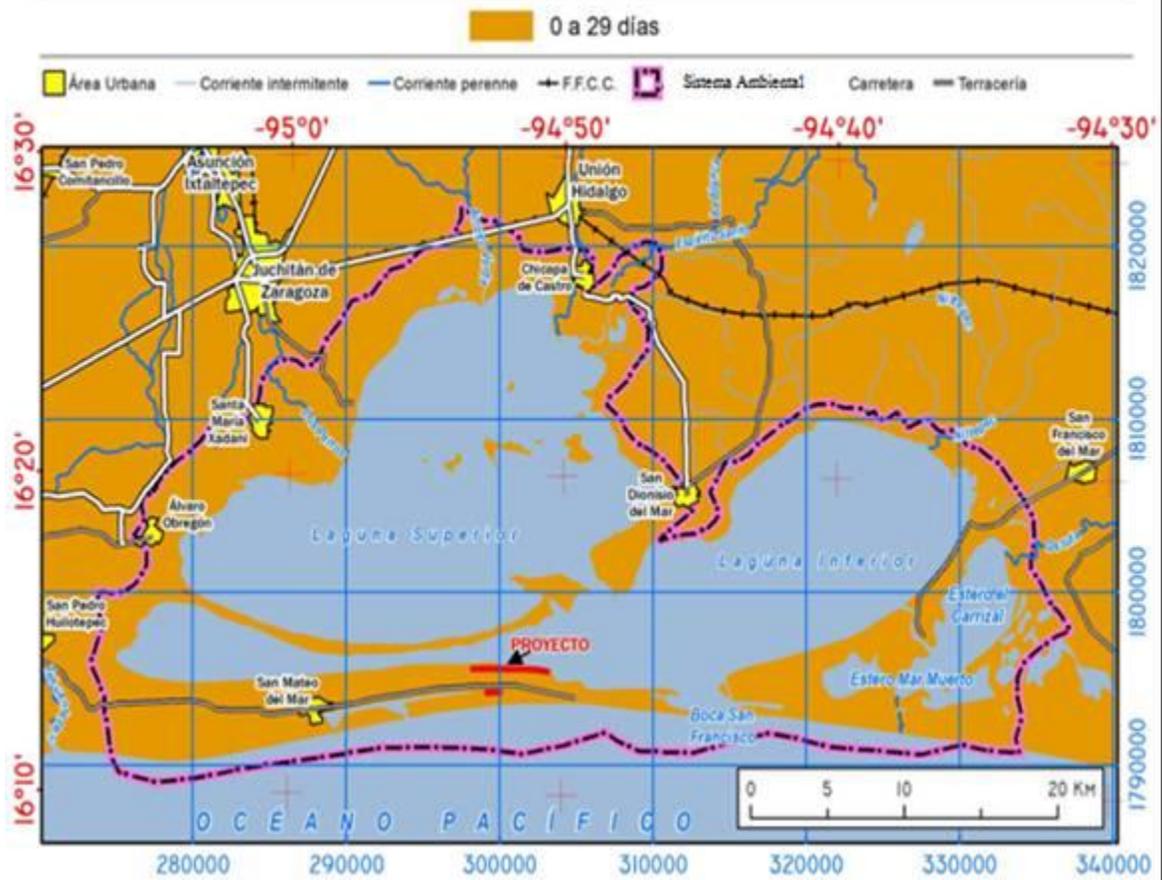


Figura IV. 5 Número de días con presencia de lluvia en el Sistema Ambiental.

De la misma manera, en la siguiente figura se presentan los números de los meses que contienen humedad en el suelo.

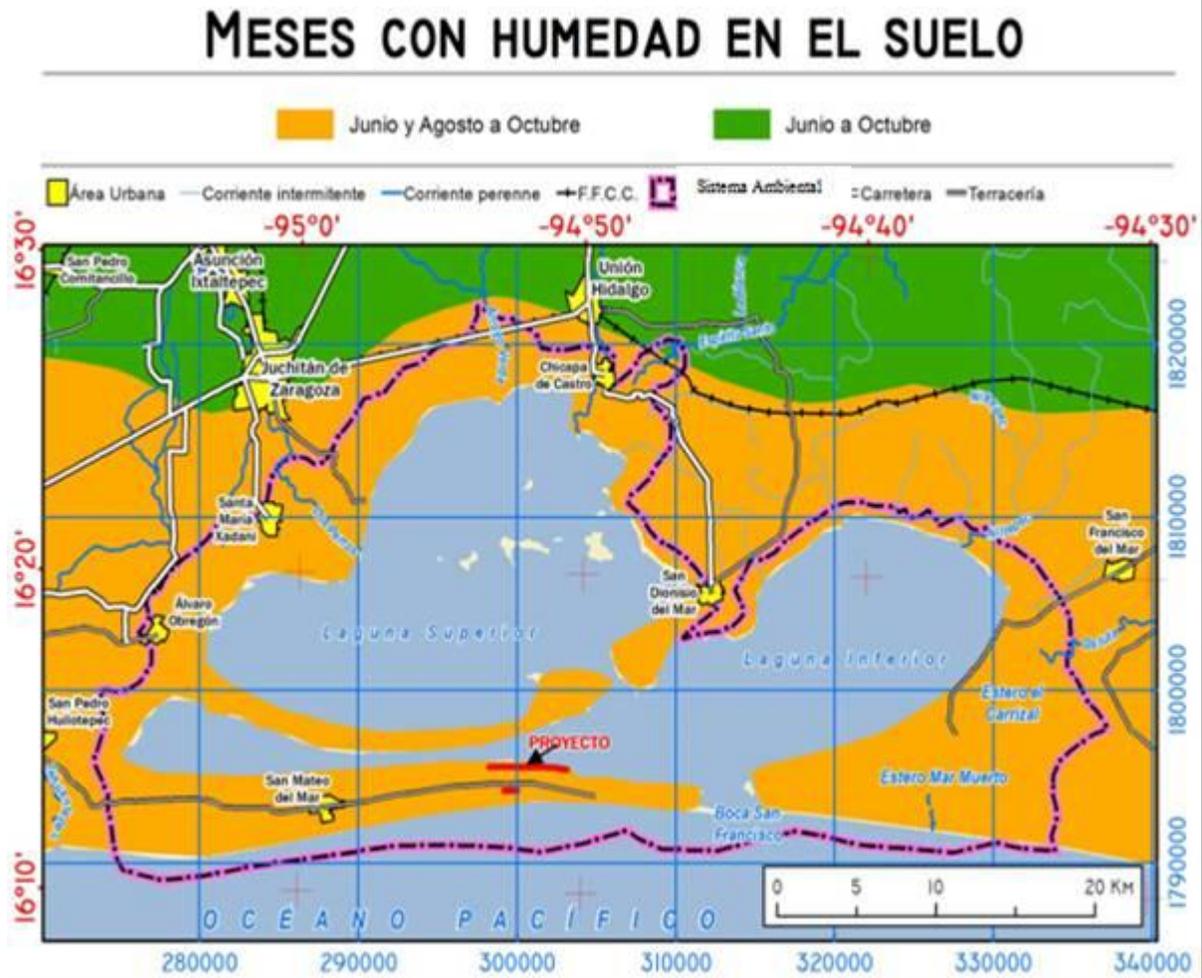


Figura IV. 6 Comportamiento mensual de la humedad en el suelo en el Sistema Ambiental.

- **Temperatura**

La mayor parte del Estado de Oaxaca tiene temperaturas medias mayores a 22°C, en la costa y franjas limítrofes con Veracruz-Llave, Guerrero y parte de Puebla; en la parte centro-occidental las temperaturas predominantes fluctúan entre 14° y 18°C. Las isothermas menores representadas para el estado de Oaxaca, son las de 10° y 12°C, ambas presentes al sur de la entidad, cerca de la localidad de Miahuatlán, dentro de las Subprovincias Fisiográficas de Sierras Orientales y Cordillera Costera del Sur. La isoterma mayor representada para Oaxaca es la de 26°C, presente a lo largo de toda la zona costera

del estado, así como en algunas áreas al norte de la entidad, en los límites con el estado de Veracruz.

Con respecto a la temperatura media anual muestra una curva típica de las regiones tropicales, es decir, se presentan dos máximos térmicos que coinciden con el doble paso del sol por el cenit durante la época cálida y dos mínimos que coinciden, el primero con la época fría y el segundo con la entrada de las lluvias; hacia finales de otoño y principios de invierno, la ZIC se desplaza hacia el sur, dejando sentir los vientos del oeste, lo cual provoca una disminución brusca en las lluvias y en la humedad ambiental, ya que éstos son vientos secos; sin embargo, por ser una zona costera las temperaturas no descienden más allá de los 20°C (Instituto de Ecología, 1993).

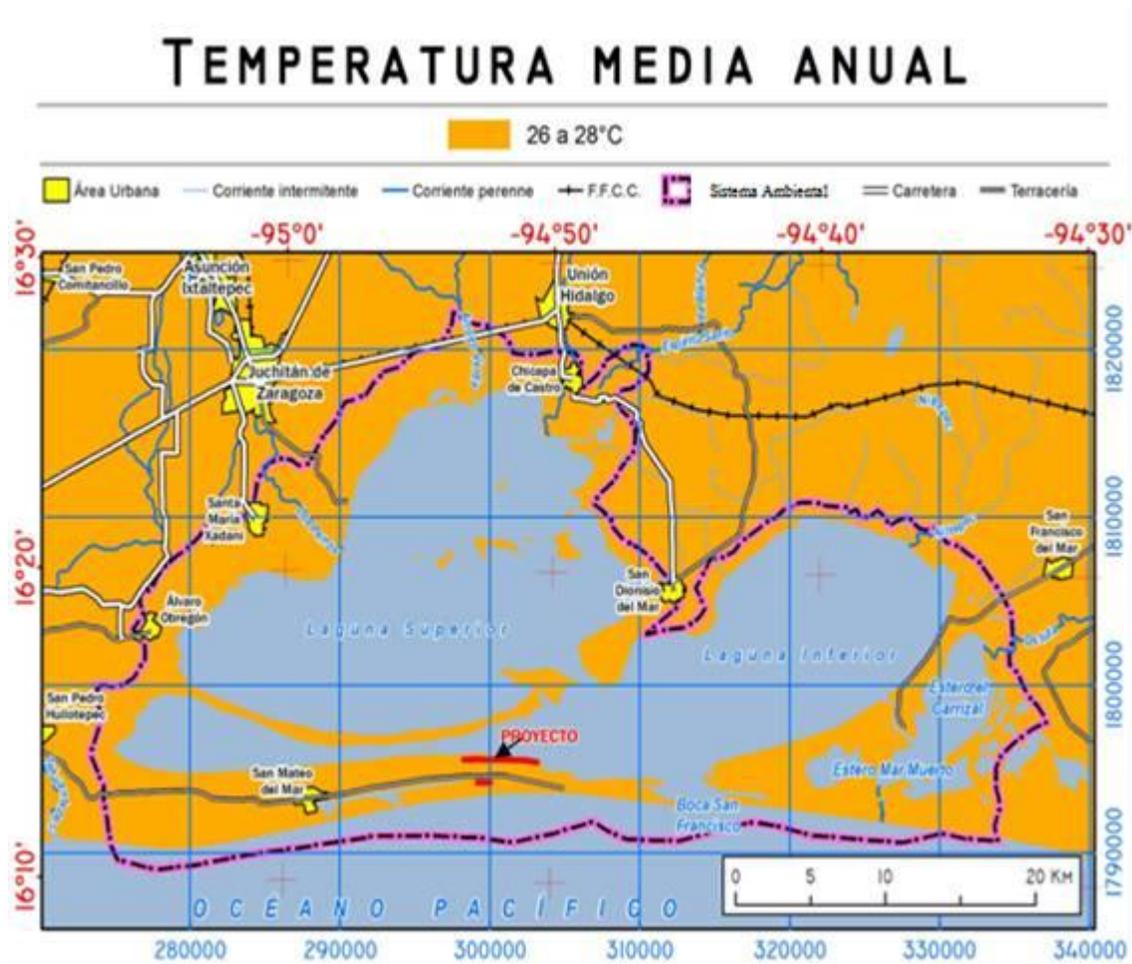


Figura IV. 7 Rango de temperaturas presentes en el Sistema Ambiental

En la figura anterior se puede observar que en la zona donde se distribuye el proyecto se presentan isotermas con valores 26° a 28° C.

- **Fenómenos meteorológicos**

A nivel regional, el Estado de Oaxaca, se presentan otros fenómenos meteorológicos como las heladas, granizadas, nevadas y ciclones tropicales o huracanes. Los efectos de cada uno de estos eventos meteorológicos sobre las actividades humanas va a depender de la intensidad de cada uno de ellos. De esta manera, las heladas tardías o tempranas son más peligrosas para la agricultura que las del periodo normal; las tormentas de granizo ocasionan graves daños a los cultivos, las nevadas suelen ser benéficas para las plantas cuando se producen antes que las heladas pues las protegen de éstas y los ciclones tropicales tienen efectos devastadores sobre las poblaciones y sus instalaciones.

**Heladas.** Son producidas por masas de aire polar con muy poco contenido de humedad y el aire alcanza temperaturas inferiores a los cero grados centígrados. Cuando la temperatura es más baja, más intensa resulta; por ello cuando ocurren, dejan sentir secuelas de efectos negativos como, los daños particularmente importantes que provocan la pérdida total o parcial de las cosechas.

Las heladas, ocasionadas en parte por la invasión de aire polar continental por lo general seco, procedente del sur de Canadá y del norte de los Estados Unidos de América, ocurren cuando el cielo está despejado, las noches son largas (en el invierno), el viento es débil o está en calma y la atmósfera es relativamente seca. Esto origina la pérdida rápida de calor de la superficie sólida de la tierra más que del aire que descansa sobre ella, así, el aire más cercano a la superficie se enfría también y si llega al punto de saturación por abajo de 0°C de temperatura, se produce la helada. Este fenómeno acontece de manera más frecuente en el invierno, la máxima incidencia es en diciembre y enero, las heladas tempranas suceden en octubre y septiembre, aunque en una estación en Acatlán de Pérez Figueroa es en agosto; las tardías, en mayo y abril, pero en la estación de San Pedro Topiltepec es en junio.

Con base en la información reportada en el libro Normales Climatológicas (1941-1970) de la SARH, en la Heroica Ciudad de Tlaxiaco está situada la estación meteorológica que reporta el promedio más alto de días con heladas al año: 53.66, siendo los meses de máxima incidencia enero con 15.87, diciembre con 14.66, febrero con 10.50 y noviembre con 7.12; de tal forma que la actividad agrícola se puede efectuar pero teniendo en cuenta que el riesgo de heladas es alto y que las tempranas se producen en octubre y las tardías en abril. El promedio de 44.66 días al año pertenece a una estación situada en Tepelmeme Villa de Morelos, ahí, la mayor frecuencia es en enero con 12.33, seguida de diciembre con 11.3, febrero con 8.78 y noviembre con 7.38; las tempranas ocurren en octubre y las tardías en mayo. Cerca de San Pedro Topiltepec, se localiza la estación con 28.88 días con heladas al año, los meses con mayor frecuencia son enero, diciembre, febrero y noviembre, con 8.25, 7.17, 5.07 y 4.65, respectivamente, las heladas tempranas también acontecen en octubre pero las tardías en junio. En San Cristóbal Suchixtlahuaca, el promedio de días con heladas al año es de 21.28, diciembre es el mes que tiene mayor frecuencia, con 6.77 días, seguido de enero con 5.38, noviembre con 4.22 y febrero con 3.16; las heladas tempranas suceden en octubre y las tardías en mayo. Todas esas poblaciones se localizan entre el oeste y noroeste del estado de Oaxaca, también la de Asunción Nochixtlán y Heroica Ciudad de Huajuapán de León, que tiene como promedio 20.22 y 20.03 días al año en que se presenta este fenómeno meteorológico; en la primera, los meses de mayor

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

frecuencia son: enero (6.43 días), diciembre (5.39), febrero (3.14) y noviembre (2.78); en la segunda, diciembre (7.46 días), enero (6.20), noviembre (3.78) y febrero (2.10), las heladas tempranas son en septiembre y las tardías en abril. Las temperaturas medias anuales en esos sitios, en general, son de 12.0º a 18.0ºC y las del mes más frío, entre -3.0º y 18.0ºC, la precipitación es escasa, de 500 a 1 000 mm, así, los climas a los que pertenecen, excepción hecha de Heroica Ciudad de Huajuapán de León, son semiseco templado o templado subhúmedo.

En sitios donde se reporten ligeramente mayor temperatura, pero también de escasa precipitación (climas semisecos semicálidos), como en Oaxaca de Juárez, se reportan 19.40 días con heladas al año, la máxima incidencia es en diciembre y enero, con 6.33 y 5.39 días, pero algunas heladas ocurren en octubre y otras en marzo. En Tlacolula de Matamoros y en Miahuatlán de Porfirio Díaz, donde las condiciones de temperatura y precipitación son similares a las antes señaladas, el número de días al año en que se producen heladas es de 10.90 y 5.97; diciembre y enero son los meses de mayor frecuencia en Tlacolula de Matamoros, con 3.76 y 3.44 días, en tanto que en Miahuatlán de Porfirio Díaz se reportan 2.16 en enero y 1.86 en diciembre, las primeras heladas se registran en octubre en ambas estaciones; las últimas, en el mismo orden en que se mencionan las poblaciones, son en abril y marzo. El promedio de días con heladas al año en Silacayoápan (en el oeste-noroeste del estado) es de 7.82, la frecuencia más alta corresponde a diciembre con 3.24 días y a enero con 2.28, octubre y febrero son los meses en que se producen las tempranas y las tardías. Al noroeste de la ciudad capital se localiza la estación Tejocotes, en ésta, ocurren 5.41 días con heladas al año, de ellos, 2.66 pertenecen a noviembre y 1.44 a diciembre. La frecuencia de heladas en Santa María Ecatepec, en el sur, es de 3.15 días al año y en Santiago Minas, al suroeste, es de 1.33; en el nornoroeste, en Huautla de Jiménez, se calculó un número de 2.01 días al año y en el noroeste, en Zapotitlán Palmas, 1.87. Los sitios que tienen una frecuencia de heladas al año menor de un día, se localizan en su mayoría en las zonas de climas semicálidos y cálidos, tal es el caso de Acatlán de Pérez Figueroa, donde el fenómeno se registró en agosto; en Santa María Chilchotla, en marzo; Santa María Alotepec, en diciembre; Matías Romero, en noviembre; Unión Hidalgo, en diciembre; así como en Nejapa de Madero y San Pedro Totolapa, en febrero, donde el clima es seco muy cálido. Este meteoro no se reporta en la zona costera de Oaxaca, ni en la parte correspondiente a la subprovincia Llanura Costera Veracruzana, tampoco en gran parte de la discontinuidad fisiográfica Llanura del Istmo y de la subprovincia Sierras del Sur de Chiapas; zonas de clima cálido. En la zona donde se localiza el proyecto la presencia de este fenómeno es prácticamente imperceptible.

**Granizadas.** Son las precipitaciones abundantes de granizo, éste, en forma general, se produce cuando las gotas de agua se enfrían de manera brusca por debajo de 0ºC de temperatura, debido a fuertes movimientos de ascenso y descenso del aire. El granizo, masa compacta de hielo, es de dos tipos: el blando o pedrisca ocurre en invierno, es esférico, tienen un diámetro de 1 a 3 mm y se disuelve con facilidad; el duro es característico de la estación caliente del año, es de forma irregular y con un tamaño entre 5 y 50 mm. Este meteoro se produce en cualquier tipo de clima.

De las cuarenta y ocho instalaciones para el registro de los fenómenos meteorológicos reportadas en Normales Climatológicas (1941-1970) de la SARH, dos tiene la categoría de observatorios (una en la ciudad de Oaxaca de Juárez y la otra en la población de Salina Cruz) y cuarenta y seis de estación; del total, en siete no se reportan tormentas de granizo, de tal forma que dicho fenómeno hasta esa fecha no se había producido en Teotitlán de Flores Magón ( antes Teotitlán del Camino) en el nornoroeste, Paso Real de

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

Sarabia (Sarabia), Matías Romero, Ostuta (en el municipio de Santo Domingo Zanatepec) y Las Cuevas (II) en Santa María Mixtequilla, hacia el este y sureste; Santiago Astata en el sursureste y Santiago Pinotepa Nacional en el suroeste.

En el estado, el mayor número de días con granizo al año, 8.36, se reporta en Temascal, donde la frecuencia más alta corresponde a agosto con 4.42 días y el clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. Hacia el oeste, en Heroica Ciudad de Tlaxiaco, en clima templado subhúmedo, se registran 5.71 días al año, aquí, a mayo le pertenecen 1.70 días y a todos los demás meses del año, la cifra restante. En Santo Domingo Teojomulco, rumbo al suroeste, las granizadas ocurren con una frecuencia de 2.40 días al año, la máxima incidencia es en abril y mayo, con menos de 0.50 en cada uno de ellos, el remanente se distribuye en los otros meses, con excepción de septiembre. En el noroeste, en Tepelmeme de Morelos, Heroica Ciudad de Huajuapán de León, Zapotitlán Palmas y en San Pedro Topiltepec (estación Santa María Tiltepec), el número de días con granizo al año es de: 2.09, 2.08, 2.01 y 1.94; en las poblaciones primera y segunda la mayor frecuencia se produce en mayo, en la tercera en agosto y en la última en abril. Al sur, en San Francisco Ozolotepec, las granizadas tienen una frecuencia de 1.46 días al año; en la zona central, en San Jerónimo Taviche y Oaxaca de Juárez, el promedio es de 1.11 y 1.09, el mes de máxima incidencia en esas tres estaciones es mayo.

Los lugares donde la frecuencia es menor a un día al año, considerando la ubicación de las estaciones reportadas en el documento Normales Climatológicas, son: Salina Cruz, San Juan Bautista Cuicatlán, Santa María Ecatepec, Miahuatlán de Porfirio Díaz, Asunción Nochixtlán, Silacayoápam, Tlacolula de Matamoros, San Pedro Totolapa, Santa María Alotepec, San Bartolomé Ayautla, Nejapa de Madero, Santa María Chilchotla, Ciudad Ixtepec, Chicapa (cerca de Juchitán de Zaragoza), Santiago Choápam, Huautla de Jiménez, Santa María Jacatepec, Juchitán de Zaragoza, Las Cuevas (II) en Santa María Mixtequilla, San Lucas Ojitlán, Papaloapan (cerca a San Juan Bautista Tuxtepec), Santiago Quiotepec, Santiago Chivela, Santiago Minas, Santo Domingo (perteneciente al municipio de San Felipe Jalapa de Díaz), San Cristóbal Suchixtlahuaca, San Pedro Tapanatepec, Santiago Tenango (estación Tejocotes), Magdalena Tequisistlán, Unión Hidalgo, Acatlán de Pérez Figueroa (estación Vicente) y San Carlos Yautepec.

**Nevadas.** Las nevadas constituyen otro tipo de precipitación sólida, ocurren por lo general en invierno, al caer cristales de hielo muy pequeños, en forma de agujas, prismas, estrellas y placas. La nieve se origina al pasar directamente el vapor de agua al estado sólido, o bien, por congelación de gotas de agua. Los típicos copos de nieve de aspecto esponjoso se forman cuando la temperatura está cercana a 0°C; son grandes y húmedos en zonas de temperatura relativamente alta y pequeños y secos en regiones muy frías. Según la literatura revisada, este fenómeno es benéfico para las plantas si se produce antes que las heladas, además, aporta humedad al suelo y transporta a la superficie terrestre los compuestos nitrogenados mezclados en el aire.

En Oaxaca, también con base en la publicación Normales Climatológicas (1941-1970), sólo seis estaciones meteorológicas tienen reportada la presencia de este meteoro, el mayor número de días con nevadas al año se registra en San Francisco Ozolotepec, en el sur de la entidad, con 2.92 en un sólo mes, el de agosto. Hacia el norte, en Santa María Jacatepec y en San Felipe Jalapa de Díaz (estación Santo Domingo), el promedio de nevadas al año es de 1.66 y 1.33, en la primera el valor pertenece a enero y en la segunda a noviembre y diciembre. La frecuencia menor a un día, se reporta en Heroica Ciudad de Tlaxiaco, en el occidente, con 0.37

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

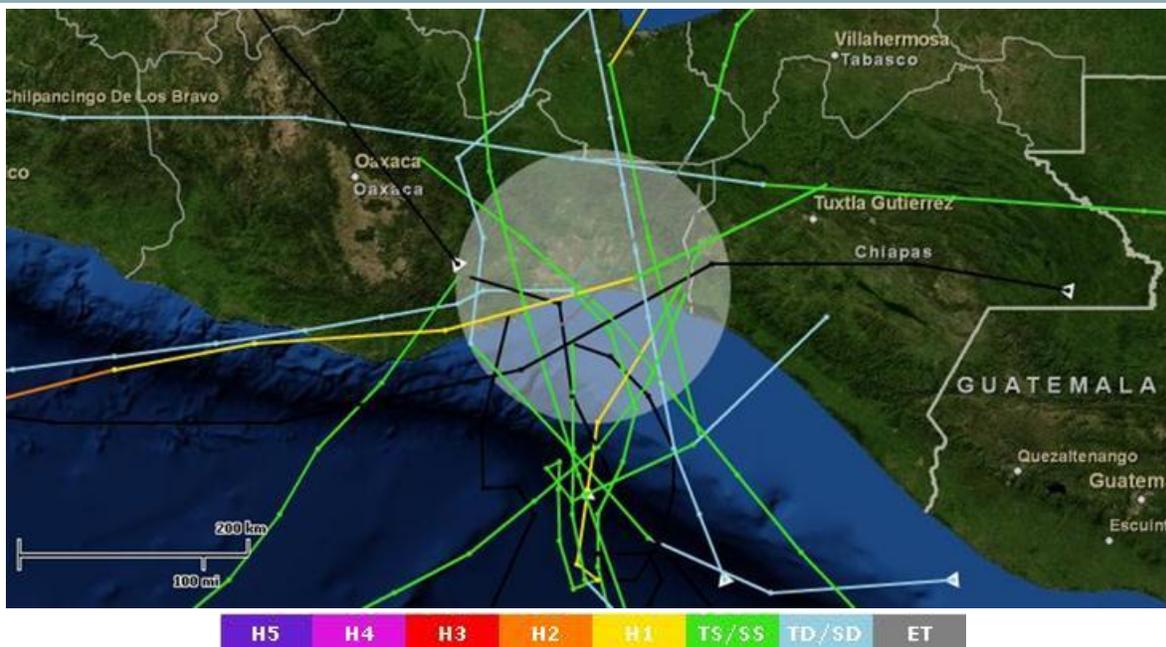
---

en noviembre; a dicha población pertenece la mayor frecuencia anual de heladas y la segunda en granizadas. En Matías Romero, al sureste, el número promedio es de 0.22 repartido en los meses de agosto, junio y julio (en orden de mayor a menor cantidad), y en Tepelmeme Villa de Morelos, en el noroeste, es de 0.05 días y el dato pertenece a febrero.

**Ciclones tropicales.** Los ciclones tropicales o huracanes, son perturbaciones atmosféricas que se manifiestan como tempestades violentas giratorias alrededor de un centro de baja presión, en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte, del cual forma parte nuestro país y el estado. Se originan en mares cálidos y por su gran potencia están considerados entre los fenómenos naturales que mayor destrucción causan. La trayectoria que siguen, en general, es hacia el oeste, para después continuar al oeste-noroeste y recurvar al norte y noreste. Las fases que se presentan antes de llegar a la categoría de huracán son: sistema lluvioso, depresión tropical y tormenta tropical, etapas que de manera inversa se producen en su extinción, aunque algunos permanecen en la primera fase sin modificación, o bien, los del fin de la temporada son potentes y no retornan por las fases iniciales.

Las zonas donde se forman los ciclones que afectan a la República Mexicana se localizan en: el Golfo de Tehuantepec (en el Océano Pacífico), la Sonda de Campeche (en el Golfo de México), el Caribe Oriental (Mar Caribe o Mar de las Antillas) y el Océano Atlántico. La primera zona entra en acción los últimos días de mayo, la segunda en la primera quincena de junio, la tercera en julio y la cuarta a fines de julio y en agosto, prolongándose la actividad de todas hasta octubre o noviembre. Los ciclones tropicales que irrumpen al estado de Oaxaca, se originan en el Golfo de Tehuantepec, aunque también tienen algo de influencia los del Mar Caribe. Con base en el Atlas de Huracanes en el Océano Pacífico y en el Océano Atlántico (1979), cuyo periodo de estudio fue de 1952 a 1978, los ciclones de la zona matriz del Golfo de Tehuantepec aportan lluvias torrenciales a la costa de Oaxaca, algunos de ellos han tocado tierra, en una de sus etapas de evolución, con nombre o sin él y la mayoría en junio. En 1958 se indica el ingreso de un meteoro de esa naturaleza por el sursureste y con dirección hacia la costa oeste; en 1960 el huracán Bonnie atravesó por el Istmo de Tehuantepec, en 1963 (en septiembre) otra perturbación tocó el sursureste de la entidad, en 1973 (a finales de agosto y principios de septiembre) el Heather penetró por el sur y se dirigió hacia la costa oeste, en 1976 una depresión tropical entró por el sursureste y continuó al norte, en 1977 otra depresión llegó por el sur y en 1978 (en julio) una perturbación más alcanzó territorio oaxaqueño.

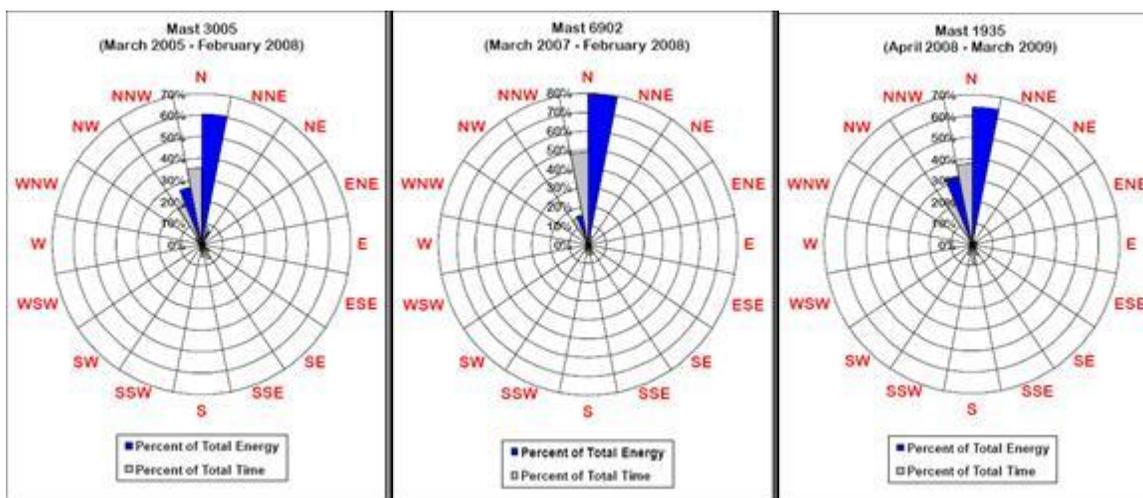
Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”



Fuente: Retomado del estudio Dinámica del litoral (Laguna Inferior y Superior)

Imagen IV.81. Trayectorias de los ciclones que han pasado en las cercanías de Salina Cruz.

Vientos dominantes. La distribución de dirección del viento es un factor importante a tener en cuenta al diseñar el proyecto de energía eólica, en este caso, se debe considerar que el viento es el principal generador de oleaje. La frecuencia anual del viento (rosa de los vientos) para cada torre se presenta en la siguiente figura. La rosa de vientos indica que la dirección del viento predominante es del norte. Casi toda la energía del viento se produce en el norte y norte-noroeste.



Esquema. IV.9. Rosa de vientos anual determinado de los postes de monitoreo.

De acuerdo al Atlas de Recursos Eólicos del estado de Oaxaca<sup>3</sup>, Oaxaca es influenciada por tres flujos eólicos predominantes: un viento de noreste a norte de octubre a febrero, un viento del este de marzo a mayo y un viento alisio de este a noreste de junio.

En la Región del Istmo de Tehuantepec, donde el viento se canaliza con gran fuerza debido a la topografía, el viento puede provenir principalmente del norte a mayor elevación. Los vientos fuertes libres de aire, mayores de 10 m/s en el este de Oaxaca durante esta temporada pueden extenderse de apenas unos cientos de metros sobre el nivel del mar hasta aproximadamente 1200 m sobre el nivel del mar

Las áreas con el mejor recurso eólico de Oaxaca se concentran en la región sureste del estado, principalmente en la parte sur del Istmo de Tehuantepec. La región con recurso eólico del Istmo se extiende desde la costa hacia el norte aproximadamente 60 km y aproximadamente 60 a 80 km de este a oeste. Existe un excelente recurso eólico (Clase 5 y superior) generalizado en la región del Istmo.

El mayor recurso del Istmo ocurre cerca de las colinas, cordilleras y en la costa. Los fuertes vientos del norte son frecuentes en la región del Istmo, particularmente durante la temporada pico de viento de noviembre a febrero.

En el sitio del proyecto y del sistema Ambiental se encuentra clasificado de acuerdo al Atlas de los recursos eólicos del Estado de Oaxaca con un potencial excelente.

## **b) Geología y geomorfología.**

- ***Características litológicas del área***

Debido a una serie de eventos tectónicos superpuestos a lo largo del tiempo geológico, el estado de Oaxaca presenta las características geológicas más complejas del país, a ello se debe su diversidad litológica.

Desde el Proterozoico Tardío, la región fue afectada por eventos que definieron tres procesos geomorfológicos sobresalientes: el más importante, que originó las montañas complejas de la Sierra Madre del Sur, constituidas por rocas metamórficas, volcánicas e inclusive sedimentarias de origen marino y continental, afectadas en su conjunto por cuerpos batolíticos; el segundo en importancia, consiste de montañas bajas y lomeríos de rocas sedimentarias, plegadas por efectos de diversos grados de tectonismo; el tercer elemento geomorfológico, lo constituye un paisaje volcánico de lomeríos, producto de derrames y material piroclástico. Las sierras altas se caracterizan por riscos y escarpes disectados por profundos cañones y barrancos, observándose en las de origen marino, la presencia de un sistema cárstico que ha labrado dolinas y sumideros. Las montañas bajas y lomeríos presentan mesetas disectadas ocasionalmente por angostos cañones, desde donde las elevaciones disminuyen en forma paulatina hasta formar planicies sedimentarias que constituyen la faja costera en el sur de la entidad.

---

<sup>3</sup> D. Elliott, M. Schwartz, G. Scott, S. Haymes, D. Heimiller, R. George. Atlas de los recursos Eólicos del estado de Oaxaca. Laboratorio Nacional de Energía Renovable. California, 2004. <http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/35575.pdf>. Fecha de la consulta: Febrero 24 del 2011.

En la entidad se tienen afloramientos metamórficos extensos, ampliamente distribuidos, son del Precámbrico al Cenozoico (Terciario); en diversas zonas del estado, se presentan rocas ígneas intrusivas y extrusivas, las cuales son del Paleozoico al Cenozoico (Terciario); mientras que los afloramientos de unidades sedimentarias se distribuyen en forma de promontorios aislados en todo el territorio estatal, su edad varía desde el Paleozoico hasta el Cuaternario. Por último, los depósitos recientes (suelos) se disponen sobre todo como planicies costeras, valles intermontanos, planicies aluviales y valles fluviales.

- ***Geología histórica.***

La historia geológica en el Estado de Oaxaca registra grandes y complejos disturbios tectónicos, iniciando durante el Precámbrico con la Revolución Herciniana, considerada como la más antigua en actuar sobre este territorio, formando un cratón, parte consolidada de la corteza terrestre, esto bajo condiciones de metamorfismo de alto grado, que generó así el basamento cristalino constituido por rocas tipo gneis. Posteriormente, en el Precámbrico Tardío, las orogenias Oaxaqueña y Grenvilliana provocan fuertes disturbios tectónicos debidos al proceso de subducción y magmatización de una placa oceánica.

A principios del Paleozoico, diversos eventos de actividad plutónica y volcánica de la Revolución inciden en toda la faja de rocas cristalinas graníticas y granodioríticas hacia la costa del Océano Pacífico y afecta la secuencia de sedimentos arcillo-arenosos depositados sobre el basamento precámbrico, lo que dio origen a la formación de esquistos, gneises y cuarcitas. Durante el Triásico, por efectos de la Revolución Palizada, se manifestó un plegamiento que causó depresiones, aunado a una gran emersión en forma de península, lo cual favoreció la formación de rocas metamórficas como esquistos y gneis, afectadas por diversos grados y facies de metamorfismo. En este evento, la erosión se vuelve el proceso geológico dominante, para continuar así hasta el Jurásico Inferior.

En el Jurásico Medio se presentaron depósitos alternantes de rocas continentales y marinas de composición arcillo-arenosa, conglomerados y calizas de plataforma, intrusionadas por diques granodioríticos, hasta que en el Jurásico Superior se retiran paulatinamente los mares a consecuencia de los disturbios de la Orogenia Nevadiana. Al transcurrir el Cretácico Inferior, el periodo de transgresiones marinas alcanza su máximo avance, dando lugar a la formación de diversas rocas sedimentarias y yesos, que al ser erosionados, depositaron discordantemente material detrítico sobre el complejo basal de rocas cristalinas, al mismo tiempo que ocurre otro periodo de intrusiones graníticas.

A fines del Cretácico Superior y principios del Terciario, tuvo lugar el gran evento tectónico conocido como Revolución Laramide, en donde los esfuerzos de tensión y compresión, provocaron una emersión del continente, dando fin a la sedimentación marina y separando en esta región el Océano Pacífico del Océano Atlántico, manifestándose por los enormes depósitos de sedimentos continentales clásticos o lechos rojos, asociados con rocas volcánicas andesíticas y sedimentos piroclásticos de la misma composición. Finalmente, al concluir el Terciario y dar inicio el Cuaternario, ocurren los depósitos volcánicos de composición ácida a intermedia, asociados aún a leves movimientos orogénicos (ver la siguiente figura).

Los rasgos estructurales en esta región sufrieron gran influencia de los efectos orogénicos registrados desde el Precámbrico; sin embargo, es hasta el Triásico cuando las transgresiones marinas cesan y grandes extensiones del territorio oaxaqueño se mantienen emergidas, como un área continental; mientras que en

las zonas con invasión marina se genera un ambiente mixto de depósito, con alternancia de rocas de origen continental y marino, acompañado de periodos de plegamiento intenso y movimientos verticales causados por intrusiones, que definieron entonces, la mayor parte de los rasgos estructurales de la región.

En el Precámbrico Tardío, los eventos tectónicos de las orogénias Oaxaqueña y Grenvilliana, tuvieron como resultado la formación del Complejo Oaxaqueño y del Complejo Xolapa, con afloramientos rocosos que posiblemente constituyen un cinturón metamórfico que se extiende desde el sureste de Canadá, hasta la parte centro meridional del estado de Oaxaca. Durante el Paleozoico, con la Orogenia Apalachiana, los sedimentos arcillo-arenosos que sobreyacen al basamento metamórfico del Precámbrico, fueron afectados por esfuerzos de compresión en direcciones noroeste-sureste, este-oeste y norte-sur, que generaron pliegues recostados y cabalgaduras, así como zonas de fallas orientadas en dirección noreste-suroeste y fallas escalonadas con orientación principal noroeste-sureste, lo cual dio lugar a la edificación de la Sierra Mixteca y de la Sierra Juárez, que representan la continuación de la Sierra Madre Oriental y de la Sierra Madre del Sur, formando en la intersección de estas últimas el denominado Nudo Cempoaltépetl. La superficie del proyecto no cuenta con algún tipo de estructura geológica; sin embargo, en la zona si se observan algunas otras.

- ***Geología estructural.***

La porción más antigua de la Sierra Madre del Sur está constituida por rocas metamórficas que afloran en toda la parte meridional del estado, en donde se presentan intrusiones de cuerpos graníticos como el Batolito de Chiapas, el Batolito La Mixtequita y el Batolito Juchatengo, así como el Tronco Granítico de ETLA. Hacia el Mesozoico, durante el Triásico, los movimientos de distensión de la Orogenia Palizada, dieron lugar a la formación de fosas tectónicas que originan fracturas y fallas importantes, mientras que la actividad tectónica del Jurásico y Cretácico Inferior, conocida como Orogenia Nevadiana, resalta una discordancia angular en la base del Cretácico Superior. A finales del Cretácico y principios del Terciario, el tectonismo de la Orogenia Laramide provocó, durante la etapa de esfuerzos compresivos, pliegues y fallas aunados a la emersión del continente, así como la regresión de los océanos hacia el oriente, dando a las estructuras una orientación general noroeste-sureste.

En el Terciario Inferior, durante el Eoceno–Oligoceno, la entidad fue sometida a fuerzas de empuje en tres direcciones deformantes: la primera, de noroeste sureste, que dio lugar a los pliegues de la región Cañada y a las cabalgaduras de Vista Hermosa y de la Sierra del Pedernal; la segunda, de este a oeste, está representada por pliegues recostados en las áreas de Zapotitlán Salinas y Miahuatpec. La otra dirección de empuje es de norte a sur, y su mejor expresión se presenta en los Pliegues de Cipiapa. Finalmente, al actuar conjuntamente estos tres sistemas de empuje, produjeron la zona de fallas normales e inversas en la parte norte de la entidad.

Durante el Terciario Superior, se presenta actividad tectónica con esfuerzos de tensión que originan fracturas y grandes fallas normales, seguida por una intensa actividad volcánica asociada a zonas de debilidad. En la actualidad, el contacto entre la Placa de Cocos (basáltica) y la Placa de Norteamérica (continental granítica), forma la gran Trinchera Norteamericana, que constituye la zona de subducción o

litosfera que vuelve a ser asimilada por el manto al avanzar la Placa de Cocos debajo de la Placa de Norteamérica, lo cual origina las zonas de perturbación en la corteza terrestre que son responsables de los movimientos sísmicos que se registran en las costas de los estados de Oaxaca, Guerrero y Michoacán de Ocampo.

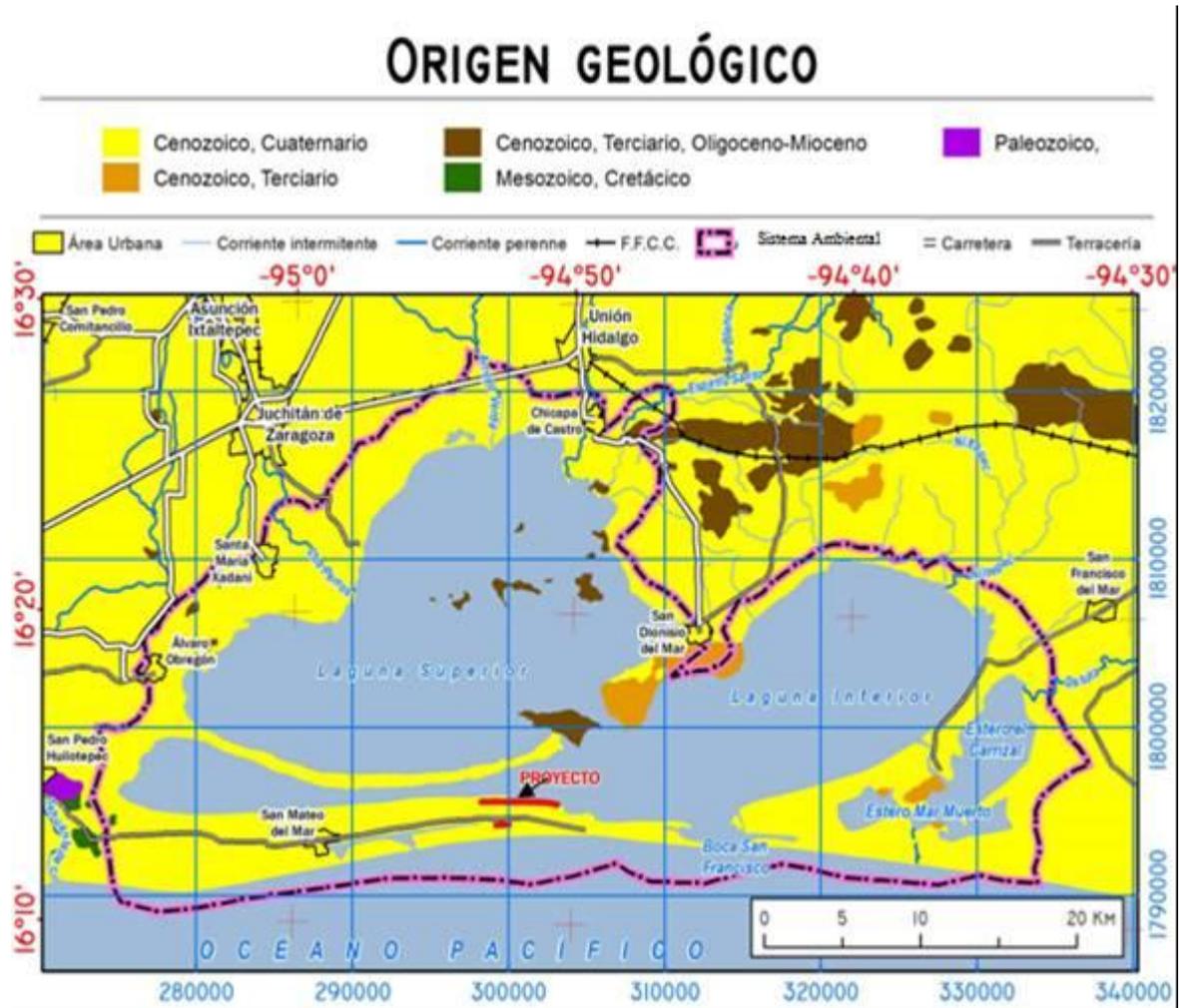


Figura IV. 10. Origen geológico de la zona donde se distribuye el proyecto.

- **Estratigrafía**

Las rocas que afloran en la entidad muestran una geocronología que comprende desde el Precámbrico hasta el Cenozoico (Reciente). Las rocas que se encuentran principalmente son las metamórficas y las sedimentarias, y en menor proporción se presentan las ígneas extrusivas, las ígneas intrusivas y los depósitos recientes. La reseña de las unidades litológicas se hace en orden cronológico, de la más antigua a la más reciente; además, sólo se describen las más relevantes, así como las de mayor superficie. Dicha

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

descripción se realizó con base en la información presente en el reverso de la cartografía geológica escala 1: 250 000 primera edición, elaborada por el INEGI.

Precámbrico. Las rocas más antiguas en la entidad corresponden a rocas metamórficas tipo gneis, PE(Gn); con esta clave se designan a las rocas del Complejo Oaxaqueño que consisten de paragneis y ortogneis gabroide anortosítico, de facies de anfibolita de almandino y granulítica, de clase química cuarzofeldespática; la textura es holocristalina granoblástica y se observa cuarzo con extensión ondulante, andesina, oligoclasa, microclina, clorita, sericita, esfena, zircón, hematita, sillimanita e ilmenita. Estructuralmente se presentan bandeados en gris y blanco con mesopliegues y zonas locales de cataclisis. Las rocas del Complejo Oaxaqueño subyacen discordantemente a las calizas de la Formación Teposcolula. Esta unidad se expresa como montañas escarpadas con crestones redondeados, aflora profusamente en el centro y sur del territorio estatal.

Paleozoico. La unidad caliza-lutita, P(cz-lu), comprende cuatro formaciones con características litológicas más o menos semejantes, las cuales, por diversos estudios paleontológicos, fueron asignadas a varios sistemas del Paleozoico. La primera es la Formación Tiñú, constituida por grainstones de color gris en estratos delgados y medianos, intercalados con lutitas, limolitas y areniscas de color amarillo, así como algunos horizontes que constituyeron verdaderas coquinas a partir de fragmentos de trilobites y espículas de esponjas, además se intercala con un conglomerado de abundantes óxidos de hierro, lo cual le da una tonalidad ocre. Consiste de dos miembros, uno inferior calcáreo y otro superior lutítico; el primero contiene en la base lutitas y areniscas; mientras que el segundo contiene paquetes e interstratificación de areniscas, además de abundantes fragmentos de trilobites; un conglomerado intraformacional sirve de límite a los dos miembros. Descansa en discordancia angular sobre las rocas metamórficas del Precámbrico y subyace también en discordancia angular a rocas del Paleozoico Superior, Mesozoico y Terciario.

La segunda es la Formación Santiago, constituida por grainstones de color amarillo, en estratos medianos, con algunos granos de cuarzo; además, estratos gruesos con abundantes braquiópodos; hacia la cima de esta formación se intercala con lutitas limoníticas y algunas areniscas de color gris claro, con abundantes braquiópodos, crinoides, briozoarios y corales. Consiste también en dos miembros claramente identificables, uno inferior de calizas con margas y lutitas, y otro superior lutítico con interstratificaciones de limolita, arenisca y caliza. Se correlaciona con la Formación Vicente Guerrero del Cañón de la Peregrina, con la Formación Tamaulipas y con la Formación Santa Rosa, en el estado de Chiapas.

La tercera es la Formación Ixtaltepec, constituida por lutitas, areniscas e intercalaciones de lentes calcáreos, esta formación se incluyó dentro de esta unidad, al no poderse cartografiar por separado. Las areniscas son de grano fino, cuarzoso y micáceo, de colores gris claro y verdoso, que alternan con lutitas arenosas de color ocre y morado, ambas en estratificación delgada. La cuarta es la Formación Yododeñe, la cual constituye al parecer una gruesa secuencia de conglomerados con intercalaciones de areniscas y limolitas; el conglomerado es polimítico, constituido por fragmentos redondeados de arenisca, limolita y caliza, así como por cantos tabulares de un metro de largo, en una matriz areno-arcillosa con escasos cementantes calcáreos; las areniscas y limolitas son de color rojizo. La unidad aflora en la región nortecentro del estado, al noroeste de Santiago Huaucilla.

Mesozoico.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

TRIÁSICO-JURÁSICO. Al oriente de la entidad se muestra la unidad TR-J(ar-cg), en forma de lomeríos de baja a mediana altura; se trata de una gran unidad ubicada en los alrededores de la cabecera Matías Romero, representa un depósito sedimentario de origen continental, constituido por arenisca, arenisca conglomerática y conglomerado en una secuencia alternante, de color rojizo a café que intemperiza en color café verdoso. Las areniscas son de grano fino, medio y grueso, con líticas de pedernal, rocas metamórficas y volcánicas, cementados en matriz calcáreo- arcillosa. Los conglomerados son polimícticos, formados por clastos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, mal clasificados, de subredondeados a bien redondeados, ocasionalmente cementados por carbonato de calcio. Localmente la arenisca presenta un metamorfismo de bajo grado, con esquistosidad que varía de incipiente a bien definida. La unidad pertenece probablemente a los lechos rojos de la Formación Todos Santos del Triásico-Jurásico. Sobreyace de manera discordante a rocas graníticas paleozoicas y subyace de igual manera a rocas calcáreas cretácicas.

JURÁSICO. Las rocas ígneas intrusivas ácidas del Jurásico J(lgia), se manifiestan al centro-sur de la entidad, como sierras alargadas que oscilan alrededor de los 1,000 m de altitud, observándose muy disectadas y con fuertes inclinaciones; mientras que al suroeste y oeste, se exhiben como lomeríos bajos y cerros. Estas últimas comprenden una asociación heterogénea de granito y granodiorita. El granito es de color gris, está constituido por cuarzo, ortoclasa, microclina, hornblenda, clorita, esfena y apatito, con una textura holocristalina granular alotriomórfica. La granodiorita presenta la misma asociación mineralógica que el granito, además de mostrar contenido de andesina y oligoclasa, así como una mayor concentración de minerales ferromagnesianos y grano grueso; ambos presentan color gris verdoso. La unidad está afectada por diques de diorita y pegmatita; también se observa bandeamiento o lineamiento en los minerales. Subyace discordantemente a las rocas sedimentarias del Jurásico.

La unidad cartografiada como J(lgei), representa una andesita de color gris oscuro, se caracteriza por presentar cristales diseminados de piritita, su textura es holocristalina afanítica y su estructura es compacta, además es masiva con intemperismo y fracturamiento moderado. Sobreyace en discordancia a rocas intrusivas paleozoicas y subyace de igual modo a las rocas clásticas y calcáreas mesozoicas y terciarias marinas. Aflora al oriente del estado, en un relieve de lomeríos alargados de pendientes suaves. Al este de San Juan Guichicovi, en el oriente del estado, en forma de lomeríos de suave pendiente, se muestran rocas metasedimentarias J(Ms), están tectonizadas y consisten de metasedimentos y calizas de ambiente de cuenca, parcialmente recrystalizados y afectados por metamorfismo regional de bajo grado, en donde el protolito corresponde a una secuencia pelíticocalcárea; ocasionalmente la roca se encuentra interestratificada con pequeños horizontes de lutita calcárea filitizada o apizarrada y escasos detritos del tamaño del limo y de la arena. Su estructura es compacta, con diaclasas de estratificación rellenas por calcita.

El segundo tipo de unidad geológica de mayor superficie dentro de la entidad es J(Gn), la cual forma parte de la franja metamórfica denominada Complejo Xolapa, el cual es un cinturón metamórfico de baja presión y alta temperatura, característico de una zona orogénica circunpacífica, originado como expresión orogénica de la subducción de la placa oceánica bajo el borde de la corteza continental americana. Esta unidad consta de una asociación de gneis, esquisto, granulita, granodiorita gneísica y metagranito. El gneis tiene textura granoblástica, pertenece a las facies de anfibolita de almandino y esquistos verdes, de la clase química cuarzo feldespática; presenta minerales como cuarzo, oligoclasa, andesina, ortoclasa, biotita, moscovita, almandino, circón, turmalina, esfena, clorita, epidota, arcillas, piritita y hematita. La unidad presenta

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

localmente carácter migmatítico, está afectada por diques aplíticos y de composición intermedia y abundantes vetillas de cuarzo, se encuentra con intemperismo profundo y presenta micropliegues. Se presenta al centro-sur y suroeste del estado, como una franja angosta a lo largo del margen pacífico y se expresa como lomeríos y cerros de relieve discreto.

La unidad esquistogneis, J(E-Gn), es una intercalación metamórfica de color gris claro y oscuro que intemperiza en pardo claro con amarillo ocre y rojo. El gneis es de textura granoblástica y el esquistos holocristalino lepidoblástico. Localmente se presenta augengneis producto de metamorfismo cataclástico. Su fracturamiento es moderado y a lo largo de los planos de foliación. Constituye parte del Complejo Xolapa y aflora hacia la porción centro-sur del estado en un relieve de lomeríos bajos. La unidad de arenisca Jm(ar), constituye una arenisca arcósica de grano fino a grueso, compacta, de textura samítica y de color gris claro que intemperiza en tono pardo, dispuesta en estratos medios y gruesos. Pertenece al Grupo Tecocoyunca y aflora al noroeste de la entidad en forma de cerros abruptos sobre rocas metamórficas del Paleozoico.

En la unidad clasificada como lutita-arenisca Jm(luar), la lutita es calcárea de color gris oscuro, asociada a limolita carbonosa; la arenisca es arcosa y subarcosa, de color café verdoso y pardo rojizo, de grano fino a medio, compacta y de textura clástica y samítica. Pertenece al Grupo Tecocoyunca, el cual sobreyace al Conglomerado Cualac y subyace en discordancia a sedimentos areno-conglomeráticos del Cretácico. Sólo hay un afloramiento, ubicado en San Juan Cieneguilla, en el extremo oeste de la entidad. De la unidad caliza-lutita, Js(cz-lu), se presentan varios afloramientos pequeños al norte, oeste, centro y oriente de la entidad; el que se exhibe en el flanco suroeste de la Sierra Mazateca consta de una secuencia depositada en ambiente de cuenca, son calizas arcillosas de color gris claro con esporádicas intercalaciones de lutitas de color verde amarillento; están muy fosilizadas y en estratos gruesos a delgados. Presenta un aspecto pizarroso que acusa un incipiente metamorfismo. Subyace por discordancia erosional a calizas del Cretácico Inferior y sobreyace en aparente contacto transicional a areniscas y conglomerados del Jurásico Medio.

JURÁSICO-CRETÁCICO. Del Jurásico Superior–Cretácico Inferior se tiene la unidad limolita–arenisca, Js-Ki(lm–ar), constituida por una alternancia de origen marino, depositada en ambiente nerítico. La limolita es de grano fino y medianamente compacta, mientras que la arenisca es de grano medio a grueso e incluso conglomerática, siendo afectadas ambas por fuerte intemperismo que origina suelos de tono rojizo. Se correlaciona con el Grupo Zacatera y subyace en concordancia a la secuencia calcárea cretácica. Aflora en la parte centro-oriental del estado en cerros y lomeríos de elevación media, con orientación general este–oeste, afectados por numerosas intrusiones graníticas de pequeñas dimensiones.

Al poniente del estado se cartografió la unidad Js-Ki(cz-lu), que designa una secuencia estratificada en capas de 10 a 40 cm de espesor, que en la base es continental y hacia la cima se forma de ambiente marino, litológicamente contiene areniscas, limolitas, lutitas, margas y calizas con ocasionales concreciones calcáreas y hematíticas. Se puede correlacionar con las rocas del Grupo Tecocoyunca y algunas de sus formaciones. Sobreyace discordantemente al granito paleozoico y se expresa con relieve de bajos topográficos.

CRETÁCICO. Los materiales ígneos intrusivos ácidos del Cretácico K(Igia), son sobre todo granitos, afloran al centro-este, sureste y este de Oaxaca con una morfología de sierras alargadas que oscilan alrededor de los 1 000 m de altitud; se observan muy disectados y con fuertes inclinaciones. Los ubicados en los alrededores de la presa Presidente Benito Juárez están en forma de pequeños troncos de color gris y café claro que

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

intemperizan en crema y en tonos cafés, están constituidos por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y óxidos de hierro, con textura fanerítica; ocasionalmente la composición de estas rocas varía a la de granodiorita. La unidad exhibe un fracturamiento intenso con un grado de intemperismo de moderado a profundo e intrusionan a rocas sedimentarias y metasedimentarias, cuyas edades varían del Paleozoico al Cretácico.

La unidad clasificada como mármol, K(M), es de color blanco con tonos grises, de textura sacaroide de grano fino, estructura masiva, fracturamiento moderado e intemperismo somero. Es producto del metamorfismo de contacto de calizas afectadas por cuerpos intrusivos ácidos. Sobreyace en discordancia a la secuencia paragneísica del Complejo Oaxaqueño. Aflora en la porción centro-sur del estado en una morfología de sierras de mediana altura.

Se observa una gran unidad de esquisto del Cretácico K(E), distribuida como una franja que va desde el centro-norte hacia el oriente del territorio oaxaqueño. Está compuesta por esquistos con intercalaciones de gneises y derrames básicos de color gris verdoso, rojo y verde; corresponde a una secuencia pelítico-arenosa; por lo regular, su textura es lepidoblástica, presenta una clara foliación con micropliegues y clivaje de fracturamiento, la asociación mineral de los esquistos es: cuarzo, moscovita, biotita, clorita, clinozoicita, epidota y actinolita. La unidad está cubierta discordantemente por andesitas y areniscas del Terciario, sobreyace de igual modo a las unidades cretácicas. La morfología es variada, en las cercanías de San Juan Metaltepec aparece como sierras altas con cimas agudas y profundos cañones; mientras que en los alrededores de San Juan Mazatlán, el relieve es de lomeríos bajos con pendientes suaves.

Como una franja que corre del norte al centro del estado, se presentan los dos afloramientos de cataclasita del Cretácico K(Ct), la unidad que se encuentra expuesta en el flanco occidental de la Sierra Juárez, al noreste de San Juan Bautista Cuicatlán, es una secuencia principalmente metavolcánica debida a procesos cataclásticos, en la cual se puede aún identificar el protolito que consistió de rocas volcánicas intermedias. Es de color verde con tonos de ocre, presenta además algunas rocas verdes con abundante piritita, por lo que incluiría potencialmente un complejo afolítico de facies de anfíbolita y esquisto verde. Descansa posiblemente por contacto tectónico de falla inversa a rocas metasedimentarias y subyace a rocas sedimentarias terciarias, este contacto alterado en parte por una falla normal. Su expresión morfológica es de montañas escarpadas.

El conglomerado del Cretácico Inferior Ki(cg), sólo presenta dos afloramientos, uno al occidente y otro al noroeste de la entidad, este último se muestra al norte de Santiago Chazumba, y consiste de un conglomerado compuesto de líticos de esquisto y fragmentos de cuarzo lechoso; son subangulosos, con esporádicas intercalaciones de arenisca, son de un ambiente marino cercano a la costa; la unidad pertenece a la Formación Zapotitlán, Miembro Agua del Cordero del Barremiano. Sobreyace en discordancia a las rocas metamórficas paleozoicas del Grupo Acatlán y subyace por contacto transicional a lutitas y areniscas de la Formación San Juan Raya. Su expresión morfológica es de lomeríos con pendiente suave.

La caliza del Cretácico Inferior Ki(cz), es el tipo de unidad litológica que ocupa el mayor porcentaje de la superficie estatal, distribuyéndose ampliamente en todo el territorio oaxaqueño, muestra las siguientes expresiones morfológicas: sierras escarpadas, montañas con pendientes suaves, lomeríos bajos, cerros y cerros escarpados, estos últimos se observan en la sierra Espinazo del Diablo. Las grandes unidades que se

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

exhiben al oeste y noroeste del estado comprenden tres formaciones con parecidas características litológicas.

La primera es la Caliza Teposcolula, que consiste de una caliza masiva, de textura mudstone, parcialmente recristalizada, con nódulos de pedernal y óxidos de hierro, con miliólidos y pelecípodos. Sobreyace discordantemente a sedimentos del Jurásico Inferior y a rocas metamórficas del basamento precámbrico, mientras que en el borde oriental de la Sierra Mixteca sobreyace en forma discordante a sedimentos del Jurásico Superior. La cubren discordantemente sedimentos terciarios.

La segunda es la Formación Tuxpanguillo del Neocomiano, consiste de calizas de ambiente nerítico, mudstone y grainstone de color gris oscuro, en estratos laminares, delgados y medianos, con microfauna principalmente de diversos géneros de *Nannoconus*. Descansa en discordancia a rocas metasedimentarias esquistosas y cataclásticas en el borde oriental de la Sierra Juárez.

La tercera es la Formación Orizaba, la cual está constituida por calizas de ambiente nerítico, de texturas grainstone y packstone, de color gris claro, en estratos delgados a gruesos, con rudistas y fragmentos de moluscos principalmente gasterópodos de los géneros *Actoonella* y *Nerinea*, radiolarios calcificados, además de esponjas, corales y miliólidos. La Caliza Orizaba, como también se le denomina, muestra una excelente porosidad y sus extensas zonas de disolución han dado lugar a la formación de cavernas, grutas y dolinas. Descansa en discordancia sobre los lechos rojos del Triásico-Jurásico y subyace en concordancia a las calizas del Cretácico Superior de la Formación Guzmantla.

La unidad arenisca-conglomerado Ki(ar-cg), consiste de una alternancia de ambiente continental en donde las areniscas son litarenitas de color verde, de textura samítica con cementante calcáreo y matriz arcillosa, en estratos que varían de 50 cm a masivos. El conglomerado consta de clastos subredondeados de gneis, caliza y granito, en una matriz arenosa y cementada por carbonato de calcio. Sobreyace en discordancia a rocas del Complejo Oaxaqueño y subyace de igual manera a rocas calcáreas del Cretácico Inferior. Aflora hacia la parte centro-occidental del estado, en una morfología de cerros altos escarpados.

La unidad lutita-arenisca Ki(lu-ar), se muestra al noroeste, pero sobre todo al centro del estado, en este último caso, la asociación consiste de una alternancia de terrígenos de origen marino, de color negro a pardo claro. Las lutitas son físis, en capas de 30 cm de espesor y micropliegues de arrastre. Las areniscas contienen granos subangulosos a subredondeados, con matriz areno-limosa y cementante calcáreo, en capas de 10 a 50 cm de espesor. La unidad se encuentra fuertemente tectonizada y sobreyace discordantemente a las rocas del Complejo Oaxaqueño y subyace en concordancia a las rocas calcáreas de la Formación Tepozcolula. Se expresa morfológicamente como montañas y cerros bajos de pendientes suaves.

La unidad caliza-yeso Ki(cz-y), consiste de caliza de color gris claro que intemperiza en color gris oscuro, de textura mudstone, parcialmente recristalizada y estructura masiva, intercalada con yesos de color gris oscuro y bandas azules, en estratos masivos. El fracturamiento es escaso y el intemperismo somero, con huellas de disolución. Se correlaciona con la Formación Tlaltepexi; subyace a material volcanoclástico y clástico continental del Terciario y sobreyace a caliza masiva. Aflora al occidente de la entidad, en un relieve de cerros redondeados y de lomeríos.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

La asociación caliza–lutita del Cretácico Inferior K<sub>i</sub>(cz–lu), se muestra al oeste, noroeste, centro y oriente del estado. La unidad que aflora en la porción oeste de la Sierra Espinazo del Diablo, está constituida por una secuencia sedimentaria de origen marino, en una alternancia de calizas cristalinas ligeramente dolomitizadas y arcillosas de color gris oscuro a crema, en estratos predominantes de 5 a 30 cm de espesor, con lutitas de color café amarillento, laminares, físis, en capas de 10 a 15 cm de espesor con esporádicas capas de arenisca y limolita. La secuencia se encuentra fuertemente fallada y plegada. Se correlaciona con la Formación San Ricardo y sobreyace en discordancia a rocas plutónicas paleozoicas y sedimentos continentales de la Formación Todos Santos. Su respuesta morfológica es de montañas de pendientes fuertes orientadas noroeste-sureste.

Ampliamente afloran las calizas del Cretácico Superior, K<sub>s</sub>(cz), al norte del estado; la gran unidad ubicada al norte, este y sureste de la presa Presidente Miguel Alemán, incluye a las formaciones Tehuacán, Guzmantla, Maltrata y Atoyac. La Formación Tehuacán es una caliza rojiza, cuyo rango va del Albiano al Maestrichtiano, su textura va de wackestone a packstone, está fracturada, presenta vetillas de calcita, con bandas y nódulos de pedernal y está dispuesta en capas de más de un metro de espesor; es de facies pelágica y arrecifal. La Formación Guzmantla es una caliza de color gris y crema que intemperiza a un color pardo claro, su estratificación es de 30 a 40 cm y presenta bandas y nódulos de pedernal; de textura biopelospática y biopelmicrítica, con cavidades de disolución y con microfósiles principalmente miliólidos asociados con foraminíferos bentónicos textuláridos y diversos biointraclastos, lo que denota ambientes de plataforma lagunar inter-arrecifal.

La Formación Maltrata del Turoniano-Coniaciano, incluye sedimentos calcáreos de ambiente de cuenca de texturas mudstone y wackestone principalmente, y en algunos casos packstone; su estratificación es de 30 a 15 cm con bandas y nódulos de pedernal negro con escasas lutitas calcáreas intercaladas; su expresión morfológica es de sierras. La Formación Atoyac, del Senoniano, es una caliza de textura wackestone a packstone, de color crema claro, en capas gruesas a masivas, muy fracturadas, con numerosos rasgos de disolución. Presenta fragmentos de pelecípodos, espículas de equinodermos y miliólidos; su ambiente es lagunar y postarrecifal. Al parecer descansa concordantemente sobre la Formación Guzmantla y se correlaciona con la parte inferior de las Pizarras Necoxtla del Cretácico Superior.

La lutita K<sub>s</sub>(lu), es una unidad constituida por lutitas calcáreas y margas de color pardo amarillento, en estratos de 10 a 15 cm de espesor, con microfósiles y laminación ondulante; está muy deformada y apizarrada. Subyace por contacto tectónico a rocas calcáreas del Cretácico Inferior. Aflora hacia el flanco oriental de la Sierra Mazateca, formando estructuras sinclinales.

Al suroeste de la Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo, se exhibe el único conglomerado del Cretácico Superior K<sub>s</sub>(cg), el cual fue depositado en un ambiente continental, principalmente como relleno de fosas. La textura varía de sefítica a samítica; posee clastos de 10 a 30 cm de diámetro subredondeados en matriz arenosa y cementante calcáreo; se presenta compacto y en capas de un metro de espesor. La unidad presenta un típico color rojizo, sobreyace en discordancia a los gneises precámbricos y a calizas cretácicas, y subyace de igual modo a limolita-arenisca del Terciario Inferior. Se manifiesta como lomeríos de pendientes suaves. La unidad limolita-arenisca K<sub>s</sub>(lm-ar), consiste de una alternancia de limolitas arenosas y areniscas limosas, con algunas intercalaciones de lodolitas y argilitas en capas que varían de 10 cm a 1 m, presentando en general un característico color rojo. La textura es pelítico-samítica con granos mal clasificados desde

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

angulosos a subredondeados. Sobreyace en contacto transicional a la unidad caliza-lutita del Cretácico Superior y aflora hacia la porción centro-occidental del estado, al suroeste de San Ildefonso Sola, en un relieve de cerros bajos.

La arenisca-conglomerado Ks(ar-cg), corresponde a una secuencia detrítica de origen continental, de color típico rojizo, en capas de espesor variable desde 60 cm hasta 1.5 m. La arenisca es de granos subangulosos en matriz arcillo-limosa con cementante calcáreo. El conglomerado es polimítico, con clastos mal clasificados en matriz areno arcillosa y diversos grados de cementación. La unidad sobreyace concordantemente a la unidad limo-arenosa del Cretácico Superior y subyace en forma discordante a rocas detríticas del Terciario Inferior. Aflora en la porción más oriental del estado, en una morfología de cerros bajos. Al este, sureste y centro-sur de territorio oaxaqueño se muestran unidades de lutita-arenisca del Cretácico Superior Ks(lu-ar). Las cabeceras San Francisco Sola y San Ildefonso Sola se ubican en una secuencia rítmica depositada en un medio ambiente marino de aguas someras, en estratos de 5 a 40 cm de espesor. Las areniscas son de color gris claro con tonos pardo claro y amarillo ocre, con granos bien clasificados de subangulosos a subredondeados, en cementante calcáreo. Las lutitas son físis y de color rojizo. Toda la secuencia presenta pliegues simétricos apretados y fallas normales. Subyace discordantemente a unidades sedimentarias y volcánicas del Terciario y localmente a un derrame basáltico-andesítico. Cubre en discordancia a rocas metamórficas precámbricas y a rocas calcáreas del Cretácico Inferior. Su morfología se expresa como agrupaciones de lomeríos y cerros bajos.

Cenozoico.

TERCIARIO. Las rocas ígneas intrusivas ácidas del Terciario T(Igia), incluyen sobre todo granito, pero también se encuentran granodiorita, granito-granodiorita y granodioritatonalita; afloran en los extremos occidental y oriental del estado, en forma de sierras altas de pendientes abruptas, cerros de poca altura con pendientes abruptas y lomeríos aislados.

La unidad de mayor superficie es donde se asienta Santiago Ixtayutla, se trata de un granito de textura holocristalina porfídica, formado por cuarzo, ortoclasa, microclina, biotita y moscovita. El intemperismo es profundo y produce esferoides, el fracturamiento es en dos direcciones perpendiculares entre sí, e intrusiva a las rocas metamórficas de los complejos Acatlán y Xolapa, en lo que es la zona de contacto entre ambos. Su relieve es de sierras altas de pendientes abruptas.

En las cercanías de San Pedro Tapanatepec, se tienen granodioritas de color blanco con puntos negros que le dan un aspecto moteado, en lámina delgada exhiben una textura holocristalina constituida por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa sódica, biotita, zircón y apatito; son de estructura masiva compacta, en algunos lugares tienden a ser deleznable, con vetas subparalelas de cuarzo con espesores de 2 a 20 cm. Intrusionan a rocas calcáreas, lo que originó aureolas de metamorfismo de contacto con hornfels y skarn principalmente; además son responsables de la mineralización de ciertas áreas. Estos intrusivos corresponden al último evento plutónico registrado en el área. Se muestran como cumbres altas de formas escarpadas, aunque en algunos lugares constituyen lomeríos aislados.

Las monzonitas previamente mencionadas, son pórfidos monzoníticos compactos, de textura holocristalina equigranular y de color gris verdoso. Se encuentran emplazadas en rocas sedimentarias y cataclásticas del Mesozoico, donde han producido zonas de mineralización de sulfuros. Los materiales ígneos extrusivos

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

ácidos del Terciario Inferior Ti(Igea), se distribuyen al centro-este y este del territorio oaxaqueño, con una morfología de sierras altas y cumbres escarpadas, lomas alargadas con pendientes abruptas, así como mesas. Incluyen rocas del tipo toba ácida así como dacita.

Al sur de la cabecera municipal Guevea de Humboldt, se observa una dacita de textura afanítica con fenocristales de feldespato y cuarzo, exhibe textura porfídica con ferromagnesianos alterados por clorita y fracturas rellenas de calcita y óxidos de hierro. Sobreyace a rocas mesozoicas marinas y a rocas graníticas en forma discordante; se expresa como lomeríos alargados con orientación noroeste-sureste. Los materiales ígneos extrusivos ácidos del Terciario Superior Ts(Igea), cubren una extensión importante, se exhiben como sierras altas de cumbres escarpadas, lomas alargadas con pendientes abruptas, mesas y lomeríos de escasa elevación, lo anterior al oeste, noroeste, centro, sureste, este y centro-sur de la entidad.

Las tobas ácidas son las que dominan, pero también existen riodacitas, dacitas y riolitas. Al centro-sur del estado se exhibe una gran unidad de toba ácida, se trata de un conjunto de productos piroclásticos de diversas características, comprende tobas riodacíticas, riolíticas y dacíticas e ignimbritas que presentan diversas texturas, tales como piroclástica, holocristalina, afanítica y porfídica; su composición mineralógica es de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa sódica, biotita, sericita, calcita, zircón, hematita, esfena y magnetita. La unidad tiene fragmentos de roca y vidrio silícico y magnetita; se presenta en pseudostratificación, con fracturamiento moderado e intemperismo somero; su color varía de pardo claro a rosado con tonos blancos, negros y amarillos ocre. La unidad está asociada con depósitos volcanoclásticos; sus relaciones estratigráficas son discordantes sobre las rocas más antiguas, subyace de igual modo a basaltos más recientes. Morfológicamente se caracteriza por un relieve de montañas con pendientes fuertes y cimas agudas.

Las rocas ígneas extrusivas intermedias del Terciario aparecen cartografiadas en tres grupos: T(Igei), Ti(Igei) y Ts(Igei); de las primeras sólo hay un pequeño afloramiento de andesita al sureste de San Juan Juquila Mixes; mientras que las segundas, Ti(Igei), se exhiben al centro-este, este y sureste de la entidad, incluyen tobas intermedias y andesitas, el mayor afloramiento se ubica al oeste de la presa Presidente Benito Juárez, consta de tobas de composición intermedia, compactas, de color gris verdoso, de textura piroclástica, constituidas por plagioclasas sódicas, clorita, epidota y cuarzo secundario, así como pirita y hematina, en una matriz vítrea; están afectadas por un sistema de fracturamiento de dirección noroeste-sureste, presentan evidencias de hidrotermalismo. La morfología es de lomeríos bajos.

Las terceras Ts(Igei), son las que ocupan la mayor área, se distribuyen al noroeste, oeste, centro, centro sur y centro-este del territorio oaxaqueño, se expresan como: montañas altas con laderas de pendientes escarpadas, montañas disectadas por profundos barrancos, cerros escarpados, lomas de pendientes abruptas y lomeríos bajos. Incluyen sobre todo andesita, además de toba intermedia, andesita-brecha volcánica intermedia y andesita-toba intermedia. La mayor unidad de este tipo se localiza al este de Heroica Ciudad de Huajuapán de León, está constituida sobre todo de andesitas porfídicas de color gris oscuro que intemperiza en colores verde oscuro y café, ocasionalmente con estructura fluidal, pseudostratificación e intemperismo esferoidal. Se encuentran afectando a gran parte de la secuencia del área en forma de mantos y diques, pero sobre todo en forma de grandes coladas; se expresan en forma de cerros escarpados.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

En relación con las rocas ígneas extrusivas básicas del Terciario, sólo se presentan las del Terciario Superior Ts(Igeb), engloban basalto y la asociación basalto-brecha volcánica básica. Su morfología es de cerros con pronunciados escarpes, así como lomeríos de pendientes suaves. Afloran al noroeste y centro-sur del estado, dentro de las primeras, se tiene una, la secuencia de basalto-brecha volcánica básica, ubicada en el lugar donde se asienta la cabecera de Santa Catarina Zapochila, está constituida por una alternancia de coladas basálticas con brechas volcánicas de la misma composición, de colores gris oscuro y rojizo; las coladas están compuestas por basaltos de olivino, vesiculares, de textura holocristalina intergranular; presentando además los minerales iddingsita, augita, hiperstena, pirita, hematita y magnetita. La unidad sobreyace a las rocas intermedias del Terciario Superior y a los depósitos continentales de la Formación Huajuapán. La morfología es de cerros con superficie irregular y fuertes pendientes.

Los conglomerados del Terciario Inferior Ti(cg) se muestran al oeste, noroeste, norte y centro de la entidad; los que se ubican al noroeste de la ciudad de Oaxaca de Juárez son de tipo polimíctico, de color rojizo, masivos y en estratos gruesos, con esporádicos lentes arenosos de grano fino; los guijarros se presentan bien redondeados en diámetros de hasta 10 cm, contenidos en una matriz areno-limosa y medianamente cementados por carbonato. Se encuentran afectados por diques andesíticos, así como por fallas normales y de rumbo; constituyen el Conglomerado Tamazulapán. Descansan discordantemente sobre rocas metamórficas del basamento precámbrico y calizas del Cretácico Inferior de la Formación Teposcolula y subyacen en concordancia a sedimentos arcillo-arenosos de la Formación Yanhuitlán. Su morfología es de lomeríos muy disectados.

Al sur de Villa de Tamazulápam del Progreso se presenta la caliza del Terciario Inferior Ti(cz), es una secuencia de calizas con aisladas capas de lutitas y yeso, depositadas en un ambiente lacustre. La unidad contiene además intercalaciones de horizontes de ceniza volcánica y se encuentra afectada por algunos diques traquíticos. Las calizas son de textura mudstone, arcillosas, de color crema y café claro, se presentan en estratos delgados y gruesos. Corresponden a un miembro calcáreo de la Formación Huajuapán. Sobreyacen en un contacto concordante y transicional a areniscas de la misma formación y subyacen en discordancia a rocas volcánicas terciarias; forman pequeñas lomas y mesetas.

En el extremo más septentrional así como en el centrosur de la entidad, se cartografían conglomerados del Terciario Superior Ts(cg); en Miahuatlán de Porfirio Díaz se presenta un conglomerado de origen continental, de textura sefítica, con fragmentos de gneis, caliza y cuarzo, con grado de redondez subredondeado a redondeado y mal clasificados en una matriz areno-limosa con cementante calcáreo. Se presenta compacto y masivo, su color es gris claro y rojizo. Sobreyace en discordancia al gneis precámbrico, a las rocas sedimentarias arenarcillosas y calcáreas del Cretácico Inferior, a las rocas clásticas del Cretácico Superior y a las rocas volcánicas ácidas del Oligoceno-Mioceno. Se expresa como lomeríos y cerros bajos de pendientes suaves.

La unidad de arenisca-toba intermedia del Terciario Superior, cartografiada como volcanoclástica Ts(Vc), consiste de litarenitas de grano medio a grueso, ocasionalmente conglomeráticas, de colores amarillo y verde, poco cementadas, con estratificación cruzada de cinco metros de espesor, se intercalan con horizontes de tobas intermedias. Cubren discordantemente a las rocas volcánicas terciarias y se presentan como cerros y lomeríos de gran altitud pero con pendiente suave; afloran al oeste y centro del territorio estatal.

CUATERNARIO. Los conglomerados del Cuaternario Q(cg), ocupan áreas reducidas del estado, esto al suroeste y centro-sur del mismo. En los alrededores de Puerto Escondido, los conglomerados son rocas clásticas depositadas en un ambiente continental, polimícticos de textura sefítica; tienen sus clastos un amplio rango de tamaño, desde uno hasta diez centímetros, son subesféricos derivados de granito, granodiorita, gneis y cuarzo blanco, se encuentran en una matriz areno-arcillosa. El color es pardo claro con tonos rojizos, están mal consolidados y aparecen en forma masiva, los cubren suelos arenosos de 80 cm de espesor. Sobreyacen en discordancia a las rocas del Complejo Xolapa. Morfológicamente forman lomas de poca elevación.

Sólo se cartografía una unidad de caliche del Cuaternario Q(ch), ubicada en el lugar donde se asienta San Francisco Logueche, al centro-sur del estado; es carbonatada de color blanco que intemperiza en color gris claro, presenta estratos de 80 cm en promedio, incluye clastos de caliza y rocas andesíticas así como horizontes de litarenitas de 60 cm de espesor. Sobreyace en discordancia a tobas ácidas, andesitas y conglomerados del Terciario. Su morfología es de mesetas de bajo relieve.

Los depósitos recientes Q(s), ocupan el tercer lugar en superficie dentro del territorio oaxaqueño, se distribuyen en todos los puntos cardinales, pero sobre todo al suroeste y este del estado. Los suelos aluviales son los que dominan ampliamente, aunque también los hay litorales, eólicos, lacustres y residuales. La gran unidad cartografiada en el lugar donde se asientan Salina Cruz, Juchitán de Zaragoza, Ciudad Ixtepec, Santo Domingo Tehuantepec, Unión Hidalgo, Santiago Niltepec, Reforma de Pineda y San Francisco Ixhuatán, es principalmente un depósito de origen aluvial originado por la erosión de las rocas preexistentes de la región. En las laderas de cerros y serranías predominan los sedimentos areno-gravosos; los depositados en los valles son sobre todo arcillo-arenosos, constituidos por fragmentos de roca ígnea y cuarzo, con algunas micas; en las márgenes de las corrientes de agua se forman terrazas en las que se observan gradaciones y estratificaciones. En las planicies costeras y en algunos valles intermontanos, los depósitos son arcillo-limosos con granos de cuarzo, feldespatos y mica.

La zona del proyecto, pertenece a la era Cenozoica del periodo Cuaternario.

#### ***Geología económica.***

Las referencias sobre la riqueza minera de Oaxaca fueron el motivo principal para impulsar la colonización de estas tierras, iniciándose así los descubrimientos y la explotación de ricos depósitos minerales, alcanzando al finalizar el siglo XVIII una importancia considerable. Durante las últimas décadas, han sido descubiertos nuevos yacimientos minerales metálicos, principalmente de oro, plata, zinc, hierro, cobre y plomo, así como de minerales no metálicos, entre los que destacan el azufre, carbón, grafito, mármol, ónix, yeso, caliza, zeolitas, puzolana, rutilo (óxido de titanio) y mica. Actualmente, en el estado de Oaxaca se encuentran en explotación principalmente depósitos de azufre, grafito, oro, plata, cobre, plomo, zinc, puzolana, caliza, rutilo (óxido de titanio), yeso, mármol, carbón y mica. En las regiones Istmo y Costa, la explotación de sales, producto de la evaporación de aguas marinas, ha cobrado gran auge, formándose cooperativas o unidades de producción comunal que aprovechan estos recursos.

La entidad ocupa lugares importantes en la producción minero-metalúrgica nacional. De esta manera, la entidad es el único productor de grafito cristalino en el país; se sitúa también en el primer lugar en la producción nacional de mica, es el cuarto productor de mármol y azufre, y el décimo en la explotación

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

salina. En relación con la producción de minerales metálicos, como productor de oro se ubica en el lugar decimotercero, de plomo en decimocuarto, de plata en decimoquinto y de cobre en decimosexto.

La entidad cuenta con 28 plantas principales de beneficio y aprovechamiento; para concentración de minerales metálicos se tienen 12, de las cuales una es de experimentación metalúrgica, propiedad del Consejo de Recursos Minerales. Las 16 restantes son para aprovechamientos no metálicos, aunque 10 se encuentran inactivas. La capacidad global instalada de las plantas es de 3,680.4 toneladas por día, en donde el 75% corresponde a plantas que procesan minerales no metálicos y el 25% restante a minerales metálicos. En la siguiente tabla se presenta la caracterización litológica del estado de Oaxaca.

**Tabla IV.2.** Caracterización litológica de Oaxaca (INEGI).

<b>Era</b>	<b>Período</b>	<b>Roca o suelo</b>	<b>% de la superficie estatal</b>
<b>Cenozoico</b>	Cuaternario	Suelo	11.08
	Terciario	Ígnea intrusiva	12.02
		Sedimentaria	12.98
<b>Mesozoico</b>	ND	Ígnea intrusiva	6.30
	ND	Metamórfica	1.09
	Cretácico	Sedimentaria	13.48
		Metamórfica	0.73
	Jurásico	Sedimentaria	0.85
	Triásico-Jurásico	Sedimentaria	3.89
<b>Paleozoico</b>	Paleozoico	Ígnea intrusiva	5.02
		Metamórfica	6.54
<b>Precámbrico</b>	Precámbrico	Metamórfica	25.49
<b>Otro</b>			0.53

FUENTE: INEGI. Carta Geológica, 1:1 000 000.

De acuerdo con el INEGI, el Servicio Geológico Mexicano, la superficie del Proyecto cuenta con una litología de tipo litoral y eólico, tal y como puede observarse en la siguiente figura.

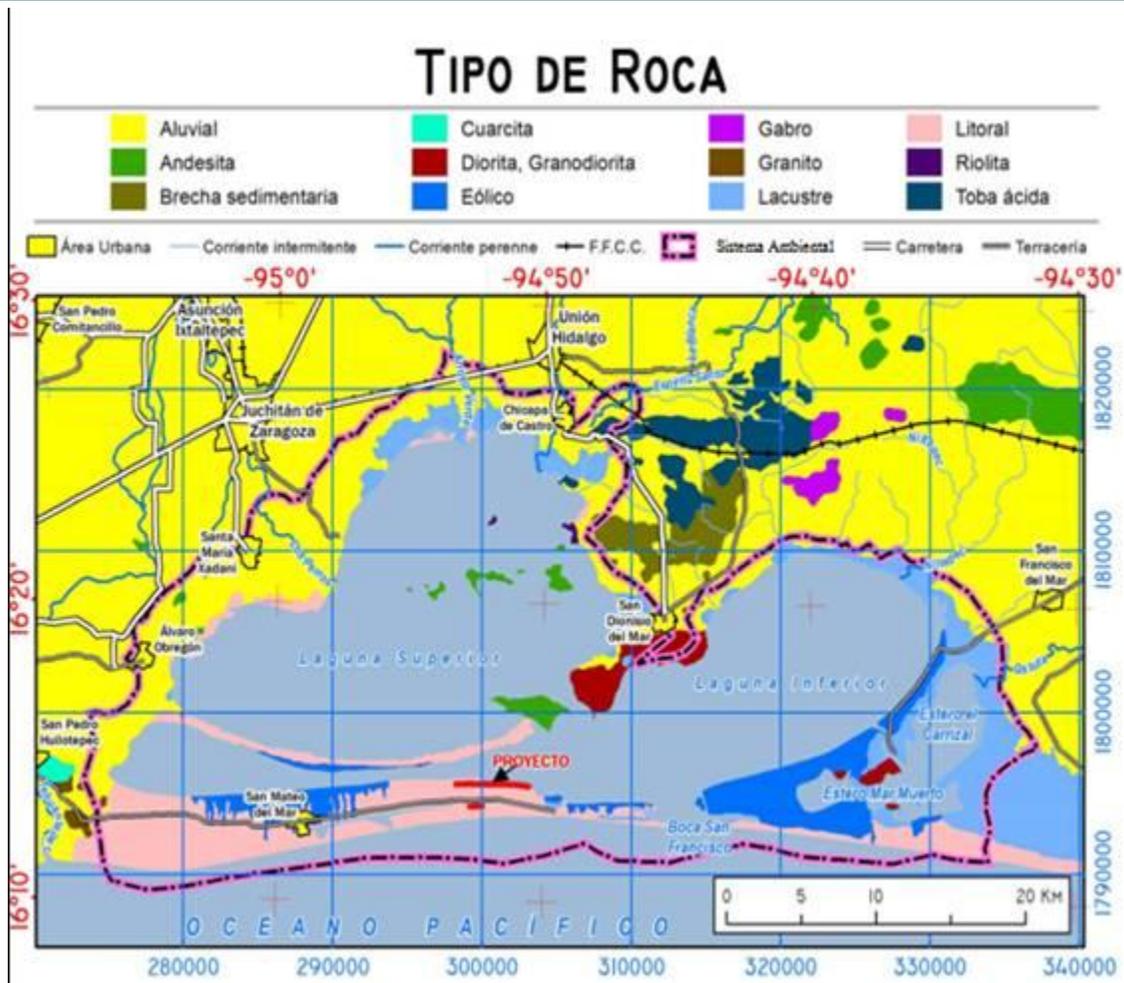


Figura IV.11 Tipo de material litológico en el Sistema Ambiental.

## GEOMORFOLOGÍA

- **Provincias fisiográficas**

El territorio oaxaqueño comprende parte de cinco Provincias Fisiográficas. La Provincia Sierra Madre del Sur ocupa la mayor extensión del territorio (79.57%), ésta comprende más de la mitad occidental del estado, penetra por el costado oeste y llega hasta las proximidades de Salina Cruz, Santo Domingo Tehuantepec, Magdalena Tlacotepec, San Juan Guichicovi y San Juan Lalana; cuenta con seis Subprovincias: Cordillera Costera del Sur, Sierras Orientales, Sierras Centrales de Oaxaca, Mixteca Alta, Costas del Sur y Sierras y Valles de Oaxaca.

La Provincia Cordillera Centroamericana abarca una porción del este del estado (11.98%); participa con dos Subprovincias: Sierras del Sur de Chiapas y Llanuras del Istmo. La Provincia Llanura Costera del Golfo Sur, mediante la Subprovincia Llanura Costera Veracruzana se introduce al noreste de la entidad ocupando

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

7.37% del área estatal. Las provincias Eje Neovolcánico y Sierras de Chiapas y Guatemala ocupan 1.08% del territorio oaxaqueño; la primera se interna al noroeste por medio de la Subprovincia Sur de Puebla, la segunda se ubica al oriente del estado, con la Subprovincia Sierras del Norte de Chiapas.

A continuación se presenta una breve descripción de las Provincias y Subprovincias Fisiográficas involucradas:

*Provincia Sierra Madre del Sur.*

Pacífico, desde Punta Mita en Nayarit hasta el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca. Tiene una longitud aproximada de 1,200 km y un ancho medio de 100 km. Su planicie costera es angosta y en algunos lugares falta. La Sierra Madre del Sur limita con las provincias: Eje Neovolcánico, al norte; Llanura Costera del Golfo Sur, Sierras de Chiapas y Guatemala y Cordillera Centroamericana, al oriente; al sur y oeste colinda con el Océano Pacífico. Abarca partes de los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán de Ocampo, Guerrero (casi todo el estado), México, Morelos, Puebla, Oaxaca y Veracruz-Llave. Es considerada la región más compleja particulares a su relación con la placa de Cocos. Ésta es una de las placas móviles que hoy se sabe integran a la corteza exterior terrestre (litosfera). La placa de Cocos emerge a la superficie en el fondo del Océano Pacífico al oeste y suroeste de las costas del Pacífico mexicano, hacia las que se desplaza con lentitud (2 o 3 cm por año) para encontrar a lo largo de las mismas el sitio de “subducción” donde se hunde hacia el interior del planeta. A esto se debe la fuerte sismicidad que se produce en la región, en particular sobre las costas guerrerenses y oaxaqueñas, así que la trinchera de Acapulco es una de las zonas más activas. Esa relación es la que seguramente ha determinado que algunos de los principales ejes estructurales de la provincia (Depresión del Balsas, cordilleras costeras, línea de costa, etc.) tengan estricta orientación este-oeste, condición que tiene importantes antecedentes en el Eje Neovolcánico y que contrasta con las predominantes orientaciones estructurales noroeste-sureste del norte del país. Es una región de gran complejidad litológica en la que cobran mayor importancia que en las provincias al norte, las rocas intrusivas cristalinas, en especial los granitos, y las metamórficas. La sierra tiene sus cumbres a una altitud de poco más de 2,000 m, con excepción de algunas cimas como la del cerro Nube (Quie-Yelaag), en Oaxaca, que es de 3,720 m.

En gran parte de la provincia prevalecen los climas cálidos y semicálidos, subhúmedos; en ciertas zonas elevadas, incluso algunas con terrenos planos como los Valles Centrales de Oaxaca, los climas son semisecos semicálidos y templados, en tanto que en el oriente, cerca de la Llanura Costera del Golfo Sur, hay importantes áreas montañosas húmedas cálidas y semicálidas. La selva baja caducifolia predomina en la Depresión del Balsas y en las zonas surorientales de la Sierra Madre del Sur, los bosques de encinos y de coníferas en las áreas más elevadas, la selva mediana subcaducifolia en la franja costera del sur y los bosques mesófilos en las cadenas orientales hacia la Llanura Costera del Golfo Sur. La provincia ha sido reconocida como una de las áreas con un alto grado de endemismo, es decir, con riqueza en especies exclusivas de la región. El mayor sistema fluvial es el del río Balsas, con su afluente en el occidente, el río Tepalcatepec. En el extremo oriente se originan importantes tributarios del Papaloapan (uno de los más notables sistemas hidrológicos del país) y del Tehuantepec. En la vertiente sur de la provincia, desde el río Tomatlán en el oeste, baja un buen número de ríos cortos al Océano Pacífico; pocos de éstos, como el Armería, el Coahuayana y el Papagayo, nacen al norte de la divisoria de las sierras costeras; el mayor de ellos es el Atoyac (Verde en su tramo final) que desciende desde los Valles Centrales de Oaxaca.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

La Sierra Madre del Sur comprende 79.82% del territorio estatal, a través de fracciones de las Subprovincias: Sierras Orientales, Cordillera Costera del Sur, Costas del Sur, Sierras Centrales de Oaxaca, Sierras y Valles de Oaxaca y Mixteca Alta.

*Subprovincia Llanura del Istmo.*

Tiene montañas en su parte oeste, planicies en el este y la costa sur. El lado norte del Valle de Tehuantepec está bordeado por la sierra Atravesada y las montañas de Ixtaltepec. Al oeste están las montañas del tabaco. Hacia el este de Tehuantepec el terreno es plano y sopla mucho viento. Así mismo tiene algunas colinas cónicas. Los planos de Juchitán limitan al este con las montañas de los Chimalapas.

Según la Carta Estatal de Regionalización Fisiográfica, Escala 1:1'000,000 de la Secretaría de Programación y Presupuesto “SPP” (1980) y la Carta de Fisiografía Escala 1:250,000 el proyecto se encuentra enclavado en la Provincia Sierra Madre del Sur en la Subprovincia Llanura del Istmo y dentro del sistema de geformas de tipo Costa acumulativa de isla barrera y Costa de barrera acumulativa con o sin cordones costeros o campos de dunas (ver las siguientes figuras).



Figura IV.12. Subprovincia fisiográfica donde se localiza el Proyecto.

## SISTEMA DE GEOFORMAS

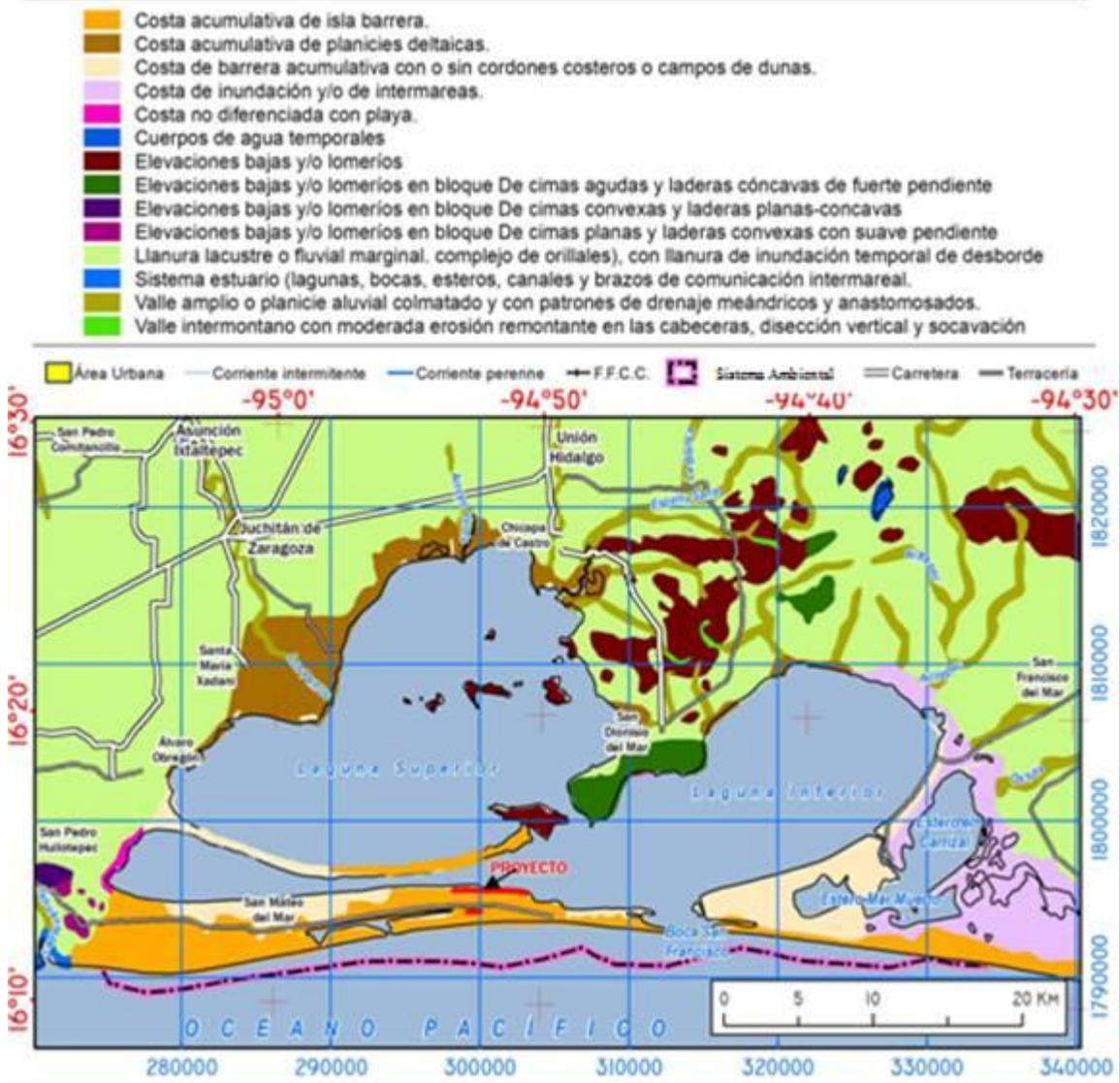


Figura IV.13 Sistemas de geofomas en la zona donde se distribuye el Proyecto.

Por otra parte, la superficie del proyecto, así como el Sistema Ambiental se encuentran localizados dentro de la Provincia Geomorfológica denominada Pacifiquense, tal y como puede observarse en la siguiente figura.



Figura IV.14 Provincia Geomorfológica donde se localiza el Proyecto.

- **Características del relieve.**

El sistema montañoso de Oaxaca está formado básicamente por la convergencia de la Sierra Madre del Sur, la Sierra Madre de Oaxaca y la Sierra Atravesada, formándose de esta manera un nudo o macizo montañoso. La Sierra Madre del Sur corre a todo lo largo de la costa en dirección noroeste-sureste, teniendo, como promedio, una anchura aproximada de 150 kilómetros y una altura casi constante de 2 mil metros, no obstante que algunas elevaciones sobre pasan los 2,500. En algunas regiones es conocida como Sierra de Miahuatlán y Sierra de la Garza. La Sierra Madre del Sur penetra al estado por el distrito de Silacayoapan, y cruza los de Huajuapán Coixtlahuaca y Nochixtlán, para posteriormente unirse a la Sierra Madre de Oaxaca y formar el mencionado macizo montañoso conocido con el nombre de Complejo Oaxaqueño.

La Sierra Madre de Oaxaca, proviene de Puebla y Veracruz, entra en la entidad por el distrito de Tuxtepec y corre con dirección noroeste-sureste, atravesando los distritos de Teotitlán, Cuicatlán, Ixtlán, Villa Alta y Mixe. La altura promedio de la Sierra Madre de Oaxaca es de 2,500 metros, sin embargo, existen elevaciones

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

que superan los 3 mil; su anchura media desde aproximadamente 75 kilómetros, siendo su longitud dentro de la entidad de unos 300 kilómetros. Dentro del territorio oaxaqueño, y conforme se extiende hacia el istmo de Tehuantepec, recibe los nombres de sierra de Tamazulapan, de Nochixtlán, de Huautla, de Juárez, de Ixtlán y, finalmente, de los Mixe.

Debido a su carácter montañoso, el estado no cuenta con valles de extensión considerable. Sin embargo, destacan el Valle de Oaxaca entre Etna y Miahuatlán; el valle de Nochixtlán en el distrito del mismo nombre; el valle de Nejapa en Yauteppec; la cañada de Cuicatlán en el límite con Puebla; los llanos de Tuxtepec y los bajos de Choapan; la meseta de Juchitán y las pequeñas planicies de Putla, Juxtlahuaca, Tamazulapan, Tejuapán, Zacatepec, Chacaltongo, Tlaxiaco, Huajuapán y Coixtlahuaca.

En la siguiente figura se pueden observar los diferentes valores que comprenden el relieve de la zona de estudio. Dicha zona se caracteriza por presentar pendientes suaves en casi toda el área, casi no existiendo lomeríos y con una altitud en el área ubicada en el rango de 0 a 10 metros sobre el nivel del mar.

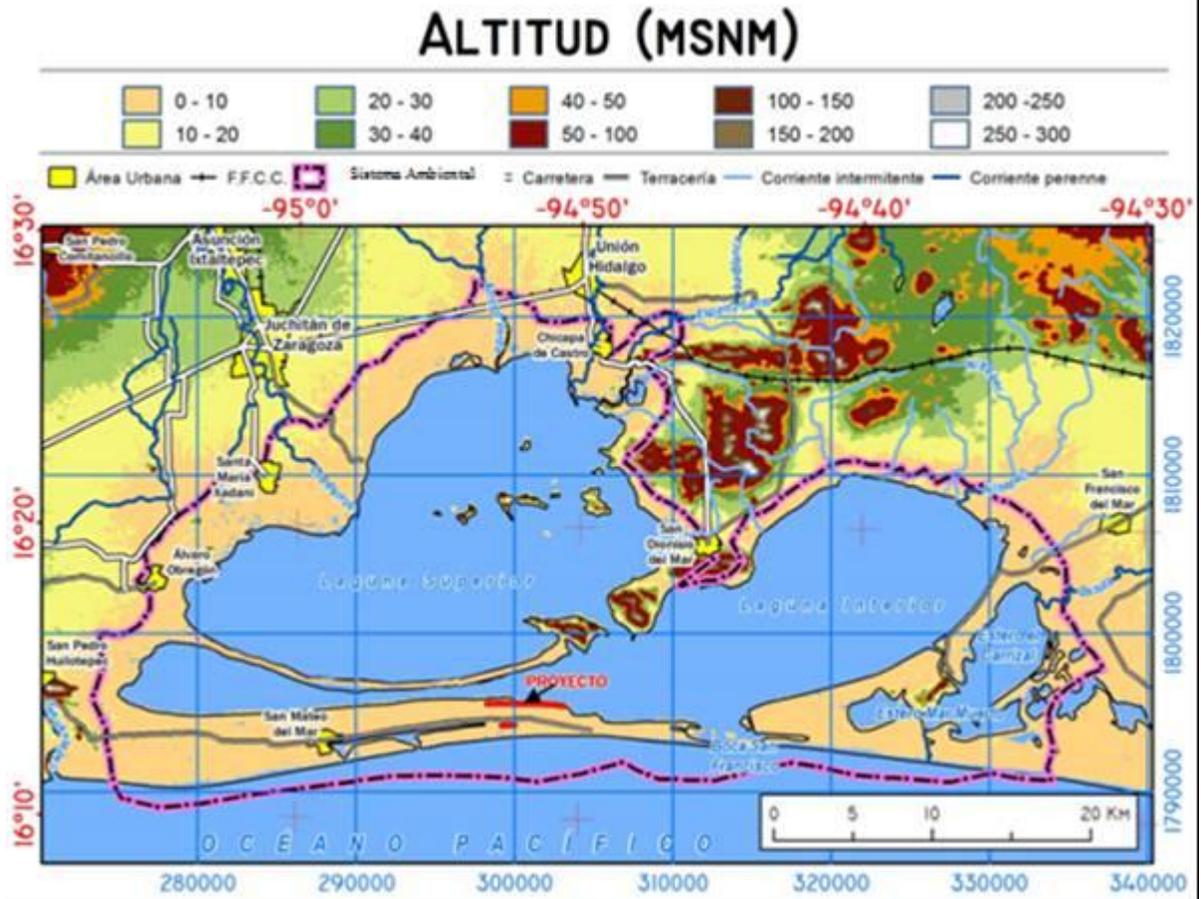


Figura IV.15. Relieve observado a través de diferentes valores de altitud en la zona de estudio.

- **Presencia de fallas y fracturamientos en la superficie del proyecto.**

Según lo observado en la Carta Geológica del INEGI, y en la Carta Geológica Minera del Servicio Geológico Mexicano, en la superficie sujeta al cambio de uso del suelo no se encuentran estructuras geológicas de algún tipo; mientras que en las áreas aledañas se encuentran algunas. Sin embargo, no se estima que representen alguna influencia negativa para el desarrollo del proyecto.

- **Susceptibilidad de la zona a riesgos geológicos.**

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, el estado de Oaxaca, se encuentra en una zona con riesgos altos y muy altos principalmente, ubicándose el área de estudio en una zona considerada con un riesgo muy alto a deslizamientos o derrumbes, sismos y actividad volcánica.

## Edafología

Los suelos son el producto de la interacción, a través del tiempo, del material geológico, clima, relieve y organismos. En el estado de Oaxaca dominan las topeformas de sierras y lomeríos, que en conjunto constituyen aproximadamente el 80% y, junto con las condiciones climáticas, han tenido influencia en el intemperismo de las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, para que a partir de la formación de

sedimentos se haya dado lugar a la génesis de suelos jóvenes (litosoles, rendzinas y regosoles) en primer lugar, a suelos con desarrollo moderado (feozems, cambisoles, castañozems) en segundo y, en menor extensión, a suelos maduros (acrisoles, luvisoles, nitosoles). La vegetación ha contribuido con la aportación de materia orgánica para la formación de suelos como feozems, rendzinas, castañozems y algunas subunidades húmicas de acrisoles y cambisoles.

Por lo anterior se considera que el intemperismo físico ha predominado sobre los procesos químicos y bioquímicos en la formación de los suelos. Algunos procesos formadores han sido la humificación de la materia orgánica para la formación de los horizontes mólicos y húmicos en suelos como los feozems, la formación de arcillas en horizontes superficiales y la posterior migración de ellas hacia horizontes más profundos para la formación del denominado horizonte argílico, como también en algunas áreas muy localizadas donde el estancamiento de agua en el interior del suelo y la acumulación de sales han ocasionado la formación de horizontes gléyicos y sálicos, respectivamente.

En general, existen limitaciones por fases físicas (lítica, gravosa, pedregosa y petrocálica) en 75.25% de los suelos en el estado y por fases químicas (salina, sódica y salino-sódica) en 1.12%, en tanto que los suelos profundos sin fase comprenden el 22.43%. La textura media es la dominante en los 30 cm superficiales de los suelos, con 77.78%, mientras que la textura fina se encuentra en 12.01% y la gruesa sólo en 9.03%, por lo que se puede decir que usualmente tienen buen drenaje interno.

Con respecto a la fertilidad inherente que presentan los suelos, se puede considerar que son de fertilidad moderada, con excepción de los acrisoles, nitosoles y algunas subunidades dístricas y ferráticas, que son de baja fertilidad pues han perdido muchos de sus constituyentes que son fundamentales para el desarrollo de las plantas cultivadas, y en algunos casos la presencia de un nivel freático muy superficial y la presencia de sales también limitan o impiden ese desarrollo.

En la siguiente figura se observan de manera general los tipos de suelo presentes en la zona donde se localiza el proyecto. Los tipos de suelos presentes en la superficie del Proyecto, se describen de acuerdo al Sistema de Clasificación de Suelos FAO/UNESCO, modificado por la Dirección General de Geografía (DGG) del INEGI, información contenida en las cartas edafológicas correspondientes; así como a la información recabada en literatura, correspondiendo al tipo Regosol.

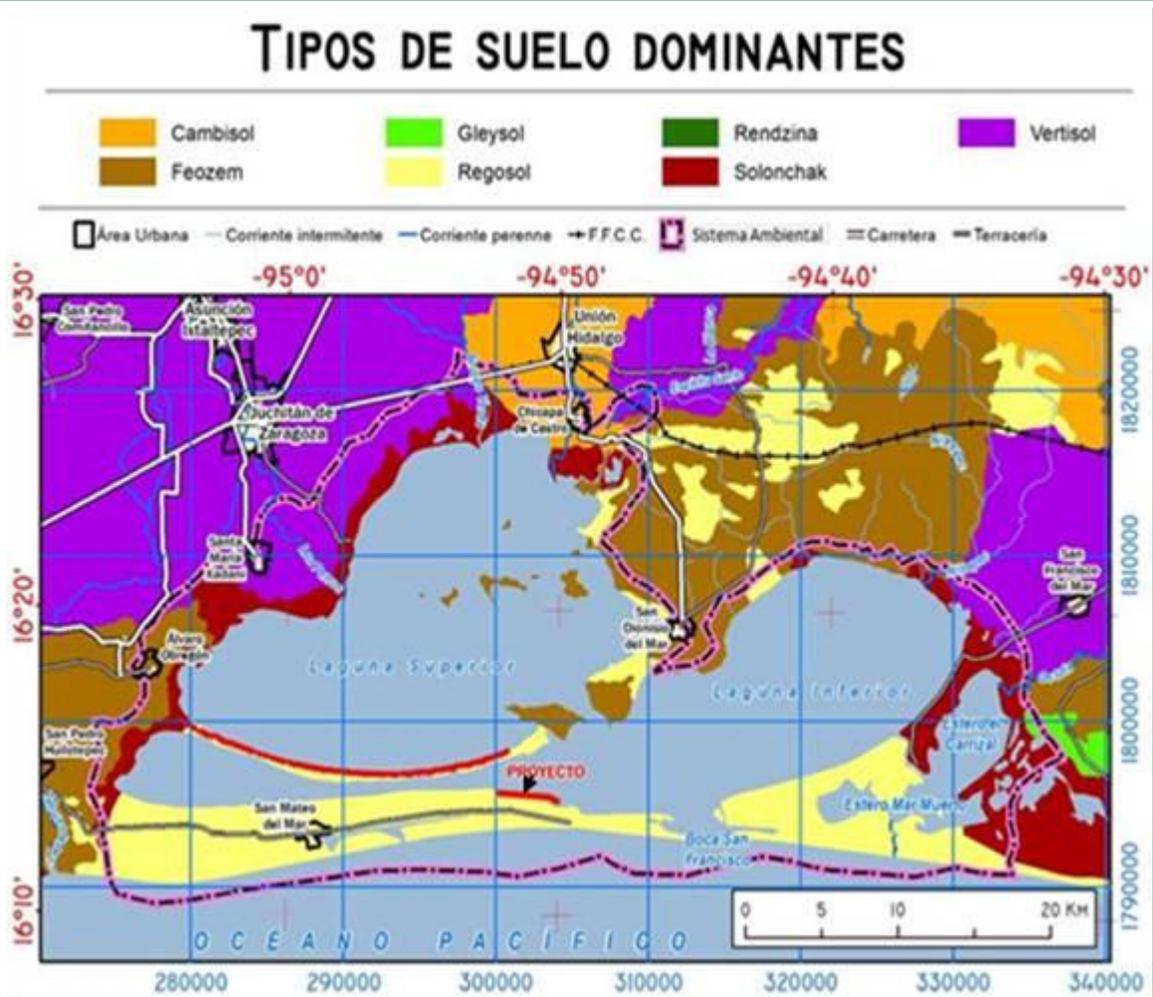


Figura IV.16. Edafología presente en la superficie donde se localiza el área de estudio.

En la siguiente figura se presenta la fase física que se encuentra en la superficie donde se distribuye el Proyecto. Observándose que no existe dominancia de alguna fase física.

## FASE FÍSICA DEL SUELO

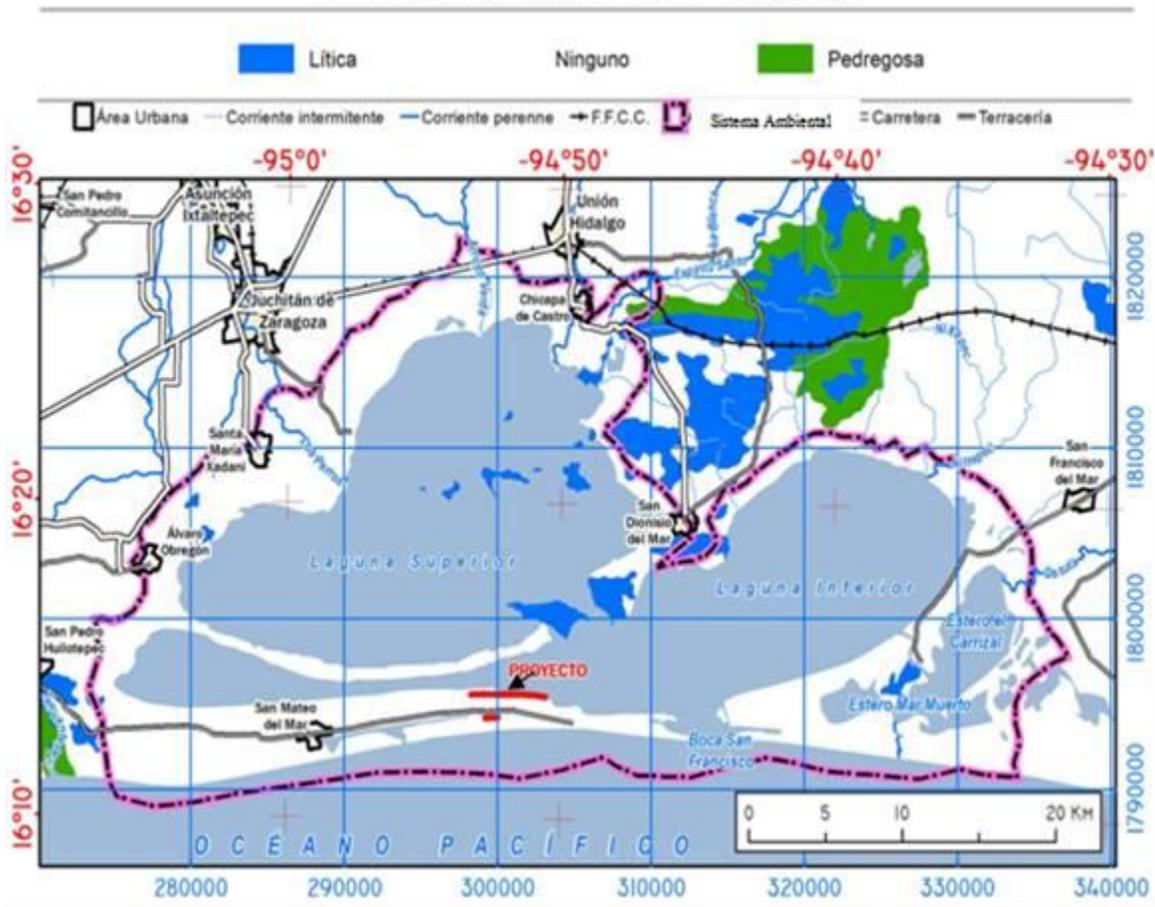


Figura IV.17. Fases físicas presentes en la Subcuenca hidrológica donde se localiza el área de estudio.

**Regosoles (R).** Estos suelos ocupan el primer lugar de dominancia con 33.09% de la superficie estatal. Se caracterizan por presentar un horizonte A ócrico, o bien, un horizonte gléyico a más de 50 cm de profundidad. Cuando la textura es arenosa, estos suelos carecen de láminas de acumulación de arcilla, así como de indicios del horizonte cámbico u óxico. No están formados de materiales producto de la intensa remoción del horizonte superior, en solución o suspensión. Son de origen residual formados a partir de rocas de muy diversa naturaleza: ígneas intrusivas ácidas, metamórficas, volcanoclásticas y sedimentarias, como también de origen aluvial a partir de sedimentos recientes; todos estos materiales conforman topoformas de sierras, lomeríos, mesetas y valles, en los que predominan muy diversos climas desde cálidos húmedos, pasando por los templados, hasta climas secos.

Se distribuyen en gran parte de la porción occidental y en áreas serranas colindantes con el estado de Chiapas. De estos suelos, 93.01% están limitados por fase lítica, 0.48% por fase gravosa y 0.30% por fase pedregosa; los que tienen limitantes químicas (fase salina y fase sódica) comprenden 1.58%, mientras que

los profundos sin ninguna limitante comprenden 4.64%. En la entidad se encuentran tres tipos de regosoles: éutricos, calcáricos y dístricos.

En la siguiente figura se puede observar la clase textural que se presenta en la zona de estudio, observándose una dominancia de la clase textural gruesa.



Figura IV.18. Clase textural presente en la zona donde se localiza el área de estudio.

#### d) Hidrología superficial y subterránea.

En el estado de Oaxaca se presentan serios contrastes en la disponibilidad regional y temporal del recurso agua, regiones como la Cañada y la Mixteca registran valores raquíuticos de precipitación, que no facilitan la acumulación de agua en grandes cantidades; en cambio, en las sierras Mazateca, Juárez, Madre del Sur y Atravesada, se reportan algunas de las láminas de lluvia más altas del país. El balance general del estado en relación con los volúmenes utilizados contra los escurrimientos y disponibilidad en los acuíferos es positivo;

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

el problema radica en la distribución areal y temporal del recurso, ya que dentro del estado no se cuenta con la adecuada infraestructura para el almacenamiento estratégico y posterior distribución; la abrupta topografía del territorio oaxaqueño no facilita el almacenamiento natural del agua, sea éste en el subsuelo o superficialmente.

Como ya se mencionó, en diversas porciones se registran precipitaciones altas que, con apropiada infraestructura y óptimos planes de aprovechamiento, podrían satisfacer las demandas futuras más urgentes de la entidad; otra de las necesidades apremiantes es conocer la disponibilidad real en los diferentes acuíferos y cuencas, la calidad del agua, así como saber cuándo se requiere de un saneamiento de los sistemas; para realizar todo lo anterior, es necesario el desarrollo de adecuadas redes de medición volumétrica y de calidad de agua. Dentro del estado es apremiante conocer la evolución de los acuíferos de los Valles Centrales (Etna, Tlacolula y Zimatlán), ya que son la principal fuente de abastecimiento de agua de la mayor concentración poblacional dentro del estado de Oaxaca.

Actualmente, la actividad industrial no presenta un desarrollo que demande grandes volúmenes de agua (excepto en Salina Cruz por la influencia de la Refinería Antonio Duvalí), en general el incremento constante en la demanda del recurso es para uso doméstico, que genera el problema del manejo de grandes volúmenes de aguas negras. Es conocida la importancia del agua como sostén de los diferentes ecosistemas, hay zonas de la entidad que comienzan a tener problemas de saneamiento que repercuten en la variedad y en la calidad de vida de las distintas especies animales y vegetales.

### ***Región Hidrológica***

Se destaca que la ubicación del proyecto, se encuentra en la Región Hidrológica 22 “Tehuantepec”, denominada así por la Comisión Nacional del Agua, la cual está situada en la costa sur del Océano Pacífico, dentro del Estado de Oaxaca. Esta región se extiende desde el centro del estado hasta la desembocadura del río Tehuantepec, en el sureste (Ver la siguiente figura).

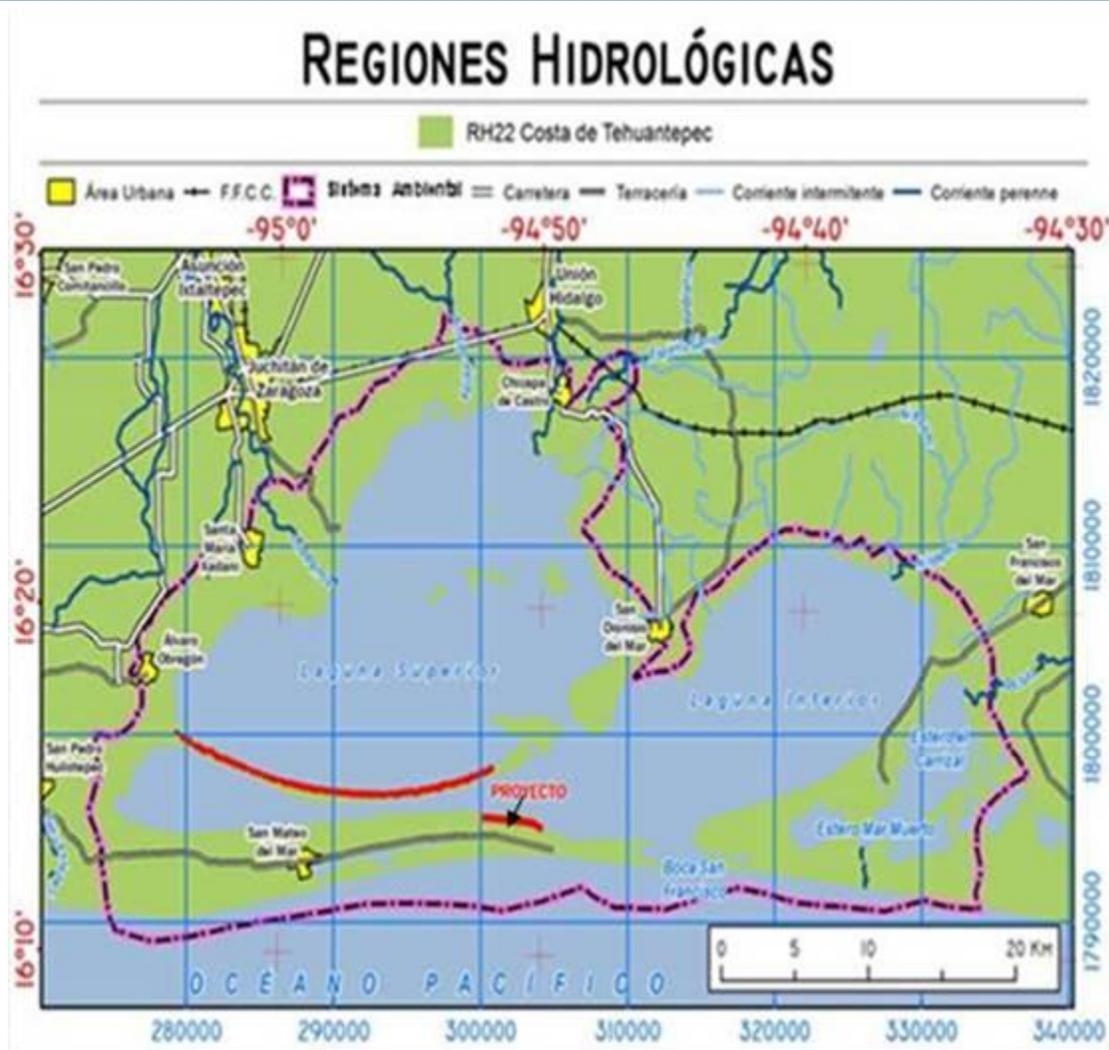


Figura 1V.19. Ubicación del polígono del proyecto con respecto a la Región Hidrológica No. 22.

**Condiciones ambientales generales del Sistema Lagunar (Laguna Superior y Laguna Inferior).**

La zona del proyecto forma parte de un sistema lagunar (lagunas superior e inferior) que son reguladas por Cabo Santa Teresa y la Boca de San Francisco y en la zona no se observa la presencia de corrientes o embalses. En la época de lluvias parte del brazo Santa Teresa queda inundado, mercando un continuo entre las dos Lagunas, sin embargo la columna de agua en estas porciones aún y cuando no sobrepasa los 0.50 m, si representa un riesgo durante el transporte terrestre de la maquinaria e insumos requeridos para el desarrollo del proyecto. Estas lagunas presentan un profundidad escasa (por debajo de los 6 m en la laguna superior y 2.5 m en la laguna inferior). Por otra parte, se tiene la presencia de 3 espejos de agua que limitan el paso de las aves sobre las lagunas, debido a las condiciones poco favorables para la formación de

corriente termales de aire caliente que faciliten el planeo. Por lo que, las aves usan la zona continental de la barra de Santa Teresa.

La vegetación que se encuentra corresponde a asociaciones de plantas como acahual de bosque espinoso, acahual de bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, vegetación halófila y manglar de tipo matorral.

Los recursos hidrológicos más importantes con que cuenta el municipio de Juchitán se originan al sur de la sierra atravesada estando formadas por varias corrientes que descienden cada una por separadas siguiendo un trayectoria casi recta hasta desembocar en el océano pacífico, siendo el río “los perros” o San Jerónimo, el principal para la ciudad de Juchitán. En el estado de Oaxaca se presentan las siguientes regiones hidrológicas: RH-28, Papaloapan; RH-20, Costa Chica-Río Verde; RH-22, Tehuantepec; RH-21, Costa de Oaxaca (Puerto Ángel); RH-29, Coatzacoalcos; RH-18, Balsas; RH-23, Costa de Chiapas y RH-30, Grijalva-Usumacinta.

La zona de estudio se ubica en la porción sureste de la subcuenca denominada Tequila perteneciente a la cuenca Laguna Superior e Inferior de la RH22 (Costa de Tehuantepec). Así como a la cuenca hidrológica Laguna Superior e Inferior (ver la siguiente figura).

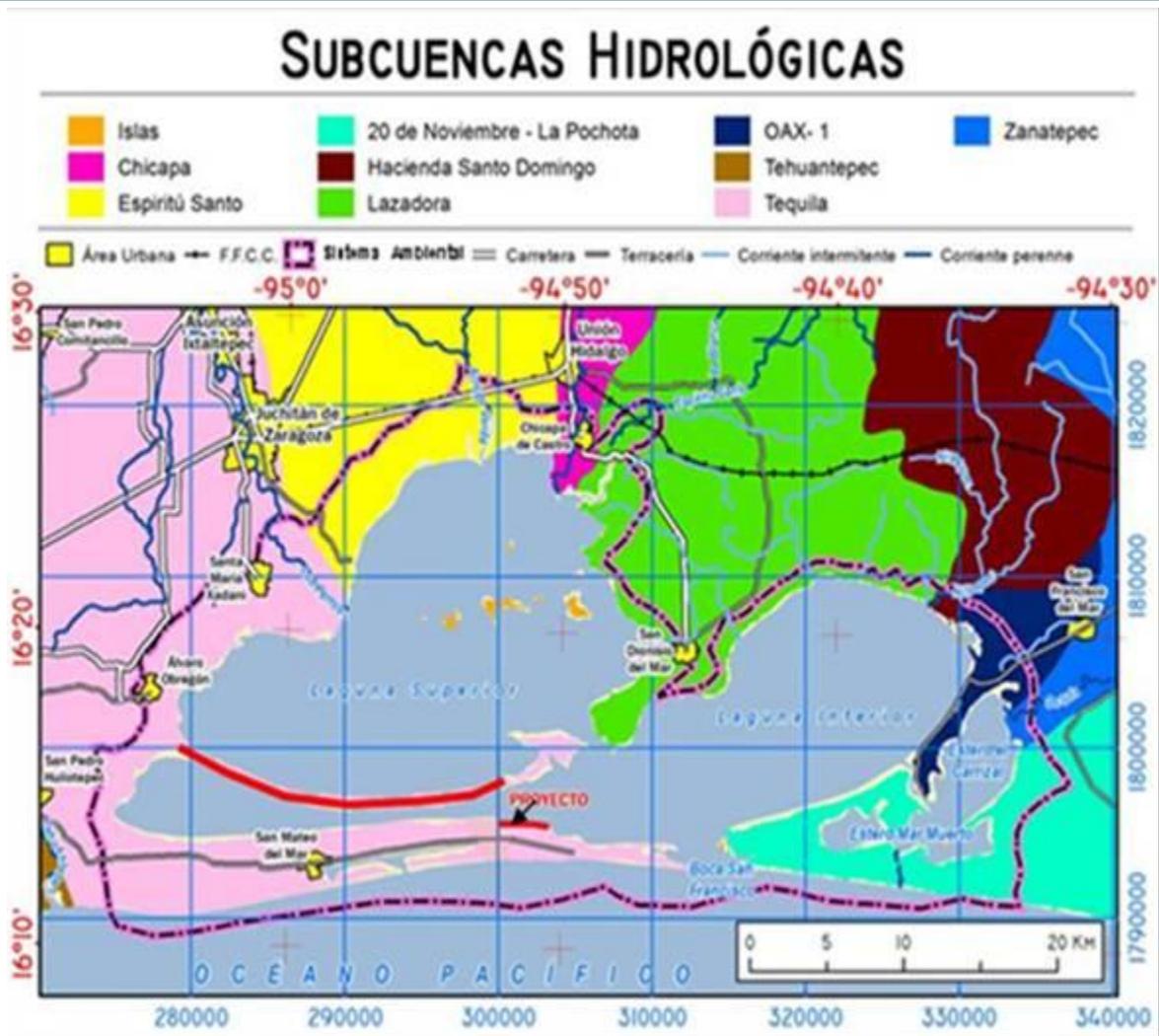


Figura IV.20. Subcuencas hidrológicas del Sistema Ambiental del proyecto.

#### Hidrología superficial.

- **Recursos hidrológicos (embalses y cuerpos de agua) existentes en el predio del proyecto o que se localizan en el Sistema Ambiental**

En el estado se observa un balance positivo al comparar las entradas y los usos del recurso agua; sin embargo, en zonas como la Cañada y en muchas porciones de la Mixteca, se presentan serios déficits sobre todo durante la época de estiaje, además de que la calidad del agua no es de la más alta en relación con otros lugares del estado; en contraste, en zonas como la ladera norte de la sierra Juárez, la disponibilidad es muy alta comparada con la media del Estado; sin embargo, en esta región la concentración de población es baja, así como el desarrollo de la agricultura y de la industria, esta situación da como resultado que grandes volúmenes del vital líquido viajen grandes distancias sin un óptimo aprovechamiento. En las regiones Costa,

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

Istmo y Valles Centrales, el recurso está disponible sólo durante la época de lluvias, mientras que en el estiaje baja considerablemente hasta en ocasiones casi desaparecer.

En la entidad existe una extensa red de drenaje que funciona únicamente durante el periodo de lluvias; además, debido a la naturaleza geológica de las rocas que forman la mayor parte de la superficie estatal y a la compleja orografía, no se han desarrollado las condiciones apropiadas para la formación de grandes acuíferos que capten y mantengan disponible el recurso una vez que ha cesado la temporada de lluvias; por ello, es necesario conocer la distribución temporal y regional del recurso.

El total de volumen virgen escurrido dentro del estado se estima en 63,719 millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ), de los cuales 20,386  $Mm^3$  (32%) vierten al Golfo de México, a este volumen hay que sumar 1,568  $Mm^3$  que ingresan de las cuencas de los ríos Salado y Tonto, provenientes del estado de Puebla (136  $Mm^3$  y 1,432  $Mm^3$  respectivamente), siendo el gran total de 65,287  $Mm^3$ ; el área de captación se estima en 34,978  $km^2$ . Para evaluar la cantidad y la calidad del agua superficial en el estado de Oaxaca, se cuenta con 16 estaciones que pertenecen a la Red Nacional de Monitoreo.

En la superficie del proyecto no se localizan escurrimientos superficiales de algún tipo, mientras que en el Sistema Ambiental solamente se localizan alrededor de seis escorrentías importantes y que desembocan en las Lagunas tanto Superior como Inferior (ver la siguiente figura). En la zona donde se localiza el proyecto solamente se presentan algunos pequeños encharcamientos producto de lluvias torrenciales y de manera intermitente.





Figura IV.22. Calidad del agua en el Sistema Ambiental del Proyecto.

A continuación se muestra parte de los estudios que se llevaron a cabo para determinar las características de la hidrología superficial, así como su dinámica litoral. Cabe resaltar que este estudio hidrológico ha sido parte de varios proyectos que se han llevado a cabo en la zona, por lo cual las figuras que se integran, no presentan el límite del Sistema Ambiental del proyecto, sin embargo, si se considera como el área de influencia más cercano al proyecto.

- **Características Geológicas**

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

La forma de la barra principal es ligeramente curvada, con una punta arenosa, presentando un ancho promedio de 2.8 km, con un largo aproximado de 40 km. La barra comienza desde la parte continental en el margen oeste, con una anchura de 5 km, adelgazándose hacia el este hasta tener anchos de hasta 200 m, mostrando una doble punta. La elevación media de la barrera es entre 2-3 m.s.n.m. observándose un ligero incremento en la elevación en la parte central. La elevación mayor de la barrera se presenta cerca de San Mateo del Mar, con una elevación media entre 4-5 m.s.n.m.

Las playas de la barra principal que colindan con el océano, se encuentran expuestas a las olas de rompiente del Golfo de Tehuantepec. Los vientos del litoral de la región aparecen reforzando la pendiente y la zona de rompiente. Durante los períodos de oleaje fuerte, los vientos del litoral hacen que la zona de retorno se caracterice por presentar gravas y gravillas redondeadas en la base de la zona de rompiente. Esto es más notable en las playas del oeste.

Los sedimentos de la barra principal en general son arenas medias, con una moderada clasificación y composición multimineral, mientras que los sedimentos de la cara de la playa son sedimentos de arenas gruesas a medias, sesgado hacia los tamaños gruesos presentándose en la zona de rompiente arena gravosa. Una variedad de conchas se encuentran en la parte superior de la cara de la playa, pero menos del 6% del material es carbonatado.

La morfología que se presenta en la parte oeste de la Barra Principal es muy notoria, ya que se pueden observar los cordones de crecimiento que se han tenido con respecto al tiempo en todo lo ancho de la barra, aunque existan evidencias de parcelas de cultivo en dicha área. Esta estructura va desapareciendo hasta donde empieza la Laguna Quirio y solo quedando evidencias de la estructura en la parte colindando con el océano.

En el margen interior de la Barra Principal que colinda con el Mar Tileme se presentan estructuras de lineamientos de sedimentos, cuyos sedimentos son arenas, estos lineamientos generan la desaparición de las estructuras de los cordones y de dunas originales depositadas. Estas estructuras se deben a los fuertes vientos que proceden del noreste y norte teniéndose velocidades promedio de 10 m/seg, durante los periodos de octubre a febrero y considerándose los vientos más fuertes (Atlas de Recursos Eólicos de Oaxaca, 2004).

Aunado a estas estructuras también se registran zonas de inundación, que se encuentran comunicadas con la Laguna Quirio, ocasionando que cuando la marea tiene sus máximos niveles estas zonas se anegan de agua, pasando muchas veces hacia lo que es el Mar Tileme, generándose así, una erosión de los depósitos de arena que se encuentran en la barra o bien, en algunas zonas no presentan tal comunicación y puede ser que tengan un nivel más bajo del que sube la marea y por infiltración pueden rellenarse dichas zonas y posteriormente drenar hacia la laguna (Mar Tileme).

Hacia la parte este de la Barra Principal se localiza una pequeña laguna denominada Quirio. Ésta se encuentra paralela a la barra de forma alargada con una extensión de 10 km, comunicándose a través de dos canales principales uno con dirección hacia Santa María y el otro hacia San Mateo con unión a una boca principal de aproximadamente 200 m, que se encuentra directamente en contacto con el Golfo de Tehuantepec.

- ***Dinámica del litoral costero***

Al respecto cabe mencionar que se realizó un Estudio de Dinámica del litoral y Estudio Oceanográfico del frente marítimo, el cual consistió en realizar análisis mediante el empleo de modelos numéricos con el fin de predecir el comportamiento de los fenómenos hidrodinámicos (vientos, oleaje, marea, corrientes y transporte de sedimentos), y su probable comportamiento sobre el litoral costero, por efecto del punto de atraque propuesto, a continuación se indica para cada fenómeno las conclusiones más relevantes indicadas a través de dichos estudios.

Vientos

El análisis se realizó a través de la instalación de dos torres de monitoreo sobre la barra, obteniendo que la mayor frecuencia en la dirección y magnitud de los vientos, son provenientes del Norte, los cuales son los principales generadores de oleaje, así como del desplazamiento eólico de sedimentos, de los cuales está formada la barra litoral. Los vientos más fuertes ocurren normalmente durante las épocas de otoño e invierno, mientras que los vientos más débiles se presentan en verano. El rango de variación de las velocidades del viento promedio mensual durante el período de registro fue de unos 6.5 m/s. A continuación se presenta un mapa con la distribución de velocidades de viento.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
 para el proyecto  
 "Estaciones de atraque para el proyecto Parque Eólico San Dionisio"

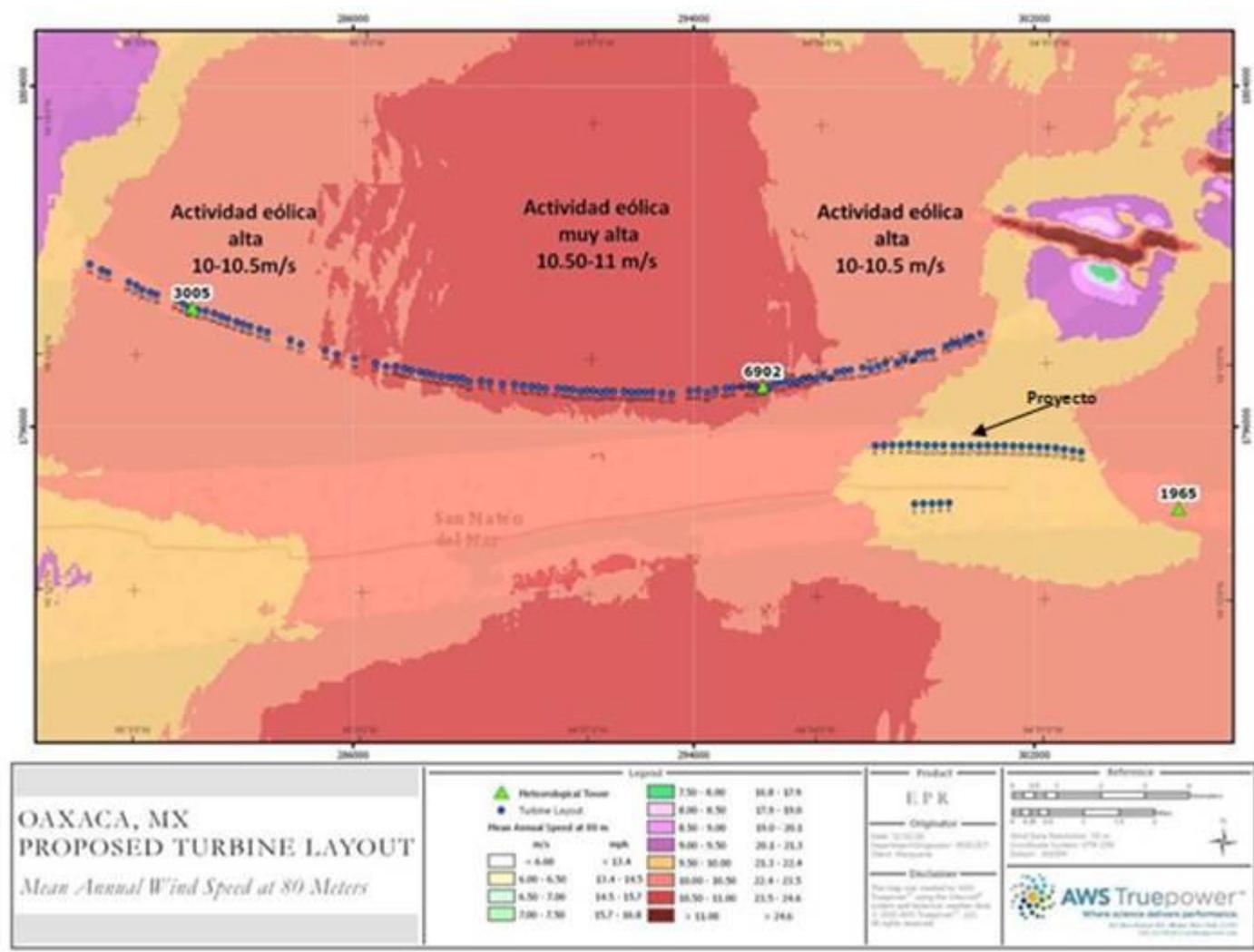


Figura IV.23. Mapa de velocidades de viento, mostrando los valores más relevantes obtenidos sobre Santa María del Mar.

Oleaje

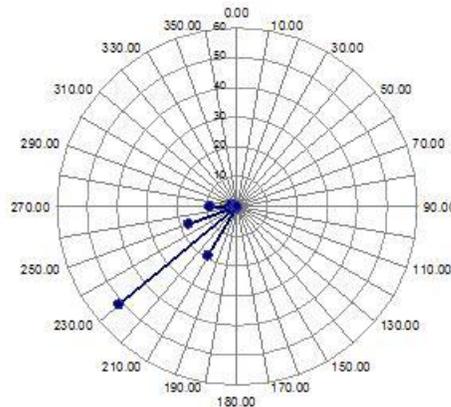
El oleaje es producido principalmente por la fricción que generan los vientos sobre la superficie libre de las aguas. Las olas generadas por el viento se producen con diferentes alturas y formas, dependiendo de la dirección y magnitud de las fuerzas actuantes, tiempo, área de influencia y de las velocidades de impacto, lo cual indica, que tanto la fuerza actuante sobre la superficie libre del fluido, como la magnitud del desplazamiento son importantes en la variación de estas alturas.

En condiciones meteorológicas ordinarias, el oleaje presenta diversas características en altura, periodo, y dirección, sin embargo, estas se ven alteradas e incrementadas bajo la presencia de condiciones extraordinarias por lo tanto, este fenómeno fue analizado tanto en condiciones normales, como en condiciones extraordinarias de forma independiente, ya que el diseño del punto de atraque, debe de resistir ambas condiciones, en caso de presentarse fenómenos extraordinarios.

Por lo tanto en condiciones normales, en la siguiente tabla, se indica que las direcciones sobresalientes son la dirección SW y sus direcciones adyacentes (E y SSW), en términos generales todo el oleaje se presenta en este cuadrante, tanto en la representación anual como en la representación estacional.

**Tabla IV.3 Frecuencia de Ocurrencia de oleaje por Dirección**

Ángulo (°)	Frecuencia (%)
190	0.89
210	19.15
230	51.1
250	17.05
270	9.15
290	2.06
310	0.6
<b>Total</b>	<b>100 %</b>



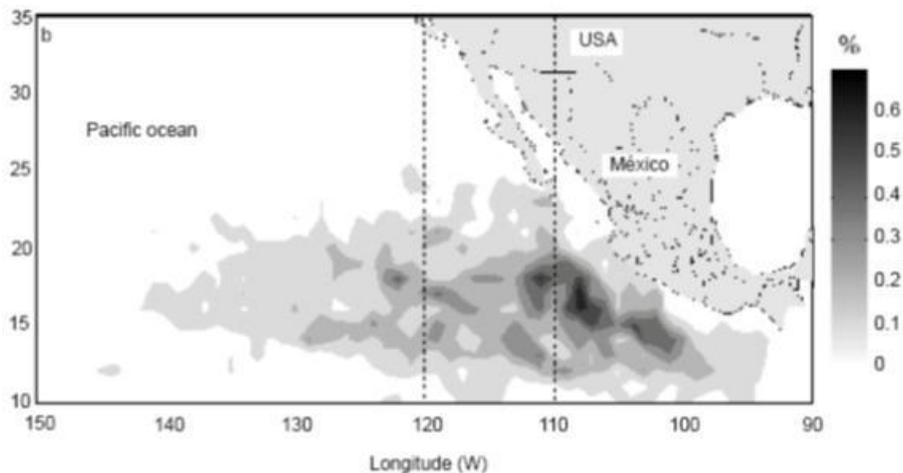
A partir del análisis de oleaje presentado, los datos significantes de oleaje normal son mostrados en la siguiente tabla, los cuales serán empleados para las simulaciones correspondientes.

**Tabla IV.4 Datos para simulación de oleaje Normal.**

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estaciones de atraque para el proyecto Parque Eólico San Dionisio”

Dirección	Altura de ola (m)	Periodo (s)	Frecuencia (%)
SUROESTE	0.82	9.26	51

En el caso de condiciones extraordinarias, fueron analizados los fenómenos presentados durante el periodo comprendido entre 1946 y 2010, de acuerdo con la información histórica de Huracanes en el Océano Pacífico, y al respecto, se obtuvo que de 842 eventos registrados solo el 2% afectaron las costas de Oaxaca, por lo que la zona de estudio se ubica en los límites del área de generación de ciclones, sin embargo, no es una región de mucho riesgo debido a que las costas de Oaxaca no se encuentran expuestas directamente al embate o incidencia de estos fenómenos, tal y como se aprecia a continuación en la siguiente imagen.



**Figura IV.24** Densidad espacial de las trayectorias de los ciclones (en porcentaje por unidad de área).

Asimismo, de acuerdo con los modelos utilizados para estimar el oleaje de tormenta incidente en la zona de estudio, éste se encuentra entre los 3.0 y 4.0 m, por lo que de acuerdo al criterio de máximos valores, se presentó una altura de oleaje de 4.0 m, mientras que el cálculo del periodo, se obtuvo un valor de  $T = 9.6$  s, provenientes de la dirección Suroeste, que de acuerdo a su forma en que arriba a la costa, es la dirección que presenta la mayor concentración de energía, lo cual representa el caso más significativo.

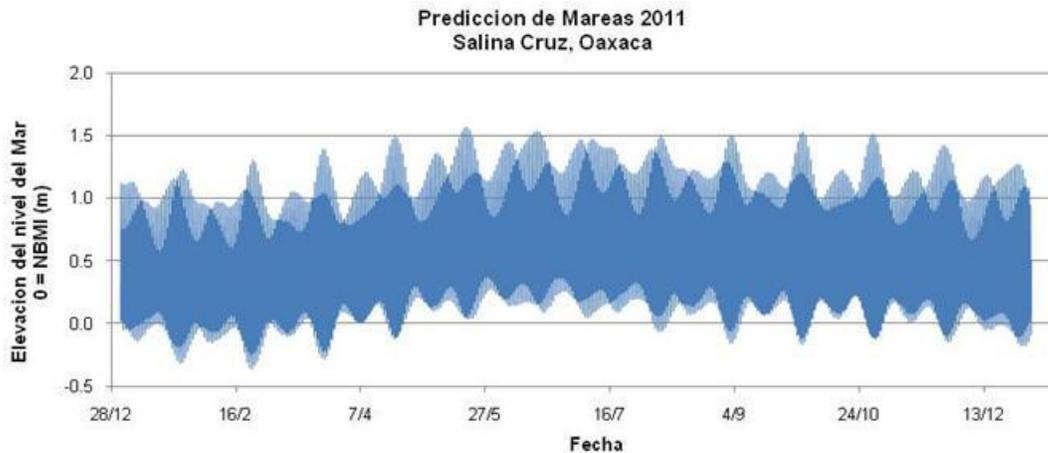
**Tabla IV.5 Datos significantes del estudio de oleaje por tormenta, Método del Huracán Estándar.**

Altura de ola (m)	Periodo (s)
4.0	9.6

#### Marea

La marea astronómica es la diferencia de niveles que se produce en la superficie libre de las aguas oceánicas por efecto principalmente de la atracción de los astros, esencialmente la luna sobre la masa de agua que contienen los océanos, este movimiento conlleva cierta periodicidad considerada como onda de largo periodo, en la región de Salina Cruz la marea que se produce es de tipo semidiurna, es decir, que presenta dos pleamares y dos bajamares en un ciclo diario.

Para conocer la magnitud de los niveles que se presentan en la zona de estudio, se recurrió a las predicciones editadas por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), de la cual se obtuvieron las predicciones para el año 2011 de la estación de Salina Cruz, Oaxaca, donde se cuenta con una estación mareográfica administrada por este centro de investigación. En la siguiente figura se muestra gráficamente los niveles estimados de las predicciones del año 2011 de Salina Cruz, Oaxaca con referencia al NBMI (0.00m).



**Figura IV.25** Gráfica de predicción de marea para el 2011 en Salina Cruz, Oax. Fuente: CICESE

Derivado de lo anterior, se tiene que la marea puede no ser tan relevante para el efecto de transporte de sedimentos ya que la velocidad de desplazamiento de la masa de agua que producen las mareas, presenta velocidades muy reducidas que no difícilmente pueden desplazar al sedimento promedio, sin embargo su afectación es muy significativa desde la perspectiva de que este fenómeno permite que el oleaje transite hasta determinado punto de las lagunas en función del nivel del mar en que se encuentre.

#### Corrientes

En relación con las corrientes se obtuvo, que en los sitios considerados para la ubicación del punto de atraque, éstas son de muy baja magnitud, con valores, más significantes en la zona de rompiente, que no rebasan los 0.20 m/s, sin embargo, fuera de esta zona, las corrientes litorales, son casi nulas. Lo anterior fue considerando los siguientes valores para la simulación:

**Tabla IV. 6 Datos de oleaje para la simulación de la dinámica litoral en la costa de Santa María del Mar.**

Longitud del Fetch (m)	Vel viento (m/s)	H (m)	T (s)
4000	10.25	0.32	2.03
10000	10.75	0.51	2.69

#### Transporte de sedimentos

Al respecto, la obra propuesta (punto de atraque) es conformada de un arranque soportado en pilotes, y una plataforma en la zona marítima flotante, la cual es tensada para evitar desplazamientos en sus 4 aristas. Este tipo de obra, presenta características permeables, es decir, que no interrumpen la trayectoria del material sólido, permitiendo el libre paso de las corrientes litorales, evidentemente los pilotes desplantados son cuerpos sólidos, sin embargo sus dimensiones son tan pequeñas que las alteraciones que puedan presentar se consideran insignificantes.

En términos generales, la zona de estudio, como se ha mencionado, esta morfológicamente muy resguardada de los efectos marítimos, aunque la generación de corrientes es proporcionada por el viento que se presenta en la zona de estudio y las variaciones de niveles, por lo que la zona que presenta mayor vulnerabilidad de transporte de sedimentos eólicos, es la región central, donde la pluma que se observa producida por el desplazamiento de sedimentos se presenta más grande.

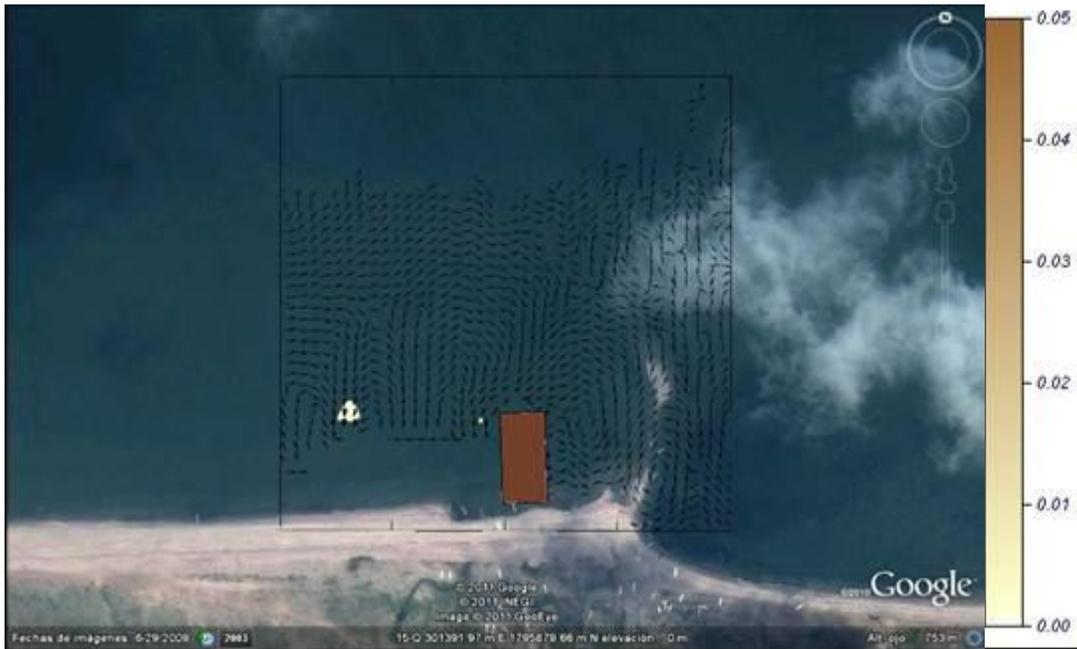
En base a los a los resultados obtenidos en las muestras de arena, se obtuvo lo siguiente:

De acuerdo al SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) las muestras se encuentran clasificadas como una arena media a fina mal graduada con poco o nada de finos (SP) a excepción de las muestra M-1 (S-09) y M-7 (S-07) en donde se tiene una arena

arcillosa (SC) y una arcilla de alta plasticidad con alto contenido de materia orgánica (OH); por lo que se deberá tener cuidado con estos materiales debido a que generalmente son susceptibles a generar problemas si son usados para cimentación.

Se calculó la evolución de la línea de costa que se produciría con la ubicación del punto de atraque, empleando el método de J M Brossen de forma conjunta con el método de Flujo de energía, obteniéndose que el mayor desplazamiento se genera en la zona de rompiente, en donde las condiciones de energía se elevan por este mismo efecto, por lo cual, es en esta misma zona donde los valores de transporte de sedimentos son representativos del comportamiento litoral.

Las figuras siguientes muestran el caso del Dock, la primera imagen como se ha descrito indica el potencial de transporte, y la segunda imagen, refiere la evolución de la línea de costa en un periodo de 60 días, los resultados indican el gasto sólido en  $m^3/hr$ , s.



**Figura IV.26.** Corrientes litorales conformadas en la playa para la ubicación del Dock 6, generado por el oleaje proveniente de la dirección N, escala grafica en  $m^3/s$ .

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estaciones de atraque para el proyecto Parque Eólico San Dionisio”

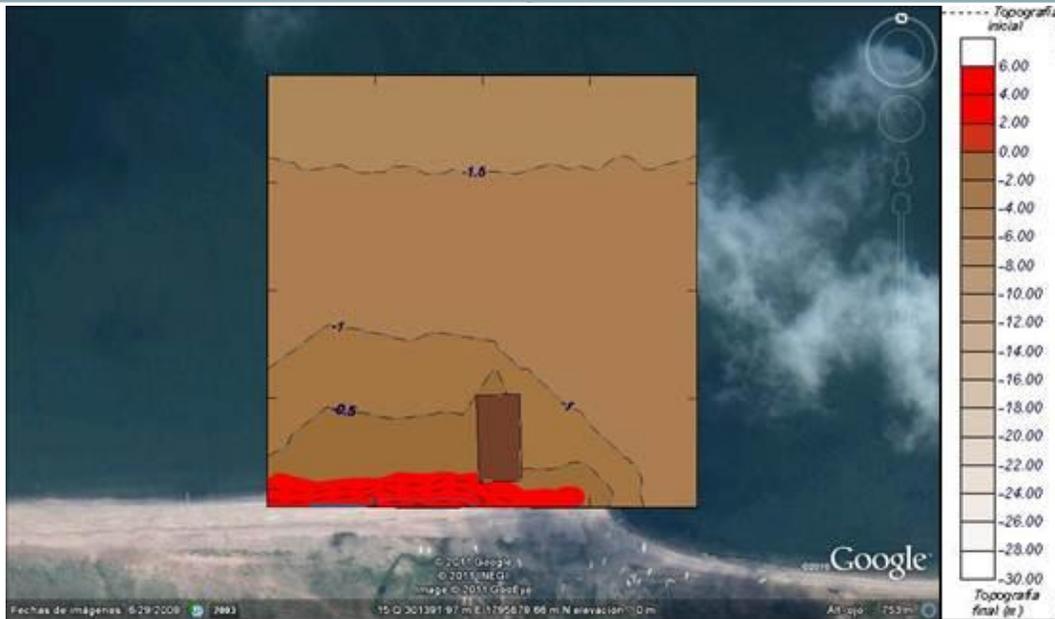


Figura IV.27. Evolución de la línea de costa en la región del Dock 6, costa norte de Barra Santa Teresa, Oax.

#### **Hidrología subterránea**

Las zonas con condiciones aptas para la extracción de aguas subterráneas son principalmente valles intermontanos con reducidos espesores de material granular y varios rangos de permeabilidad; el resto del potencial geohidrológico se concentra en pequeños valles costeros, en la provincia fisiográfica Llanura Costera del Golfo Sur, así como en el Istmo de Tehuantepec; en los primeros, los coeficientes de transmisividad hidráulica en el subsuelo son altos, el principal material constituyente son arenas de grano mediano y grueso sin consolidar; la limitante generalizada es que son valles de extensión y espesor de material aluvial reducidos; en la Llanura Costera del Golfo Sur, la permeabilidad disminuye, la causa principal es la gran cantidad de arcillas que forman parte del relleno aluvial, otra de las características de la zona es que los espesores de material detrítico son los más potentes del estado; en la planicie costera del Golfo de Tehuantepec las condiciones de transmisividad hidráulica son muy irregulares, existen zonas con muy altos coeficientes de transmisividad distribuidas en áreas donde el rendimiento baja considerablemente.

La existencia de acuíferos confinados en rocas calizas en la región Mixteca, ha permitido desarrollar infraestructura agrícola basada en la perforación de pozos profundos, dichas obras alcanzan profundidades mayores de 300 metros y descargan caudales que rebasan los 100 litros por segundo; también se comprobó la presencia de un acuífero confinado en el Valle de Tlacolula; la perforación del pozo exploratorio Tanivet en el poblado del mismo nombre, descubrió la presencia de agua salada contenida en riolitas fracturadas; en los acuíferos confinados en calizas de la región Mixteca generalmente la calidad del agua es buena, en ocasiones salobre y en muy pocos casos salada.

La región con mayor desarrollo de infraestructura para la explotación del agua subterránea es Valles Centrales, precisamente aquí se registra la mayor densidad poblacional del estado, en los valles de Etla,

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estaciones de atraque para el proyecto Parque Eólico San Dionisio”

---

Zimatlán y Tlacolula se han desarrollado zonas agrícolas que apoyan su producción en el riego artificial; la situación del acuífero aún no registra casos severos de sobreexplotación, aunque sí se ha registrado el incremento en la profundidad del nivel estático regional y conos de abatimiento local como es el caso de la zona productora de hortalizas de San Antonino Castillo Elasco, al sur de la ciudad de Oaxaca de Juárez. En esta región uno de los crecientes problemas es la contaminación provocada por los desechos del drenaje de las poblaciones asentadas en los valles, estas descargas son vertidas sin tratamiento alguno a los ríos Atoyac y Salado, este último tributario del primero y colector de las descargas generadas en el Valle de Tlacolula; al no existir tratamiento previo a las aguas residuales, los pozos que extraen agua cerca de las márgenes del río Atoyac registran concentraciones de coliformes fecales que exceden las normas de la Secretaría de Salud para el consumo de agua potable.

La presencia de grandes sistemas montañosos dentro de la entidad, la mayoría de ellos de rocas impermeables, así como los altos registros de lluvia que en ellos se registran, provocan que broten gran cantidad de manantiales de bajo caudal, muchos de ellos son utilizados para el abastecimiento de agua potable de las comunidades asentadas en la sierra, en algunos casos complementan el abastecimiento a los sistemas de riego; mientras que el caudal de otros es aprovechado para generar energía eléctrica (Hidroeléctrica Tamazulápam), otro uso es con fines recreativos, como los manantiales que brotan en Magdalena Tlacotepec, Santiago Laollaga y Villa de Tamazulápam del Progreso, entre otros; generalmente los manantiales se encuentran ubicados en las laderas de los cerros o a lo largo de los arroyos; su temperatura varía, en la sierra Juárez y en la Sierra Madre del Sur, la temperatura media es del orden de 18°C, mientras que en la región Mixteca y en el Istmo es de aproximadamente 22°C.

**Zonas de Veda.**

La explotación de los acuíferos en el país y desde luego el volumen de extracción del agua subterránea en las diferentes cuencas hidrológicas, son controlados por la Comisión Nacional del Agua (CNA), mediante el Decreto de Zonas de Veda publicado en el Diario Oficial de la Federación.

El proyecto no se encuentra localizado en alguna zona de veda de acuíferos dictaminada por la Comisión Nacional del Agua (CNA), situación que puede observarse en la siguiente figura.



**Figura IV.28.** La superficie del Proyecto, así como el Sistema Ambiental se localiza fuera de un área libre de Veda de acuíferos.

Por otra parte, en mayo de 1998, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP's)*, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. Este programa forma parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estaciones de atraque para el proyecto Parque Eólico San Dionisio”

Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad. Según esta información, el Proyecto no se encuentra ubicado en alguna de estas Regiones (ver la siguiente figura).

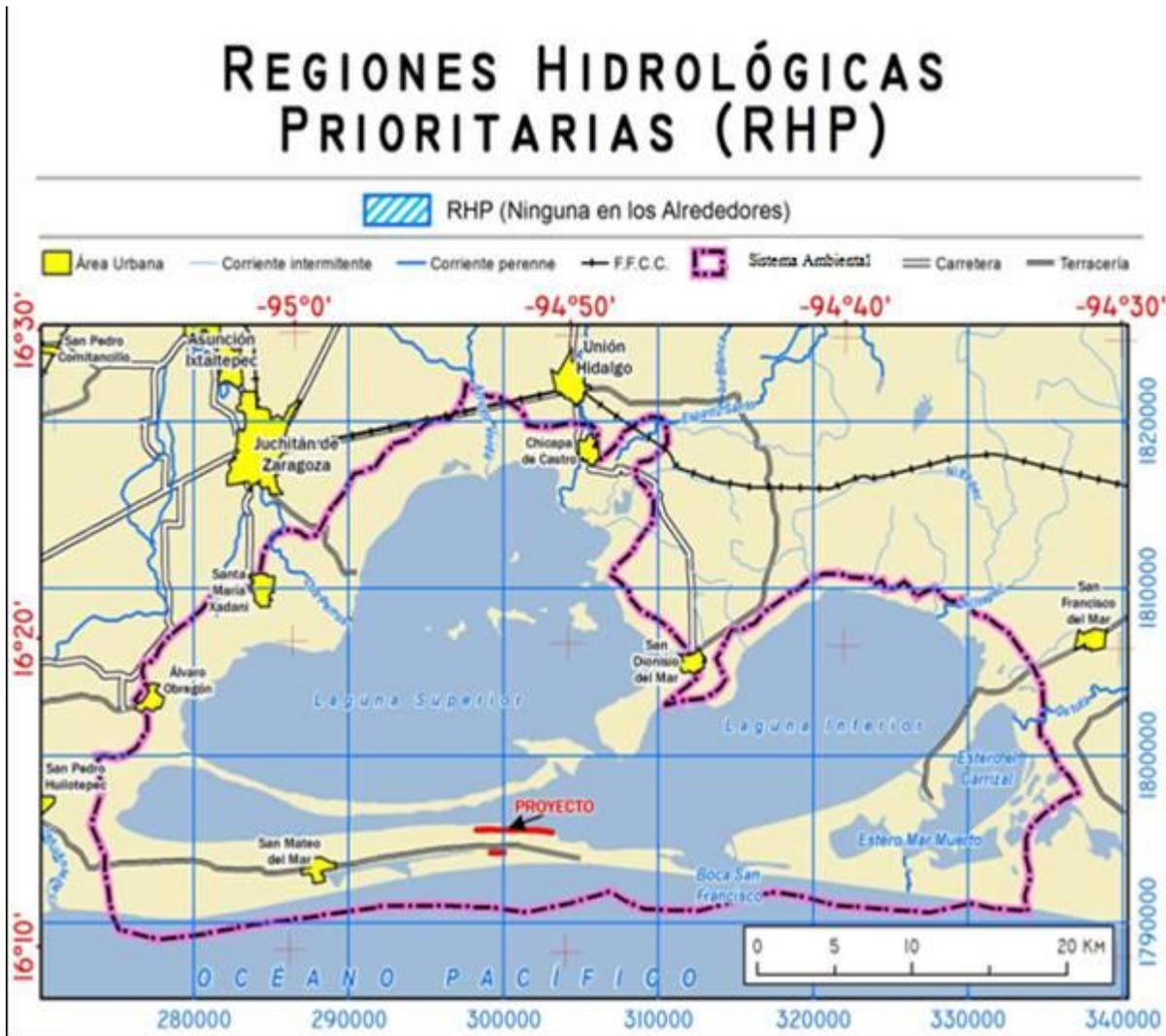


Figura IV.29. El área de estudio no se encuentra en alguna Región Hidrológica Prioritaria.

El modelo se aplicó para la Playa en Santa María del Mar, lo anterior con el fin de estimar el transporte que entra a la celda litoral de acuerdo a las condiciones de oleaje, el oleaje que se presenta en la región no alcanza las corrientes necesarias para iniciar el desplazamiento, sin embargo, considerando las direcciones de oleaje que pueden presentarse en espacio de fetch muy reducidos, pueden generar magnitudes de corrientes que permitan el desplazamiento de material sólido en un balance del transporte perpendicular a la línea de costa.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estaciones de atraque para el proyecto Parque Eólico San Dionisio”

---

Derivado de lo anterior, se tiene que la evolución de línea de costa, no se presentan cambios entre las condiciones actuales y las condiciones de proyecto, esto no significa que no exista movimiento de sedimentos, lo que expresa es que es una playa en equilibrio y que el punto de atraque propuesto para las maniobras de los trabajos a ejecutarse en el proyecto no alteraran las condiciones actuales.

Como conclusiones del “Estudio Dinámico del litoral y Estudio Oceanográfico del frente marítimo”, se contemplan las siguientes:

- 1.- En general la construcción de la obra, no generará impactos significativos en cuanto a transporte de sedimentos.
- 2.- Debe considerarse la ejecución de obras permeables que garanticen el flujo hidrodinámico.
- 3.- Debe ponerse especial cuidado durante los trabajos de instalación del punto de atraque, ya que el diseño presentado muestra permeabilidad bajo las estructuras, sin embargo, de no considerarse como están en el proyecto, interrumpirán el transporte litoral modificando la línea de costa.
- 4.- Se recomienda monitorear la línea de costa, antes de las obras y después, con el fin de evaluar los cambios en esta.
- 5.- De igual forma, es conveniente un monitoreo anual, ya que se estima el viento ha empujado la barra en su parte central hacia la Laguna Inferior.

Al respecto dichas recomendaciones derivadas del “Estudio Dinámico del litoral y Estudio Oceanográfico”, serán consideradas en el apartado correspondiente a las medidas de mitigación propuestas por la instalación del punto de atraque.

## IV.2.2 Aspectos bióticos.

A partir de la delimitación del Sistema Ambiental se describirán los elementos de la flora y fauna que lo integran. Esta descripción se realizó a partir de información bibliográfica así como de recorridos en campo para verificar y actualizar la información correspondiente.

### **Vegetación terrestre.**

Oaxaca se caracteriza por ser un sitio con una alta riqueza, en el caso de la vegetación no es la excepción ya que alberga una gran variedad de asociaciones vegetales. Para el estado se reconocen 26 asociaciones, entre los cuales las agrupaciones vegetales predominantes son los bosques, matorrales, selvas y la vegetación acuática por mencionar algunos.

De acuerdo a la clasificación de Rzedowski, la flora del Distrito de Tehuantepec, donde se ubica el Sistema Ambiental, se caracteriza por la presencia de los siguientes tipos de vegetación: bosque mesófilo de montaña, bosque tropical caducifolio, bosque de *Quercus*, bosque de coníferas, manglar, bosque de galería, bosque o selva espinosa, matorral xerófilo, pastizal, palmar, vegetación acuática y subacuática y vegetación halófila.<sup>4</sup> Específicamente en el Sistema Ambiental, la mayor superficie es ocupada por selva baja espinosa y caducifolia que ocupa una superficie de 32%, así como por áreas agrícolas que se encuentra en un 30% de la superficie total del Sistema Ambiental.

La vegetación que se encuentra corresponde a asociaciones de plantas como acahual de bosque espinoso, acahual de bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio y vegetación halófila.

### **Bosque Caducifolio**

Comunidad vegetal propia de climas cálidos, con bajo gradiente de humedad, que se caracteriza porque los elementos arbolados que la conforman presentan alturas entre 4 y 10 m (eventualmente llegan hasta 15) y porque más de tres cuartas partes de ellos pierden totalmente el follaje durante una parte del año, que coincide con la época seca y puede durar hasta más de la mitad del año; esta situación provoca un gran contraste en el aspecto que presenta la selva sin follaje que cuando se viste de verde.

Se distribuye en la Planicie Costera del Golfo en los distritos de Tuxtepec, Choapan y Juchitán. Se establece desde los 600 a 2,000 m en sitios en donde predominan condiciones de climas templados sobre suelos profundos con materia orgánica. El Bosque Caducifolio esta predominado por especies de los géneros *Liquidambar*; *Pinus*, *Clethra*, y *Quercus*.

### **Selva baja espinosa**

Se distribuye en los distritos de Juchitán y Tehuantepec, en pequeñas extensiones de los Valles Centrales y de la Sierra Madre del Sur. Se establece entre los 100 y 900 m, en los que predomina el clima cálido

---

<sup>4</sup> Rafael Torres Colín, et al. Listados Florísticos de México. XVI. Flora del Distrito de Tehuantepec, Oax. Instituto de Biología. UNAM. 1997. <http://books.google.com.mx/books?id=ZfA4SdfCq8C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>. Fecha de consulta: febrero 5 del 2011.

subhúmedo, en suelos profundos arenosos. Este tipo de vegetación está compuesto por árboles que no rebasan los 6 m que en su mayoría son espinosos. Es común encontrar ejemplares de especies como *Piptadenia flava*, *Havardia campylacantha*, *Chloroleucon mangense*, *Ziziphus amole*, *Bumelia celastrina*.

Debido a que no se requerirá cambio de uso de suelo para la instalación del punto de atraque, toda vez que al ubicarse éste en el litoral costero, **el sitio considerados para su ubicación se encuentra carente de vegetación; por lo que no se afectará de ninguna manera la vegetación presente en el SA.** Sin embargo para caracterizar el mismo se presentan a continuación algunos datos obtenidos en campo para lo cual para determinar la cobertura lineal o extensión de la línea cubierta por las distintas especies se utilizó el *Método de Transecta lineal o línea de intercepción (Método de Canfield)* que consiste en realizar observaciones sobre una o varias líneas extendidas a través de la vegetación.

Utilizando este método se aplicaron 10 sitios distribuidos en la superficie del proyecto.

#### **Resultados del muestreo.**

Para el análisis florístico realizado se tomaron fotografías de las especies representativas y se llevó a cabo una revisión bibliográfica de la región de estudio así como de herbario. Estos pastizales se encuentran impactados de gran manera por las actividades ganaderas que se llevan a cabo en el área. La Tabla siguiente muestra el listado florístico observado (14 especies).

**Tabla IV.7.** Especies identificadas en las parcelas de muestreo.

Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-SEMARNAT-2010
Asteraceae	Margarita de playa	<i>Pectis arenaria</i> (Benth.)	-----
Bataceae	Planta de sal	<i>Batis marítima</i> (L.)	-----
Boraginaceae	María negra	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	-----
	Cola de gama	<i>Heliotropium curassavicum</i> (L.)	-----
Cactaceae	Nopal	<i>Opuntia sp</i> (P. Mill.)	-----
Convolvulaceae	Desconocido	<i>Convolvulus equitans</i> (Benth.)	-----
Euphorbiaceae	Desconocido	<i>Cnidoscolus aff ureas</i> (Pohl)	-----
Juncaceae	Justicia	<i>Juncus aff. Effusus</i> (L.)	-----
Malvaceae	Malva	<i>Malvastrum aff. Americanum</i> (L.)	-----
Poaceae	Zacate cepillo	<i>Bouteloua filiformis</i> (E. Fourn.) Griffiths	-----
	Zacate salado	<i>Distichlis spicata</i> (L.)	-----
	Zacate salado	<i>Eragostrum domingensis</i>	-----
	Mozote	<i>Jouvea pilosa</i> (J. Presl) Scribn.	-----
Zygophyllaceae	Tostón	<i>Tribulus cistoides</i> (L.)	-----

#### **Uso de las especies en el área de influencia.**

Durante las visitas realizadas, no se documentaron aprovechamientos de especies de flora nativa del área de estudio empleadas por los habitantes de la comunidad, aunque si utilizan productos forestales de forma tradicional como es la utilización de leña, construcción y estantería.



**Figura IV.30.** Utilización de especies de flora de la región para estantería en la zona donde se ubica el proyecto.

#### Vegetación endémica y/o en peligro de extinción.

Durante los muestreos cualitativos realizados en la superficie del proyecto, no se registro ninguna especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 “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”.

#### **Fauna**

La fauna del estado presenta una gran variedad y al igual que la flora registra una gran cantidad de especies, se han reportado 264 especies y subespecies de mamíferos, lo que representa un 50% del total nacional; 701 especies de aves que es un un 63%; más de 467 especies de reptiles que es aproximadamente un 26% y más de 100 especies de anfibios que es un 35%.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

La superficie del proyecto y su área de influencia se localizan dentro de la Provincia Mastofaunística Chiapaneca (denominada por la CONABIO).

De acuerdo a literatura existente, se reportan las siguientes especies de mamíferos de la región del Istmo, pertenecientes al Distrito de Juchitán. (Briones-Salas y Sánchez-Cordero, 2004).

**Tabla IV.8.** Mamíferos reportados

Orden	Familia	Subfamilia	Especie
Didelphimorphia	Marmosidae	Marmosinae	<i>Marmosa mexicana</i>
	Caluromyidae	Caluromyinae	<i>Caluromys derbianus</i>
	Didelphidae	Didelphinae	<i>Chironectes minimus</i>
			<i>Didelphis marsupialis</i>
			<i>Didelphis virginiana</i>
Xenarthra	Dasypodidae	Dasyponinae	<i>Dasypus novemcinctus</i>
	Mymercophagidae		<i>Cyclopes didactylus</i>
			<i>Tamandua mexicana</i>
Chiroptera	Emballonuridae	Emballonurinae	<i>Balantiopteryx io</i>
			<i>B. plicata</i>
			<i>Rhynconycteris naso</i>
			<i>Saccopteryx bilineata</i>
	Noctilionidae		<i>Noctilo leporinus</i>
	Mormoopidae		<i>Mormoops megalophylla</i>
			<i>Pteronotus davyi</i>
			<i>P. parnellii</i>
			<i>P. personatus</i>
	Phyllostomidae	Micronycterinae	<i>Micronycteris brachyotis</i>
			<i>M. megalotis</i>
		Desmodontidae	<i>Desmodus rotundus</i>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
 para el proyecto  
 “Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

Orden	Familia	Subfamilia	Especie
			<i>Diphyla ecaudata</i>
		Vampyrinae	<i>Trachops cirrhosus</i>
		Phyllostominae	<i>Lonchorhina aurita</i>
			<i>Mimon benetti</i>
			<i>Phyllostomus discolor</i>
			<i>Anoura geoffroyii</i>
			<i>Choeroniscus godmani</i>
			<i>Glossophaga commissarisi</i>
			<i>G. leachii</i>
			<i>G. soricina</i>
			<i>Leptonycteris curasoae</i>
			<i>Artibeus intermedius</i>
			<i>A. lituratus</i>
			<i>A. jamaicensis</i>
			<i>Carollia breviceuda</i>
			<i>C. perspicillata</i>
			<i>C. subrufa</i>
			<i>Centurio senex</i>
			<i>Chiroderma villosum</i>
			<i>Dermanura phaeotis</i>
			<i>D. tolteca</i>
			<i>D. watsoni</i>
			<i>Enchithenes hartii</i>
			<i>Platyrrhinus helleri</i>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

Orden	Familia	Subfamilia	Especie
			<i>Sturnira lilium</i>
			<i>S. ludovici</i>
			<i>Urodema bilobatum</i>
			<i>Vampyroides caraccionli</i>
	Natalidae		<i>Natalus stramineus</i>
	Vespertilionidae	Vespertilioninae	<i>Lasiurus intermedius</i>
			<i>L. xanthinus</i>
			<i>Myotis fortidens</i>
	Molossidae	Molossinae	<i>Molossus aztecas</i>
			<i>M. rufus</i>
			<i>Nyctinomops aurispinosus</i>
Primates	Cebidae	Alouattinae	<i>Alouatta palliata</i>
		Atlinae	<i>Ateles geoffroyi</i>
Carnivora	Canidae		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>
	Felidae	Felinae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>
			<i>Leopardus pardales</i>
			<i>L. wiedii</i>
		Pantherinae	<i>Panthera onca</i>
	Mustelidae	Lutrinae	<i>Lontra longicaudis</i>
		Maphitinae	<i>Conepatus mesoleucus</i>
			<i>Mephitis macroura</i>
			<i>Spilogale putorius</i>
		Mustelinae	<i>Eira barbara</i>
			<i>Galictis vittata</i>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

Orden	Familia	Subfamilia	Especie
	Procyonidae	Potosinae	<i>Potos flavus</i>
			<i>Bassariscus sumichrasti</i>
			<i>Nasua narica</i>
			<i>Procyon lotor</i>
Artiodactyla	Tayassuidae		<i>Pecari tajacu</i>
			<i>Tayassu pecari</i>
			<i>Mazama americana</i>
Rodentia	Sciuridae	Sciurinae	<i>Sciurus aureogaster</i>
			<i>S. deppei</i>
		Petauristinae	<i>Glaucomys volans</i>
			<i>Orthogeomys cuniculus</i>
			<i>O. hispidus</i>
	Heteromyidae	Heteromyinae	<i>Heteromys desmarestianus</i>
			<i>Lyomis pictus</i>
			<i>L. salvini</i>
	Muridae	Sigmodontinae	<i>Baiomys musculus</i>
			<i>Neotoma mexicana</i>
			<i>Nyctomys sumichrasti</i>
			<i>Oligoryzomys fulvescens</i>
			<i>O. couesi</i>
			<i>O. rostratus</i>
			<i>Peromyscus aztecus</i>
			<i>P. leucopus</i>
		<i>P. melanophrys</i>	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

Orden	Familia	Subfamilia	Especie
			<i>P. mexicanus</i>
			<i>Reithrodontomys fulvescens</i>
			<i>Sigmodon hispidus</i>
			<i>S. mascotensis</i>
	Erethizontidae		<i>Coendou mexicanus</i>
Lagomorpha	Leporidae	Leporinae	<i>Lepus flavigularis</i>
			<i>Sylvilagus brasiliensis</i>
			<i>S. floridanus</i>

#### Avifauna.

De acuerdo a Howell & Webb (1995) para el estado de Oaxaca, se han identificado 729 Especies de aves, que representa aproximadamente un 69.4 % del total de las aves identificadas en México; sin embargo esta riqueza año con año se ve amenazada debido al cambio de uso de suelo en los bosques tropicales de México y Centroamérica.

Cabe señalar, que tanto el área de estudio, como el área de influencia, presentan diversos mosaicos de vegetación, desde los costeros hasta los pastizales tierra adentro, por lo que es posible encontrar diferentes especies de aves, que utilizan estos nichos como áreas de refugio y alimentación. Antes de comenzar cualquier actividad del proyecto, se realizará un reconocimiento específico del área, para determinar la presencia de las especies de aves reportadas en la zona a través de registros bibliográficos.

La zona en donde se realizará el proyecto, ha sido ampliamente estudiada debido a la instalación de proyectos eoloeléctricos, tales como el de San Dionisio y el Istmeño, habiendo realizando estudios específicos de la zona, en dos épocas estacionales de migración. Uno de estos estudios fue el realizado por la empresa Vientos del Istmo, S. de R.L. de C.V. a través del Instituto de Ecología, A.C. (INECOL), el cual se llevó a cabo de enero del 2007 a enero del 2008, en las localidades de Santa María del Mar.

El estudio determinó que en la localidad de Santa María del Mar, durante el monitoreo de primavera de marzo a mayo de 2007 se identificó un total de 166 Especies, pertenecientes a 42 Familias. Para el monitoreo de otoño, se identificaron 143 Especies, pertenecientes a 37 Familias, en Santa María del Mar.

En la siguiente tabla, se presenta la relación de especies de aves que presentaron mayor abundancia, para el área de Santa María del Mar, las cuales pueden estar presentes en el área del proyecto.

**Tabla IV.9.** Listado de avifauna con mayor abundancia identificadas en los municipios de Santa María del Mar.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

Familia	Nombre de la especie	Nombre común
ACCIPITRINAE	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper
	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pechirrufo menor
ANATIDAE	<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino
	<i>Anas discors</i>	Cerceta aliazul
	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pato pijije aliblanco
TROCHILEDAE	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí de paso
ARDEIDAE	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera
BUTEONINAE	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura
	<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla migratoria menor
CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>	Aura común
APODIDAE	<i>Chaetura pelagica</i>	Vencejito del Paso
CHARADRIIDAE	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlito tildío
LARIDAE	<i>Chlidonias niger</i>	Golondrina marina negruzca
	<i>Larus atricilla</i>	Gaviota atricilla
	<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota apipizca
FALCONIDAE	<i>Falco sparverius</i>	Halcón cernícalo
FREGATIDAE	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata común
RALLIDAE	<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana
HIRUNDINIDAE	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina rustica
	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera
	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina rabadilla blanca
	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina cariblanca
ELANINAE	<i>Ictinia mississippiensis</i>	Milano migratorio
CICONIIDAE	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

PELECANIDAE	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelicano blanco
ICTERINAE	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano
TYRANNIDAE	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano tijereta claro
COLUMBIDAE	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma aliblanco

Fuente: Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional Sector Eléctrico. “Parque Eólico Istmeño”

**Composición de especies en el predio.**

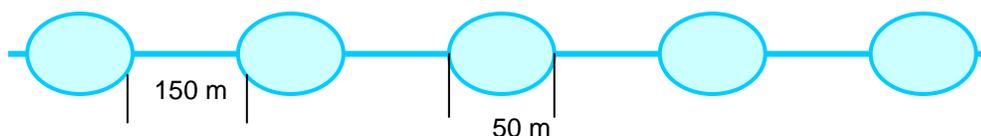
Paralelamente a la caracterización de la vegetación, se efectuaron monitoreos para conocer la composición de especies de fauna en el ecosistema, mismos que se describen a continuación:

- Anfibios y reptiles.

Durante las visitas al predio se registraron aquellas áreas que pudieran representar un hábitat potencial de refugio para la herpetofauna; documentándose la observación directa de dos especies (ver Tabla siguiente).

- Aves.

Referente al monitoreo de la avifauna, éste se efectuó aplicando un muestreo sistemático en el predio, la técnica de puntos de conteo (Fig. IV.1). Este es uno de los más utilizados para obtener la composición de especies de una comunidad, además para monitorear en tiempos las variaciones de su abundancia en un ecosistema.



**Figura IV.31.** Diagrama ilustrativo del método de puntos de conteo.

El monitoreo se inicia avanzando 100 m. Se establecen en la superficie del mismo transectos del método de puntos de conteo, con tres estaciones de observación cada una, con un diámetro de 50 m cada una y a una distancia de 150 m entre ellas. Una vez definido el punto de conteo se procede a registrar aquellas especies observadas y/o identificadas por su canto durante cinco a 10 minutos de observación en cada estación de conteo.

La técnica se aplica durante las horas crepusculares y antes del mediodía, con la finalidad de cubrir una mayor cantidad de especies con diferentes hábitos y que sea de esta manera más representativa. De la misma manera, en la distribución de los transectos se considera su localización dentro de la vegetación, en espacios abiertos y en las orillas de la comunidad para aprovechar el efecto borde y obtener así una mayor cobertura.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

A manera de complemento, durante la caracterización de la vegetación se registran las aves que no se hubieran identificado durante la aplicación del método anterior (Tabla siguiente). Se establecieron cinco transectos en total.

- Mamíferos terrestres

La presencia de este grupo se determina mediante la observación directa e indirecta (identificación de huellas, rastros, sonidos, excretas, etc.), con la finalidad de evitar implementar técnicas de captura. Para lo anterior, se llevaron a cabo transectos lineales recorridos en las horas del crepúsculo. Los transectos se llevaron a cabo registrándose las excretas, huellas y rastros identificados, así como las observaciones directas.

Para este caso no se contempló el establecimiento de estaciones olfativas u odoríficas en la zona donde se distribuye el proyecto debido a que en prácticamente en toda la barra se pueden observar huellas y rastros de mamíferos, cumpliéndose el objetivo de dicha metodología.

La Tabla siguiente presenta los ejemplares registrados mediante observaciones directas e indirectas (huellas, madrigueras, sonidos, etc.) y los grupos taxonómicos involucrados aplicando las metodologías mencionadas líneas arriba y el número de individuos por especie observados así como su densidad relativa.

**Tabla IV.10.** Especies de fauna silvestre registradas en el área de estudio y su inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Nombre científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>REPTILES</b>			
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija escamosa	-
Teiidae	<i>Aspidocelis deppei</i>	Lagartija	-
<b>Aves</b>			
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura común	-
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	-
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita colalarga	-
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	-
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina	-
Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	bolsero piquigrueso	-
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate, urraca	-

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

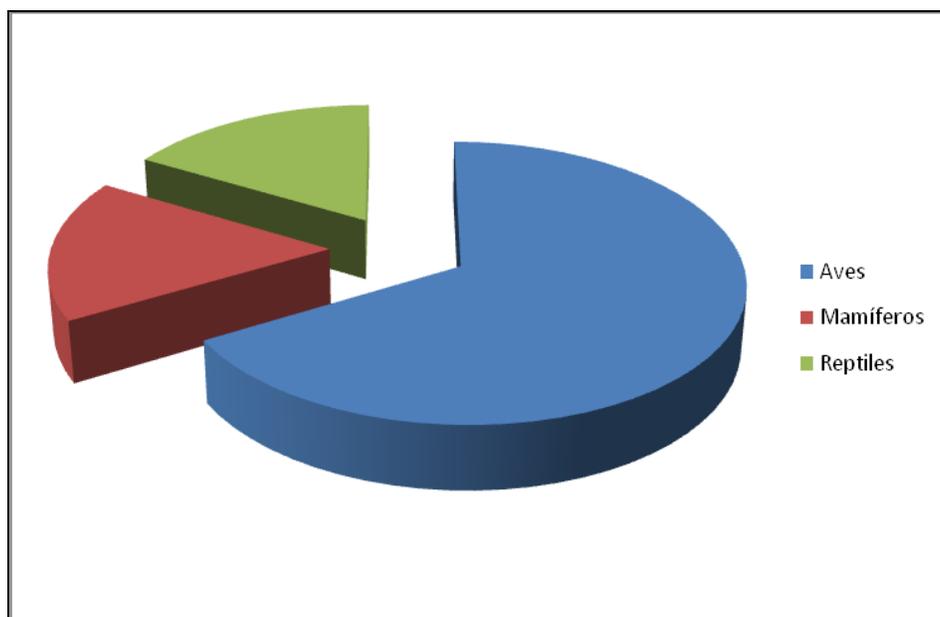
Familia	Nombre científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Pájaro carpintero	-
<b>MAMÍFEROS</b>			
Leporidae	<i>Lepus flavigularis</i>	Liebre de Tehuantepec	En peligro de extinción, endémica
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo cola de algodón	NO

**Tabla IV.11.** Especies de fauna silvestre registradas en el área de estudio y su densidad relativa.

Familia	Nombre científico	Individuos	Densidad relativa
<b>REPTILES Y ANFIBIOS</b>			
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus siniferus</i> (Cope, 1869)	47	21.46
Teiidae	<i>Aspidocelis deppei</i> (Smith & Brandon, 1968))	84	38.36
<b>AVES</b>			
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	6	2.74
	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	2	0.91
Columbidae	<i>Columbina inca</i> (Lesson, 1847)	7	3.20
	<i>Zenaida asiática</i> (Linnaeus, 1758)	16	7.31
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus, 1758)	19	8.68
Icteridae	<i>Icterus galbula</i> (Linnaeus, 1758)	3	1.37
	<i>Quiscalus mexicanus</i> (Gmelin, 1788)	6	2.74
Picidae	<i>Picoides scalaris</i> (Wagler, 1829)	2	0.91
<b>MAMÍFEROS</b>			
Leporidae	<i>Lepus flavigularis</i> (Wagner, 1844)	2	0.91
	<i>Sylvilagus floridanus</i> (j. A. Allen, 1890)	25	11.42

**Fauna endémica y/o en peligro de extinción.**

De las 12 especies de fauna silvestre que se registraron para el área de estudio, repartidos por clase de la siguiente manera: dos reptiles, ocho aves y dos mamíferos, documentándose la especie de mamífero *Lepus flavigularis* “Liebre de Tehuantepec” listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 “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” como especie En peligro de extinción (p) y endémica.



**Figura IV.32.** Clases de fauna silvestre representadas según número de especies.

Debido a lo anterior y a que el proyecto contempla disminuir al mínimo la pérdida de especies en estatus de riesgo ecológico, se recomendará la elaboración y ejecución de un Programa de rescate de especies de vida silvestre a fin de proteger cualquier individuo que pudiera observarse en el sitio previo a las actividades de desmonte y despalle del suelo.

#### **Uso de las especies en el área de influencia del proyecto.**

Durante las visitas realizadas al sitio del Proyecto, no se documentaron aprovechamientos de especies animales.

#### **Fitoplancton y fauna acuática**

En la Laguna Superior solo se reconoció un taxón asociado a la influencia de agua dulce (*Chlorophyta*), tres taxa de dinoflageladas, donde fueron predominantes las diatomeas con 12 taxa, donde *Coscinodiscus centralis* fue la especie más común. Solo dos taxa de Cyanoprocariontes fueron reconocidas, siendo común *Merismopedia* sp (ver siguiente tabla).

**Tabla.IV.12.** Especies de fitoplancton dentro de la Laguna Superior, en la temporada de lluvias (agosto-octubre).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

<b>Laguna Superior</b>	<b>Estación de recolecta</b>	<b>Abundancia Relativa</b>
<b>Taxa del Fitoplancton</b>	<b>12 de Octubre de 2007</b>	
<b>Chlorophyta</b>	<b>1 taxón</b>	
<i>Ulotrix sp.</i>	31	Rara
<b>Dinoflageladas (Dinophyceae)</b>	<b>3 taxa</b>	
<i>Ceratium furca</i>	14,20,22,30,32	Común
<i>Ceratium falcatum</i>	22, 3	Rara
<i>Pyrophacus steinii</i>	14, 31	Común
<b>Diatomeas (Bacillariophyceae)</b>	<b>12 taxa</b>	
<i>Achnates fimbriata</i>	15	Presente
<i>Bacillaria paxillifer</i>	14,30,31,32	Presente
<i>Chaetoceros sp.</i>	14,15,20,30,32	Presente
<i>Chaetoceros messanensis</i>	31	Presente
<i>Coscinodiscus centralis</i>	14, 15,22,30,31,32	Común
<i>Cylindroteca closterium</i>	14, 15,2	Presente
<i>Leptocylindrus sp.</i>	30	Presente
<i>Navicula sp.</i>	14, 31	Presente
<i>Pluerosigma decorum</i>	14, 15,20,32	Presente
<i>Rhizosolenia sp.</i>	14, 22	Rara
<i>Skeletonema costatum</i>	14	Rara
<i>Tabellaria sp.</i>	15, 2	Rara
<b>Cyanoprocariontes</b>	<b>2 taxa</b>	
<i>Lygbya majuscula</i>	22,30,31,32	Presente
<i>Merismopedia sp.</i>	1	Común

#### **Fauna acuática**

La diversidad de la comunidad bentónica de la laguna es alta, presenta óptimo desarrollo en condiciones de alta turbidez, fuertes corrientes y drásticos cambios de salinidad. La especie más importante de gastrópodo (*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 (Marine Life Studies in Huave Lagoons, 2009).

En cuanto a la fauna identificada en el litoral costero de Santa María del Mar, en particular en la zona de playa, se tiene que ésta solo corresponde a la presencia de moluscos bentónicos. Dentro de los moluscos bivalvos reconocidos, se tiene lo siguiente: se identifico a *Anadara grandis*, de la familia Arcidae, así como *Chione subimbricata* (familia Veneridae).

En la playa fueron abundantes las conchas del gastrópodo *Muricanthus nigrinus*. Mientras que hacia el Faro de San Francisco los gastrópodos de la familia Oliva son utilizados para la construcción de cortinas artesanales.

#### **Ictiofauna.**

De acuerdo al estudio de caracterización de la Ictiofauna de las lagunas superior e inferior realizado por Tapia-García y Mendoza-Rodríguez, el complejo lagunar comprendido por las lagunas Superior e Inferior ocupa una superficie de aproximadamente 100.000 ha y constituye el sistema lagunar más grande de la costa del Pacífico mexicano. Este sistema tiene gran importancia socioeconómica debido a la magnitud de las pesquerías ribereñas entre las que se destacan el camarón y la lisa, comunes en las costas de Oaxaca y Chiapas.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

Este estudio determinó que el sistema lagunar Superior y Inferior se caracteriza por la presencia de 47 Especies (pertenecientes a 35 Géneros y 23 Familias), 8 de ellas: *H. leuciscus*, *P. emperus*, *L. argentiventris*, *O. libertate*, *M. curema curema*, *M. hospes*, *S. elongatus* y *A. neoguinaica* se registraron únicamente en la Laguna Superior. En la Laguna Inferior solamente se reportan 4 especies exclusivas de esa zona, dichas especies son *C. querna*, *S. brevoortii*, *D. pacificum* y *A. mazatlanus*. El resto de las Especies se presentaron en ambos sistemas. Las especies *L. stolifera*, *D. peruvianus*, *A. zebrinus* y *M. altipinnis* son las especies dominantes y de mayor distribución. (Ver tabla siguiente).

Las zonas de mayor diversidad y riqueza de especies corresponden a Punta Paredón y frente a Cerro Cristo, en la época de lluvias. La mayor abundancia se presenta en mayo-junio correspondiente al inicio de la época de lluvias, principalmente en la parte noreste de la Laguna Superior y en la parte este de la Laguna Inferior.

Aunque el proyecto no afectará de manera permanente a la fauna acuática, se tiene contemplado como medida de mitigación desarrollar un Programa de Rescate, Reubicación y Manejo de Flora y Fauna, con el cual se realizará un nuevo reconocimiento del área del proyecto e influencia, para definir con mayor detalle las Especies presentes en el sitio.

**Tabla IV.13.** Listado de especies capturadas en el Sistema lagunar Superior e Inferior, Oaxaca, México.

Familia	Nombre de la Especie	Nombre común
ALBULIDAE	<i>Albula neoguinaica</i>	
ENGRAULIDAE	<i>Anchoa argentivittata</i>	Anchoa plateada
	<i>Anchoa curta</i>	Anchoa chaparra
	<i>Anchoa ischana</i>	Anchoa chicotera
	<i>Anchoa lucida</i>	Anchoa ojitos
	<i>Anchoa mundeola</i>	Anchoa panameña falsa
	<i>Anchoa nasus</i>	Anchoa trompuda
	<i>Anchovia macrolepidota</i>	Anchoa escamuda
CLUPEIDAE	<i>Lile stolifera</i>	Sardinita rayada
	<i>Opisthonema libertate</i>	Sardina crinuda
ARIIDAE	<i>Ariopsis seemanni</i>	Bagre tete
	<i>Cathorops fuerthii</i>	Bagre congo
BATRACHOIDIDAE	<i>Batrachoides waltersi</i>	Sapo peludo
MUGILIDAE	<i>Mugil curema</i>	Pez liso blanco

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

Familia	Nombre de la Especie	Nombre común
	<i>Mugil hospes</i>	Pez lisa hospe
ATHERINIDAE	<i>Atherinella guatemalensis</i>	Pez plateadito de Huamacha
HEMIRAMPHIDAE	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	Pez escribano
	<i>Hyporhamphus roberti</i>	Pez Halbeak común
POECILIIDAE	<i>Poecilia butleri</i>	Topote del Pacífico
	<i>Poecilopsis fasciata</i>	
SYNGNATHIDAE	<i>Syngnathus auliscus</i>	Pez pipa anillado
SERRANIDAE	<i>Diplectrum pacificum</i>	Pez serrano cabaicucho
CARANGIDAE	<i>Caranx caninus</i>	Pez jurel toro
	<i>Oligoplites altus</i>	Pez piña bocona
	<i>Oligoplites refulgens</i>	Pez piña flaca
	<i>Oligoplites saurus</i>	Pez piña sietecueros
	<i>Selene brevoortii</i>	Pez jorobado mexicano
LUTJANIDAE	<i>Lutjanus argentiventris</i>	Pargo amarillo
GERREIDAE	<i>Diapterus peruvianus</i>	Mojarra aletas amarillas
	<i>Eucinostomus currani</i>	Mojarra tricolor
	<i>Eucinostomus dowii</i>	Mojarra manchita
	<i>Gerres cinereus</i>	Mojarra blanca
HAEMULIDAE	<i>Haemulopsiss leuciscus</i>	
	<i>cf. Pomadasys emperus</i>	
POLYNEMIDAE	<i>Polydactylus approximans</i>	Pez barbudo seis barbas
SCIAENIDAE	<i>Micropogonias altipinnis</i>	Pez chano sureño
CICHLIDAE	<i>Cichlasoma macracantum</i>	
GOBIIDAE	<i>Evermannia zosterura</i>	Pez gobio colirayada

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

Familia	Nombre de la Especie	Nombre común
	<i>Gobionellus microdon</i>	Pez gobio cola de palma
	<i>Ctenogobius sagittula</i>	Pez gobio aguzado
	<i>Microgobius miraflorensis</i>	Pez gobio de miraflores
EPHIPPIDAE	<i>Chaetodipterus zonatus</i>	Pez chambo
PARALICHTHYIDAE	<i>Cyclopsetta querna</i>	Pez lenguado dientón
ACHIRIDAE	<i>Achirus mazatlanus</i>	Pez tepalcate
	<i>Achirus scutum</i>	Pez comal
	<i>Achirus zebrinus</i>	Pez suela cebra
CYNOGLOSSIDAE	<i>Symphurus elongatus</i>	Pez lengua esbelta

Fuente: Tapia-García y Mendoza-Rodríguez

La afectación a la fauna acuática presente en la zona donde se pretenden llevar a cabo las obras de modificación, se dará principalmente por la afluencia de los barcos que van a transportar tanto al personal, como a los componentes de los aerogeneradores y la maquinaria e insumos necesarios sin embargo, este impacto no se considera significativo o relevante, debido a las características de la infraestructura de los puntos de ataque, ya que no estará en contacto directo con la zona donde la fauna acuática se encuentra, además de que debido al poco tiempo en que operaran estos puntos, no se prevé se pueda ocasionar la disminución de las poblaciones de fauna acuática presente, ni mucho menos la pérdida de especies.

Al respecto se contemplarán medidas de mitigación para evitar su afectación, durante la instalación del punto de atraque.

#### **IV.2.3 Medio socioeconómico.**

El Sistema Ambiental, como se menciona al inicio del capítulo se encuentra en el municipio de Juchitan, el cual colinda al norte con los municipios de Asunción Ixtaltepec, San Miguel Chimalapa y Santo Domingo Ingenio; al este con los municipios de Sant Domingo Ingenio, Unión Hidalgo, San Dionisio del Mar y la laguna Superior del Mar Muerto; al sur con el municipio de Santa Maria Xhadani, las lagunas Superior e Inferior del Mar Muerto, el Golfo de Tehuantepec y los municipios de San Mateo del Mar y San Pedro Huilotepec; y al oeste con los municipios de San Blas Atempa y El Espinal.

En la parte correspondiente a la ciudad de Juchitan se presenta una alta actividad poblacional y de vehículos en el área que comprende el cruce principal, que es la entrada más importante a la ciudad viniendo de las localidades vecinas más importantes como son Tehuantepec, Ixtepec y Salina Cruz.

Juchitán es la tercera concentración poblacional del estado de Oaxaca con una población de 93,038 en su casco municipal y una población conurbada de 121,000 habitantes (Juchitán, El Espinal, Ixtaltepec y Sta. Ma. Xhadani), después de Oaxaca de Juárez (263,357 habitantes) y San Juan Bautista Tuxtepec (155,756 habitantes). El municipio de Juchitan de Zaragoza, Oax., limita al norte con los municipios de Aunción Ixtaltepec, El Espinal y San Miguel Chimalapa al sur con San Mateo del Mar Santa María Xadani, L laguna superior (santa teresa) al oeste con Asunción Ixtaltepec, El Espinal, San Pedro Comitancillo, San Blas Atempa y San Pedro Huilotepec y al este con Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y San Dionisio del Mar. Teniendo problemas de límites con este último.

El índice de marginación para este municipio es de 0.62604, el cual es considerado como muy alto. Entre otros indicadores resalta el que el 73% de sus pobladores de 15 año o más no tienen la primaria completa, el 48% de sus habitantes de más de 15 años, son analfabetos, el 25% de las viviendas no tienen drenaje ni excusado y el 75% de las viviendas tienen piso de tierra.

#### **Tasa de crecimiento de población.**

Para 1990 el Municipio de Juchitán contaba con 66,414 habitantes. Es en esta década, que da principio un repunte en la tasa de crecimiento por el cambio de actividad de su población, del sector secundario al terciario. Para el año de 2000, la población llegó a 78,512 habitantes con una tasa media anual de crecimiento de 1.7 %.

En cuanto a la población por sexo de Juchitán para el 2000, la componían el 51.5 % mujeres con 40,460 personas y el 48.5 % por hombres con 38,052 personas, mientras que para el Municipio de Asunción Ixtaltepec la población está compuesta por 7,184 mujeres que representan el 50.4 % y por 7,065 hombres que representan el 49.6 % de la población total, de acuerdo con los datos censales de 2000.

#### **Población económicamente activa**

La población total según condición de actividad de 12 años y más de Juchitán en el 2000 según datos del INEGI era de 57,278 y la población económicamente activa ocupada según el censo fue de 27,758 habitantes, mientras que para el municipio de Asunción Ixtaltepec la población total según condición de actividad de 12 años y más para el mismo año era de 10,888 y la PEAO estaba compuesta por 4,625 habitantes.

Del total de la población económicamente activa se deriva la clasificación de la población ocupada y desocupada. La primera de ellas de acuerdo con los datos censales de 2000, considera para Juchitán al 48.5% y la segunda el 0.72%, la Población Económicamente Inactiva corresponde al 50.6%.

#### **Población ocupada por sector**

El carácter de la zona conurbada propiciado por la dinámica económica inclina las tendencias de los sectores productivos hacia la industria y el comercio. El sector terciario congrega al 43.0% de la población ocupada, la cual principalmente se dedica al comercio y los servicios en función del predominio de la población urbana. El sector secundario abarca el 30.9% de la población ocupada, la cual labora principalmente en el ramo industrial seguida por la construcción. El sector primario lo compone el 23.7% de la PEAO.

#### **Población ocupada por niveles de ingreso**

La identificación de los niveles de estratificación socioeconómica a partir de la distribución por rangos de ingreso de la población ocupada, tiene como objetivo analizar el perfil de percepción salarial en los asentamientos que integran la zona conurbada. De los municipios involucrados en la zona conurbada, en cifras agregadas muestran que la población que percibe entre uno y dos veces el salario mínimo, abarca el 37.8% del total de la población económicamente activa ocupada. En tanto que los rangos de población comprendidos entre 2 y 5 vsm lo integran el 25.6%, descendiendo a 5.8% la población que percibe ingresos superiores a 5 vsm. Por otro lado se observa que la población que recibe menos de una vez el salario mínimo está compuesta por el 18.5%.

La economía del municipio se basa principalmente a la actividad comercial, ya que debido a la ubicación geográfica del mismo, las comunidades aledañas ocurren a este para vender y comprar sus productos, el 20 % de la población se dedica a la agricultura, el 10 % a la ganadería y el 70 % a los servicios como son comercios, carpintería, panadería, tortillerías, obreros, y otros, por lo que podemos encontrar diversos tipos de producción:

En la actividad agropecuaria y agroindustrial el problema mas fuerte es la baja producción y productividad debido a la necesidad de contar con infraestructura, servicios y capacitación, a los diferentes sistemas producto, actualmente se ha acentuado la presencia de plagas y enfermedades. En los cultivos y en el área ganadera se presenta la falta de infraestructura como son galeras, corrales de manejo, baños garrapaticidas las especies pecuarias han caído en consanguinidad de los hatos, por lo que se han ido degenerando.

#### **Actividades productivas.**

El sector primario (agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca) lo compone el 23.7% de la Población Económicamente Activa Ocupada.

A continuación se presentarán los datos de producción del sector primario de Juchitán.

#### **Agricultura.**

La población ocupada en la actividad agropecuaria recibe ingresos inferiores al salario mínimo. Esta es la población subempleada, que sobrevive gracias a una economía de subsistencia. En el sector agropecuario, la mayor parte de las organizaciones de productores no responden suficientemente a los requerimientos para la producción que demanda su desarrollo. Su mediación es clientelar y ha servido para obtener recursos públicos que no se destinan estrictamente al fomento de las actividades de los productores, sino a menguar los apremios de las necesidades básicas de sus familias.

#### **Ganadería.**

De acuerdo al análisis económico del Municipio de Juchitán. La mayor parte de las organizaciones del sector agropecuario de productores no responden suficientemente a los requerimientos para la producción que demanda su desarrollo. Su mediación es clientelar y ha servido para obtener recursos públicos que no se destinan estrictamente al fomento de las actividades de los productores, sino a menguar los apremios de las necesidades básicas de sus familias. Por otro lado los reducidos volúmenes de producción y su dispersión, la baja productividad, la deficiente organización para la producción, la contracción de la inversión y el financiamiento, la descapitalización de muchos productores, la caída de los precios reales y el incremento de

los costos de producción, y, la falta de canales adecuados de comercialización; mantiene al sector en un rezago económico.

#### **Infraestructura y vivienda**

El total de viviendas registradas por INEGI 2005 es de 18,909, de los cuales 18,388 disponen de electricidad, y 521 carecen de este servicio más las que se generaron estos tres últimos años de aproximadamente 1000 viviendas sin este servicio, por lo que hay necesidad de ampliación de la red de electrificación.

En la zona urbana se cuenta con viviendas de material resistente como paredes de ladrillos y bloques de cemento y pisos y techos de concreto, de una o dos plantas. En la zona rural las casas son de material producto de la región de piso de tierra, paredes de barro y techos de lámina o palma, se cuenta con una población total de 85,869 habitantes, en los cuales cuentan con radio televisión, refrigerador, lavadora, un porcentaje mínimo cuenta con el servicio de sky de los cuales el 8.11 % son ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario, 3.29 % ocupantes sin energía eléctrica, 8.37 % en viviendas sin agua entubada, 53.39 % viviendas con algún nivel de hacinamiento, 9.49 % más las generadas los tres últimos años, ocupantes en viviendas con piso de tierra, con una población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos 66.64 %.

#### **Servicios urbanos**

En la cabecera municipal se cuenta con todos los servicios y en buenas condiciones, en las colonias de nueva creación y las Agencia Municipales los servicios son insuficientes, requiriéndose la ampliación de la red de agua potable, drenaje sanitario, así como pavimentación de calles. Los comités se integran de acuerdo a las necesidades de cada sector ya sea una calle, una cuadra o una colonia completa. Según la Conapo. Se tiene una población de 85,879 habitantes, con un Número de viviendas de 16,988 que cuentan en un 80 % con agua entubada dentro de la vivienda, fuera de la vivienda pero dentro del terreno, llave pública que acarrearán de otra vivienda.

Se cuenta con una población total de 85,869 habitantes, en los cuales cuentan con radio televisión, refrigerador, lavadora, un porcentaje mínimo cuenta con el servicio de sky así mismo el 8.11 % son ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario, 3.29 % ocupantes sin energía eléctrica, 10.0 % en viviendas sin agua entubada, 53.39 % viviendas con algún nivel de hacinamiento, 9.49 % más las generadas los tres últimos años, ocupantes en viviendas con piso de tierra, con una población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos 66.64 % En las agencias rurales de alta y muy alta marginación como son Álvaro Obregón, Emiliano Zapata cuentan con pozos artesanos para abastecerse de agua para consumo humano y poca cobertura de agua potable. En la agencia Municipal de Santa María del Mar, se carece del servicio de agua potable, ni servicio de drenaje sanitario.

#### **Vías de comunicación y carreteras**

La carretera federal núm. 200, cruza el estado por el sur, bordea la costa oaxaqueña, ingresa por el oeste, comunica las localidades de Pinotepa Nacional, Santiago Jamiltepec, Río Grande, Puerto Escondido, El Coyul, Morro Mazatán, Salina Cruz, en esta comunidad y hacia Santo Domingo Tehuantepec la carretera 200 se transforma a la núm. 185; en Santo Domingo Tehuantepec se enlaza la carretera núm. 190, de aquí hacia

Juchitán de Zaragoza, la carretera tiene los números 200, 190 y 185 hasta la comunidad La Ventosa donde se separa la carretera núm. 185 al norte; mientras la carretera 190 y 200 con dirección al este continúan juntas uniendo las localidades de La Venta, Niltepec, Santo Domingo Zanatepec y San Pedro Tapanatepec donde se separan; la carretera núm. 200 sigue hacia Chahuities y sale de la entidad a Arriaga Chiapas.

La carretera federal núm. 190 tiene una dirección noroeste-sureste, entra al estado cerca de Huajuapán de León, continúa hacia Tamazulapán del Progreso, Oaxaca, Tlacolula de Matamoros, Santiago Matatlán, Santa María Jalapa del Marqués, Santo Domingo Tehuantepec, aquí se unen las carreteras 185 y 200; en la comunidad de San Pedro Tapanatepec, se separa de la carretera núm. 200 y sale de la entidad hacia Cintalapa, Chiapas.

La carretera federal núm. 175 entra al norte por Tuxtepec, enlaza hacia el sur las localidades de San José Chiltepec, Guelatao de Juárez, El Punto, Oaxaca, San Bartolo Coyotepec, Ocotlán de Morelos, Ejutla de Crespo, Miahuatlán de Porfirio Díaz, San Pedro Pochutla y termina en Puerto Ángel; la carretera núm. 125 une las carreteras federales 190 y 200 en la porción occidental del estado ingresa al mismo por Santiago Chazumba, llega a Huajuapán de León, ahí se une a la carretera 190, se separa de ella adelante de la localidad Refugio de Morelos, en su trayecto enlaza las comunidades de Santiago Yolomécatl, San Martín Huamelulpan, Punta de Guerrero, Hidalgo, San Pedro Amuzgos, entre otras.

La carretera federal núm. 131 ingresa por Teotitlán de Flores Magón, continúa al sur para comunicar las localidades de Santa María Tecomavaca, San Juan Bautista Cuicatlán, San Francisco Telixhuaca, se une a la carretera 190 y continúan hasta Oaxaca, donde se separan y continúa hacia el sur para enlazar las localidades de Cuilapan de Guerrero, Zaachila, y llega hasta San Miguel Sola de Vega.

En la porción oriental se ubica la carretera fed. núm. 185 que viene de Acayucan, Ver., ingresa por Martín Dehesa, continúa hacia Palomares donde se enlaza la carretera núm. 147, sigue a Matías Romero, y llega hasta la Ventosa donde se une a las carreteras 200 y 190, recorre unida a las anteriores hasta Santo Domingo Tehuantepec y termina en Salina Cruz.

El municipio de Juchitán se encuentra comunicado con el exterior por la carretera panamericana que viene del norte del país, rumbo al estado de Chiapas y Centroamérica; por la cual cruza la carretera transistmica que comunica al municipio con el puerto de Salina Cruz en el océano pacífico y con el estado de Veracruz en el golfo de México. Para comunicar con otros municipios vecinos como El Espinal, Ixtaltepec, Ixtepec, etc., por el norte y Santa María Xadani por el sur, cuenta con caminos asfaltados. Y en su interior cuenta con caminos de terracería que permiten el acceso a los diferentes parajes para que los productores rurales puedan comercializar sus productos, principalmente los caminos de tercería son paralelos a los canales de riego.

#### **Ferrocarriles**

La vía férrea que viene de Tehuacán, Pue., ingresa al estado por la estación Aldama; esta línea llega a Oaxaca, continúa al sur un ramal hacia Tlacolula de Matamoros. La otra vía férrea que cruza el territorio estatal tiene una trayectoria casi paralela a la carretera fed. núm. 185; la primera estación es Uvero, pasa por Matías Romero, Cd. Ixtepec, Santo Domingo Tehuantepec para llegar a Salinas Cruz.

### Aeropuertos

De los seis aeropuertos que posee el estado, dos ofrecen servicios nacional e internacional y se ubican en Bahía de Huatulco y en la ciudad de Oaxaca, los restantes dan servicio nacional; la comunicación del estado se complementa por este medio ya que se cuenta con 115 aeródromos, distribuidos en todo el territorio oaxaqueño.

### Puertos

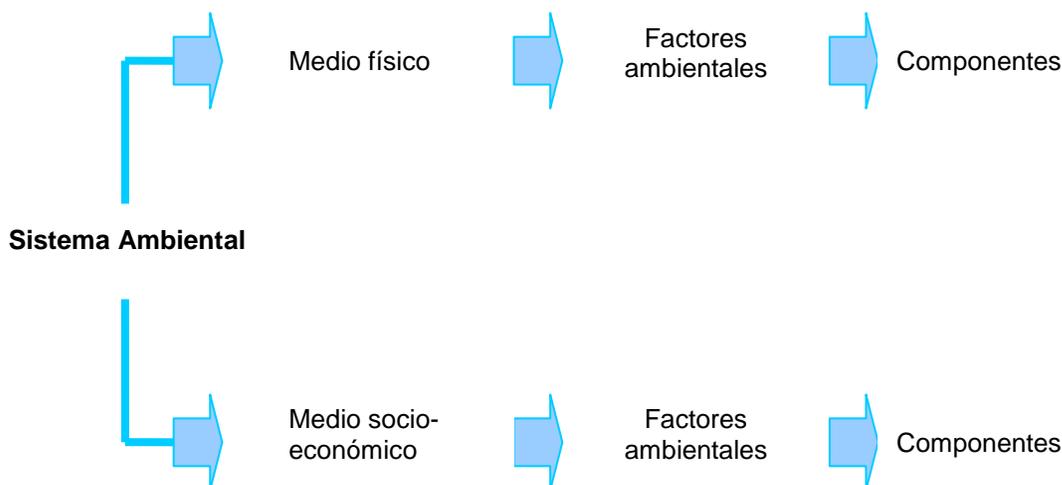
El principal puerto es Salinas Cruz, en donde se realizan actividades comerciales, pesqueras y turísticas; existen otros puertos en la entidad como: Puerto Escondido y Bahías de Huatulco con actividades turísticas y pesqueras.

### IV.2.4. Diagnóstico ambiental.

La estructura del sistema se constituye por un conjunto de factores físico-naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí con los individuos y su comunidad. Este sistema se encuentra sub-constituido a su vez por dos subsistemas, el medio natural y el socioeconómico. Los elementos y procesos del ambiente natural se proyectan en tres subsistemas (Medio físico: con los componentes aire, suelo y agua; Medio biológico: vegetación terrestre y fauna y Medio perceptual: paisaje/detalles visuales). El socioeconómico está conformado por las estructuras y condiciones sociales, histórico-culturales y económicas del área de influencia; que sustentan un grupo de parámetros o factores que subsecuentemente se conforman por diversos componentes del medio ambiente.

**Figura IV.33.** Diagrama general de la estructura del sistema ambiental.

De acuerdo al programa de desarrollo municipal, el municipio de Juchitan enfrenta un problema grave de contaminación por mal manejo de residuos; esto lo ha tomado en cuenta el proyecto por lo que tiene contempladas una serie de medidas y acciones para hacer una disposición eficiente de los residuos que se



generarán y no contribuir a este problema. Asimismo los recursos naturales del área de influencia como el agua, vegetación o fauna no serán afectados ya que el proyecto es puntual y temporal y las obras y actividades se restringirán al área del proyecto.

La flora y fauna de la región no se afectarán debido a que como se municionó antes, para la realización del proyecto no se requerirá cambio de uso de suelo para la instalación del

punto de atraque, toda vez que al ubicarse éstos en el litoral costero, los sitios considerados para su ubicación se encuentran carentes de vegetación.

Por otro lado, el estado de Oaxaca debido a sus atributos naturales, principalmente paisajísticos, y de manera muy especial con los que cuenta el predio del proyecto, lo convierte en un detonador sobresaliente para la producción de energía del municipio, de tal manera que se incremente la oferta de servicios en la región y se constituya como una fuente importante de empleo para la población local, de esta forma se contribuirá al desarrollo económico del área.

# CAPITULO V

---

*IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS  
IMPACTOS AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL*

## V.1 INTRODUCCIÓN.

Con base en el análisis que se realizó en apartados anteriores, en particular la delimitación del Sistema Ambiental (SA), eventos de cambio en el mismo, caracterización y análisis del SA y análisis del diagnóstico ambiental, en este capítulo se identifican, se describen y se evalúan los impactos ambientales adversos y benéficos que generará la interacción entre el desarrollo del proyecto y su área de influencia y efecto en el SA.

Existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto-entorno, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función a la caracterización del SA, interpretar los resultados y prevenir los efectos negativos en el mismo. Por lo anterior, se desarrolló una metodología que garantice la estimación de los impactos provocados por la ejecución del proyecto y que permita reducir en gran medida la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales generados por el proyecto, derivando de ello el análisis permitió determinar las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes ambientales del SA delimitado, así como su relevancia en términos de la definición de impacto ambiental relevante conforme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA)<sup>5</sup>.

Si bien la Secretaría, de acuerdo a lo establecido en el párrafo tercero del Artículo 9 del REIA, proporciona guías para facilitar la presentación y entrega de la MIA, de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo, el contenido de las mismas es, en efecto, una guía, por lo que el contenido de cada capítulo de la MIA deberá ajustarse a lo que establece, en este caso para una MIA modalidad Particular, el Artículo 12 del REIA, que en el caso particular del capítulo V, se deberá presentar, de acuerdo a la fracción V del Artículo 12 del Reglamento, la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales por lo que aún cuando se tomó como referencia la guía de la Secretaría para la elaboración del el presente capítulo, su contenido se ajusta a lo establecido en la fracción V del Artículo 12 del Reglamento.

Derivado de lo anterior, se presenta a continuación, de manera esquemática, un diagrama de flujo del proceso metodológico diseñado para el proyecto y que se llevó a cabo para la

---

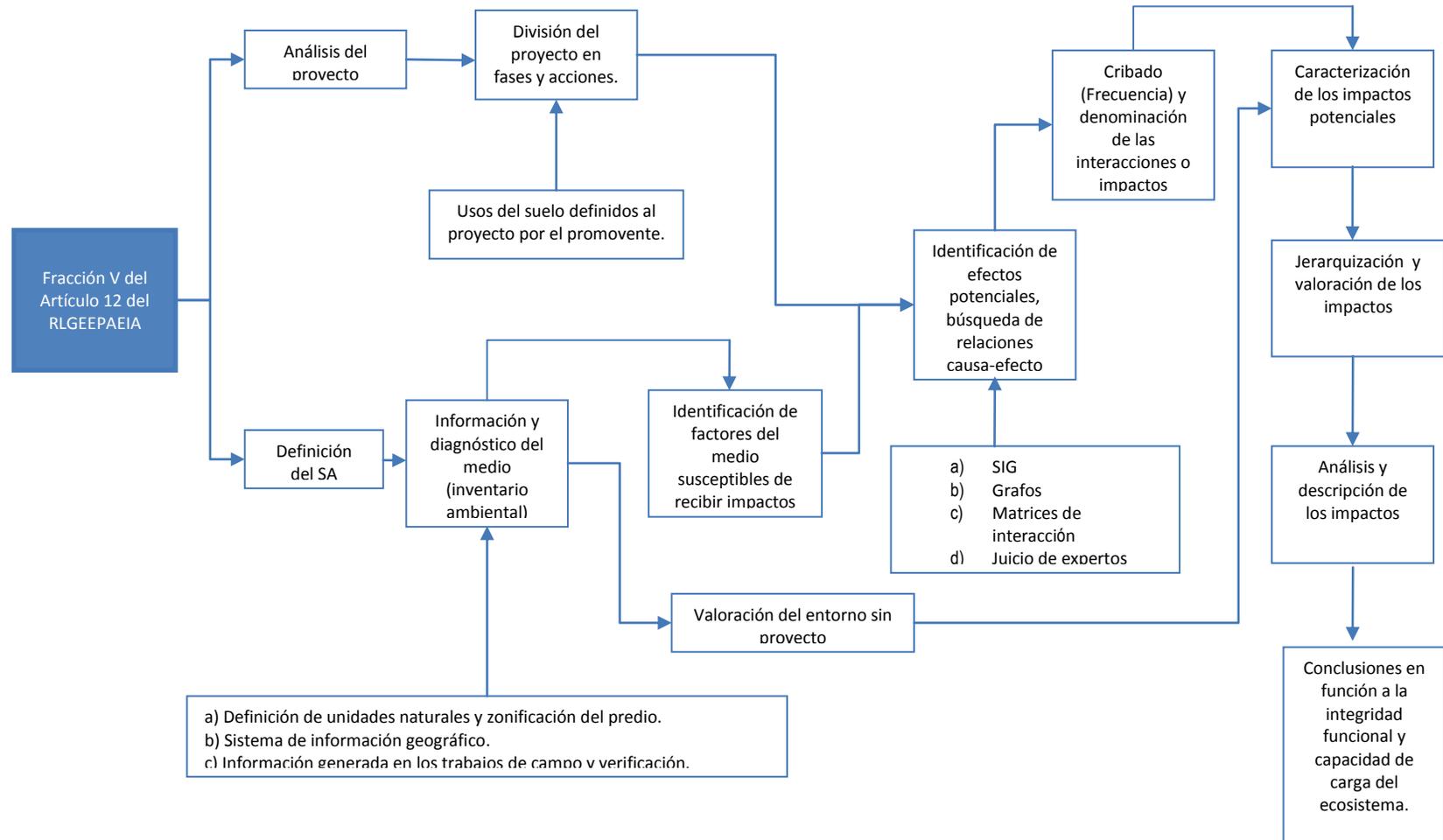
<sup>5</sup> IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales

evaluación del impacto ambiental del mismo, considerando dentro de este proceso metodológico tres funciones analíticas principales:

- a) Identificación.
- b) Caracterización.
- c) Evaluación.

En este mismo orden de ideas, se consideró la información derivada del análisis del proyecto, identificando sus fases y en particular las acciones que pueden desencadenar impactos en los componentes del entorno, considerando la información señalada en el Capítulo II sobre las obras y actividades a desarrollar en el predio. De igual manera se retomó la información de definición y delimitación del SA, así como la descripción de sus componentes. Posteriormente se identificaron las relaciones causa-efecto, que en sí mismas son los impactos potenciales cuya significancia se estimó más adelante. Una vez identificadas las relaciones causa –efecto, se elaboró un cribado para posteriormente determinar su denominación, es decir, se establecen los impactos como frases que asocian la alteración del entorno derivada de una acción humana, elaborando así un listado de las interacciones proyecto-entorno (impactos ambientales), para poder así determinar el índice de incidencia que se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual se define por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración, para lo cual se utilizaron los atributos y el algoritmo propuesto por Gómez-Orea (2002), y jerarquizando así los impactos con el índice de incidencia. A partir del índice de incidencia y la magnitud de cada impacto, se hace un análisis de la relevancia o significancia de los impactos, misma que se evalúa a través de una serie de criterios jurídico, ecosistémico y de la calidad ambiental de los componentes, siempre relacionado a su efecto ecosistémico, para poder así, valorar y posteriormente describir los impactos de todo el proyecto sobre el SA, finalizando el capítulo con las conclusiones del mismo.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”



**Figura V.1** Diagrama de flujo del proceso metodológico.

## V.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

En el desarrollo de presente capítulo se diseñó un proceso metodológico que comprende por una parte, la consideración del diagnóstico ambiental del SA para identificar cada uno de los factores y subfactores que pueden resultar afectados de manera significativa por alguno o algunos de los componentes del proyecto (obra o actividad), de manera que, se haga un análisis de las interacciones que se producen entre ambos, y se alcance gradualmente una interpretación del comportamiento del SA.

### V.2.1. Acciones del proyecto susceptibles de producir impactos.

Se entiende por acción, en general, la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea 2002). Para la determinación de dichas acciones, se desagrega el proyecto en dos niveles: las fases y las acciones concretas, propiamente dichas.

**Fases:** se refieren a las que forman la estructura vertical del proyecto, y son las siguientes:

- a. Preparación del sitio.
- b. Construcción.
- c. Operación y mantenimiento.
- d. Abandono.

**Acciones concretas:** las acciones se refieren a una causa simple, concreta, bien definida y localizada de impacto.

Las acciones concretas derivan de las actividades propias de la ejecución de las siguientes obras:

#### ➤ Colocación de 1 punto de atraque.

Como se menciona en capítulos anteriores este proyecto forma parte del “Parque Eólico Istmeño”, proyecto que ha sido previamente evaluado y autorizado por la autoridad, por lo que es necesario la implementación del punto de atraque, el cual permitirá realizar el transporte del personal que va a laborar en las instalaciones del Parque, de los componentes de los aerogeneradores, así como de la maquinaria y los materiales necesarios para la conformación del proyecto. Lo anterior es indispensable, debido a que la gente de la comunidad de San Mateo del Mar impiden realizar la transportación vía terrestre, por lo que es necesario contar con un medio de transporte lagunar, dicho punto de atraque será empleado durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, y será retirado en la etapa de abandono del sitio.

**Tabla V.1 Fases y acciones del proyecto.**

Fases	Acciones
Preparación del Sitio	Limpieza del área.
Construcción	Colocación de la traba de concreto.
	Colocación de la estructura metálica modular.
	Colocación de rampa basculante.
	Piloteado del puente.

<b>Operación y Mantenimiento del proyecto</b>	Operación y mantenimiento del punto de atraque.
<b>Abandono</b>	Retiro de infraestructura del punto de atraque.

### V.2.2. Factores del entorno susceptibles de recibir impactos.

Se denomina entorno a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales aire, suelo, y agua (Gómez-Orea 2002), así como las consideraciones de índole social. Para el caso del proyecto, se retomó la información manifestada en el Capítulo IV de la presente MIA-P, y a continuación, y derivado de la complejidad del entorno y su carácter de sistema, se desglosan en varios niveles hasta obtener los factores muy simples y concretos:

**Tabla V.2** Componentes y factores del entorno.

Medio	Componente	Factor
Abiótico	Zona costera	Dinámica litoral
		Calidad
	Zona marina	Calidad
	Atmósfera	Calidad
Biótico	Vegetación	Individuos de especies de vegetación marina
	Fauna acuática	Individuos de especies de fauna bentónica

### V.2.3. Identificación de las interacciones proyecto-entorno.

Para el desarrollo de la presente sección, se consideraron técnicas conocidas para la identificación de impactos en las diferentes etapas del proyecto, las principales herramientas utilizadas son:

- a) El sistema de información geográfica.
- b) Grafos o redes de interacción causa-efecto.
- c) Matrices de interacción.
- d) Juicio de expertos.

A continuación se describen brevemente cada una de ellas:

**Tabla V.3** Descripción de las herramientas utilizadas en la identificación de impactos.

Herramienta	Descripción
El sistema de información geográfica.	Para el proyecto se generaron mapas de inventario de manera que a través de la sobreposición que ofrece el sistema de información geográfica, los impactos de ocupación surgen de manera directa y evidente.
Grafos o redes de interacción causa-efecto	Consisten en representar sobre el papel las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio. Aún cuando ésta técnica es menos utilizada que las matrices de interacción, refleja de una mejor manera la cadena de acontecimientos y sus interconexiones, es decir, las redes de relaciones entre la actividad y su entorno. Se sugiere que la técnica del grafo y la de las matrices deben considerarse de forma complementaria. (Gómez-Orea, 2002)  En la técnica del grafo, los impactos vienen identificados por las flechas, las cuales definen relaciones causa-efecto: la causa está en el origen, y el efecto en el final de la

Herramienta	Descripción
	flecha.
Matrices de interacción	Son cuadros de doble entrada en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto causa de impacto y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos, ambas entradas identificadas en tareas anteriores. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significación habrá que averiguar después.
Juicio de expertos	Las consultas a paneles de expertos se facilita mediante la utilización de métodos diseñados para ello en donde cada participante señala los factores que pueden verse alterados por el proyecto y valora dicha alteración según una escala preestablecida y por aproximaciones sucesivas, en donde se comparan y revisan los resultados individuales, se llega a un acuerdo final que se especifica y justifica en un informe. (Gómez-Orea, 2002)

Las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman, por lo tanto, la parte medular de la metodología de evaluación y se registran numerosas propuestas en la literatura especializada, algunas muy simples y otras sumamente estructuradas, siendo la identificación de impactos el paso más importante en la EIA ya que “un impacto que no es identificado, no es caracterizado, ni evaluado, ni descrito”.

#### a) El sistema de información geográfica.

Para la caracterización del SA se utilizó:

- a) Información ambiental generada para el predio.
- b) Definición de unidades naturales y zonificación del predio.
- d) Sistema de información geográfico.
- e) Información generada en los trabajos de campo y verificación.

Lo anterior permitió evaluar la situación ambiental del polígono y el SA definido y delimitado para el proyecto, considerando como contexto la porción de zona costera y de la unidad natural de la cual forma parte.

#### b) Grafos o redes de interacción causa-efecto.

Se realizaron grafos para cada etapa del proyecto. Se eligió dicha técnica ya que representan sobre el papel las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio. Aún en la técnica del grafo, los impactos vienen identificados por las flechas, las cuales definen relaciones causa-efecto (la causa está en el origen, y el efecto en el final de la flecha), se hizo una modificación a la técnica y se adicionó el efecto de manera escrita para cada componente, lo anterior para una mejor y clara comprensión del efecto o impacto sobre el ambiente.

#### c) Matrices de interacción.

Siguiendo la observación que hace Gómez-Orea, y mencionada anteriormente, respecto de la conveniencia de considerar la técnica del grafo y la de las matrices de forma complementaria, se elaboró la siguiente matriz de interacciones o de identificación de impactos (Matriz V.1), tomando en cuenta en todo momento el juicio de expertos y la información cuantitativa generada con el SIG, además de la prospección ambiental del predio, y unidades ambientales definidas.

La matriz de interacciones se implementó considerando las actividades previstas por el proyecto (Capítulo II) y los factores ambientales relevantes por componente ambiental potencialmente afectable (Tablas V.1 y V.2).

Esta matriz se denominó *Matriz de Identificación de Impactos (Matriz V.1)*, la cual permite identificar los impactos positivos y negativos que generará el proyecto, evidenciando qué componente es el más afectado por el desarrollo del proyecto y la etapa del desarrollo del mismo que generará más efectos positivos o negativos, así como la cuantificación de las acciones que generarán con mayor recurrencia cada impacto identificado. Como ya se mencionó anteriormente, esta primera matriz, apoya el análisis del grafo, y el SIG, enmarcados en todo momento por el juicio de expertos.

Cabe mencionar la importancia y valor del análisis descrito ya que no solo se identifican los impactos, sino que como resultado de ello se definirán posteriormente las medidas de prevención, mitigación y compensación que son integradas en programas que conforman el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental propuesto para el proyecto y que se describe en el siguiente Capítulo VI.

**d) Juicio de expertos.**

El juicio de expertos se consideró en todo momento para la identificación, caracterización, y evaluación de los impactos del proyecto.

A continuación se presenta la matriz que se elaboró para el proyecto:

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño ”

**Matriz V.1** Identificación de Impactos.

Fases	Medio	Abiótico			Bióticos		Totales			
	Componentes	Zona Costera	Zona marina	Atmósfera	Vegetación	Fauna				
	Factores	Acciones	Dinámica litoral	Calidad	Calidad	Calidad	Individuos de especies de vegetación marina	Individuos de especies de fauna bentónica	Interacciones negativas	Total interacciones negativas
<b>Preparación del sitio</b>	Limpieza del área.				1			1	1	
<b>Construcción</b>	Colocación de la traba de concreto.			1				1	7	
	Colocación de la estructura metálica modular.			1				1		
	Colocación de rampa basculante.			1				1		
	Piloteado del puente.		1		1		1	1		4
<b>Operación y mantenimiento</b>	Operación y mantenimiento del punto de atraque.		1	1	1	1	1	1	6	6
Interacciones negativas			2	4	2	2	2	2	14	14
Total interacciones negativas			6		2	2	2	2	Totales = 14	
Componentes			Zona Costera	Zona marina	Aire	Vegetación	Fauna			

\*Este componente no se verá afectado por la implementación del proyecto, en ningunas de sus fases o etapas, no obstante, se consideró dentro de la matriz de interacciones debido a su relevancia ambiental, sin embargo, este no será evaluado en la matriz de evaluación de impactos.

**Matriz V.1: Matriz de identificación de impactos (Interacciones proyecto-entorno).**

Se analizaron las interacciones proyecto-entorno, desglosando el proyecto en etapas y éstas a su vez en acciones concretas que pudieran afectar al entorno, que a su vez se expresó como componentes y factores que pudieran verse afectados por las acciones del proyecto. De ello se identificaron 14 interacciones entre las 6 acciones del proyecto y 5 componentes del entorno que pueden ser afectados, de las cuales la mayor parte se concentra en el medio abiótico, y en relación a las etapas del proyecto, 7 de estas interacciones son relativas a la etapa de construcción, 6 a la etapa de operación y mantenimiento y solo 1 a la de preparación del sitio; en el caso de la etapa de abandono se prevé que los impactos que ocurrirán son positivos ya que derivan de la remoción del punto de atraque y limpieza de la zona etc., dichas actividades benefician a todos los componentes ambientales considerados, por esta razón no son incluidos en las matrices de evaluación, con el fin de no anteponer los impactos positivos emanados de esta etapa a los impactos negativos ocasionados en las otras etapas del proyecto.

**V.2.4.Cribado y denominación de las interacciones o impactos.**

De las interacciones encontradas en la matriz de interacciones se realizó un cribado, es decir, se analizan cuáles son los efectos que resultan de dichas interacciones entre la obra o actividad y los factores ambientales que se intervienen, que para el caso del presente proyecto se tienen 6 impactos ambientales (negativos).

A continuación se enlistan los impactos ambientales identificados, denominándolos en términos de la alteración que introduce la actividad en los factores del entorno, presentándolos en forma de tabla asociados a los factores en los que incide cada uno.

**Tabla V.4 Factores e impactos ambientales.**

#	Componente	Factor	Impacto Ambiental
1	Zona costera	Dinámica litoral	Modificación de la línea de costa
2		Calidad	Contaminación de la zona costera por mal manejo de residuos
3	Zona marina	Calidad	Contaminación de la zona marina por mal manejo de residuos
4	Atmósfera	Calidad	Contaminación atmosférica por gases, ruido y partículas suspendidas.
5	Vegetación	Individuos de especies de vegetación marina	Afectación a individuos de vegetación marina.
6	Fauna acuática	Individuos de especies de fauna marina	Afectación a individuos de fauna bentónica.

**V.3 VALORACIÓN DE IMPACTOS.**

Según Gómez-Orea (2002), el valor de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el “grado de bondad” cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración. Se puede concretar en términos de magnitud y de incidencia de la alteración.

- a) La **magnitud** representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Marco de referencia: espacio geográfico en relación con el cual se estima el valor de un impacto, que para el caso de esta MIA, se refiere al SA definido.

- b) La **incidencia** se refiere a la severidad: grado y forma, de la alteración, la cual viene definida por la intensidad y por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración que son los siguientes: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia, y recuperabilidad.

### V.3.1. Caracterización de Impactos: índice de incidencia.

Como se mencionó anteriormente, la incidencia se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual viene definida por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración, por lo que tomando como base el juicio de expertos, la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales, y el grafo que le dio origen, se generó una tabla de impactos ambientales por componente y factor ambiental (tabla V.4), a dichos impactos se atribuye un índice de incidencia que variará de 0 a 1 mediante la aplicación del modelo conocido que se describe a continuación y propuesto por Gómez Orea (2002)<sup>7</sup>, de manera que la autoridad pueda replicarlos al evaluar la MIA.

1) se tipificaron las formas en que se puede describir cada atributo, es decir el carácter del atributo, mismo que se cita en la tabla V.5;

2) se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable (tabla V.5), cabe hacer mención que para mayor claridad sobre la aplicación de cada valor, así como para su reproducción por parte de la DGIRA, se definió cada rango en la tabla V.6;

3) El índice de incidencia de cada impacto, se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que se muestra a continuación, por medio de la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto (Tabla V.5) y sus rangos de valor o escala de la tabla V.6:

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc^8 \quad \text{Expresión V.1}$$

4) Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

$I_{\max}$  = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

$I_{\min}$  = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

**Tabla V.5** Atributos de los impactos ambientales.

Atributo	Carácter del atributo	Valor o calificación
Signo del efecto	Benéfico	Positivo (+)
	Perjudicial	Negativo (-)
Consecuencia (C)	Directo	3

<sup>7</sup> Domingo Gómez Orea (2002), página 330

<sup>8</sup> Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pág. 330

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño ”

Atributo	Carácter del atributo	Valor o calificación
	Indirecto	1
Acumulación (A)	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia (S)	No sinérgico	1
	Sinérgico	3
Momento o tiempo (T)	Corto Plazo	1
	Mediano Plazo	2
	Largo Plazo	3
Reversibilidad (Rv)	Reversible	1
	Irreversible	3
Periodicidad (Pi)	Periódico	3
	Aparición irregular	1
Permanencia (Pm)	Permanente	3
	Temporal	1
Recuperabilidad (Rc)	Recuperable	1
	irrecuperable	3

Como resultado de la aplicación de los pasos descritos, se obtuvo la matriz V.2: *Matriz de Caracterización de impactos ambientales*, misma que permite:

- a) Evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia.
- b) Conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño ”

**Tabla V.6** Descripción de la escala de los atributos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
<b>Consecuencia (C)</b>	Indirecto: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica.	Directo: el impacto ocurre de manera directa.
<b>Acumulación (A)</b>	Simple: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica.	Acumulativo: cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
<b>Sinergia (S)</b>	No Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica.	Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
<b>Momento o Tiempo (T)</b>	Corto: cuando la actividad dura menos de 1 año.	Mediano: la acción dura más de 1 año y menos de 5 años.	Largo: la actividad dura más de 5 años.
<b>Reversibilidad del impacto (R)</b>	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
<b>Periodicidad (Pi)</b>	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica.	Periódico: cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
<b>Permanencia (Pm)</b>	Temporal: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica.	Permanente: el efecto se mantiene al paso del tiempo.
<b>Recuperabilidad (Ri)</b>	Recuperable: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.		Irrecuperable: que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).

**Matriz V.2** Caracterización de Impactos.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño ”

Factor	Impacto Ambiental	Atributo	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pl)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
Zona costera	Modificación de la línea de costa.		N	3	1	1	3	2	3	1	1	15	0.44
	Contaminación de la zona costera por mal manejo de residuos.		N	1	3	1	2	2	1	1	1	12	0.25
Zona marina	Contaminación de la zona marina por mal manejo de residuos.		N	1	1	1	3	2	1	1	1	11	0.19
Atmósfera	Contaminación atmosférica por gases, ruido y partículas suspendidas.		N	1	1	1	2	2	1	1	1	10	0.13
Vegetación	Afectación a individuos de vegetación marina.		N	3	1	1	3	2	1	1	1	13	0.31
Fauna acuática	Afectación a individuos de fauna bentónica.		N	3	1	1	3	2	3	1	1	15	0.44

**Matriz V.3** Jerarquización de Impactos.

#	Factor	#	Impacto Ambiental	Atributo	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pl)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
---	--------	---	-------------------	----------	------------------	------------------	-----------------	--------------	----------------------	---------------------	-------------------	------------------	----------------------	------------	----------------------

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño ”

1	Zona costera	Línea de costa	Modificación de la línea de costa.	N	3	1	1	3	2	3	1	1	15	0.44
6	Fauna acuática	Individuos de especies de fauna acuática	Afectación a individuos de fauna bentónica.	N	3	1	1	3	2	3	1	1	15	0.44
5	Vegetación	Individuos de especies de vegetación acuática	Afectación a individuos de vegetación marina.	N	3	1	1	3	2	1	1	1	13	0.31
2	Zona costera	Calidad	Contaminación de la zona costera por mal manejo de residuos.	N	1	3	1	2	2	1	1	1	12	0.25
3	Zona marina	Calidad	Contaminación de la zona marina por mal manejo de residuos.	N	1	1	1	3	2	1	1	1	11	0.19
4	Atmósfera	Calidad	Contaminación atmosférica por gases, ruido y partículas suspendidas.	N	1	1	1	2	2	1	1	1	10	0.13

Los señalados en amarillo son no significativos y los verdes son despreciables.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño ”

Matrices V.2. y V.3. *Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales y Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales.*

En la Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales se obtuvo como resultado la evaluación de los impactos ambientales en función al índice de incidencia. La Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales, es solamente una variante de la de Caracterización de Impactos Ambientales, con el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Una vez acotados el resto de los impactos se tiene que debido a las características del proyecto, no se generarán impactos adversos significativos y únicamente se generarán 2 impactos poco significativos, que es la afectación a la fauna bentónica y la modificación de la línea de costa, estos además se consideran indirectos y solamente se dan durante la operación del punto de atraque que como se menciona anteriormente en esta MIA-P son temporales y se removerán una vez concluido el transporte de los aerogeneradores, insumos necesarios, personal, etc. Así mismo se puede acotar que ninguno de los impactos se considera residual, ya que con la aplicación de las medidas, estos impactos se mitigan y compensan. Por otro lado, los demás impactos aún cuando se consideran “despreciables” en términos de su incidencia, son aquellos que afectan la calidad del aire, zona marina, zona costera, etc., derivados del mal manejo de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, sin embargo para ello, se propone el **Programa de Manejo Integral de Residuos** que permitan prevenir estos impactos, este programa se describe en el siguiente capítulo. Todos estos impactos se analizan a mayor detalle en el apartado de descripción de impactos ambientales.

Con base en los valores obtenidos para la incidencia de cada impacto, se asignaron las categorías mostradas en la Tabla V.7, mismas que corresponden a los colores usados en la matriz de jerarquización, que si bien resultan del uso de una técnica determinada, en su interpretación se ajustan a las especificidades del SA en cuanto a continuidad de los componentes y factores que definen a los ecosistemas que ocurren en la región y a la definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental y que se analiza con mayor detalle en los apartados posteriores.

**Tabla V.7** Categorías de significancia de los impactos ambientales evaluados

Categoría	Interpretación	Intervalo de valores
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	Menor a 0.33
No significativo	Se afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.65
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA.	Mayor a 0.66

De la anterior clasificación de impactos, si bien como se comentó anteriormente, es una clasificación previa en esta etapa de la evaluación, es conveniente acotar que los impactos despreciables, serán aquellos que no se

van a considerar en la valoración de impactos, es decir, aún cuando en esta etapa hemos efectuado una valoración de los impactos, a nivel de la incidencia, debemos seguir evaluando los impactos por su magnitud y finalmente su significancia, por lo que, dicho análisis dejará excluidos a los impactos clasificados como “despreciables” aunque no por ello no se tomen en cuenta en el establecimiento de medidas para su prevención, mitigación, o compensación en el siguiente capítulo. Lo anterior se deriva de la propuesta de Gómez Orea sobre no estudiar todos los impactos con la misma intensidad, sino que conviene centrarse sobre los impactos clave.<sup>9</sup>

### V.3.2. Caracterización de Impactos: determinación de la magnitud.

Como ya se mencionó anteriormente, el valor de un impacto se expresa en términos de la incidencia y la magnitud, y en consecuencia la relevancia o significancia de un impacto.

La **magnitud**, como ya se citó anteriormente, representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado<sup>10</sup>, misma que para el proyecto, se expresará en términos de la extensión de la alteración al componente en relación al SA.

Retomando los resultados en la matriz de jerarquización, por su incidencia y magnitud en términos de extensión, los impactos más relevantes son la afectación a los individuos de fauna bentónica y la modificación de la línea de costa, sin embargo, estos no representan una afectación a la integridad funcional del ecosistema, debido a que como se describe en el capítulo IV de esta MIA-P, en el caso de la fauna bentónica esta no es relevante en términos ecosistémicos, es decir, el área no representa una diversidad local (alfa) relevante y no presta los servicios ambientales que consideren que al haber afectación de individuos de fauna bentónica habrá una afectación a la integridad funcional del ecosistema, en el caso del impacto a la línea de costa este tampoco se considera significativo ya que debido a las características del proyecto se puede prever no habrá una modificación al arrastre de sedimentos que ponga en riesgo la integridad funcional del ecosistema presente, por lo tanto, se puede aseverar que en particular el proyecto no puede ocasionar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción ya que si bien, se llevarán a cabo diversas actividades, estas no causarán una alteración significativa en el área, debido a las características del proyecto y que no afectarán el hábitat de individuos de flora y fauna, quedando por ello fuera de lo supuesto establecidos en el artículo 35 de la LGEEPA.

### V.3.3. Caracterización de Impactos: determinación de la significancia.

La determinación de la magnitud, así como de la significancia de un impacto es, según Gómez Orea (2002), la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinar de la evaluación de impacto ambiental, para poder estimar la alteración de los diferentes componentes ambientales así como su medición, por lo que se requiere de un conocimiento profundo y especializado de los mismos, así como de la legislación que les afecta y de los criterios utilizados por la comunidad científica, por lo que en esta etapa es en donde intervienen de manera más intensiva el juicio de expertos.

A continuación se describen los criterios usados por los mismos para determinar la significancia o relevancia de los impactos evaluados, que se fundamenta en la definición de “impacto significativo” establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio

---

<sup>9</sup> Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pag. 324

<sup>10</sup> Marco de referencia: espacio geográfico en relación con el cual se estima el valor de un impacto, que para el caso de este MIA-P, se refiere al SA definido.

Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

*IX. Impacto ambiental significativo o relevante: 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;*

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas, por lo que antes de pasar al análisis específico de la relevancia de los mismos, es necesario describir y analizar los criterios que con base en dicha definición se tomaron en consideración en este caso, los cuales fueron los siguientes:

**Criterio jurídico.**

El atributo de significativo o relevante lo alcanza un impacto cuando el componente o subcomponente ambiental que recibirá el efecto del mismo adquiere la importancia especial reconocida en las leyes, en los planes y programas, en las NOM's, etc. Respecto a la posibilidad de generar desequilibrios ecológicos o rebasar límites establecidos en alguna disposición aplicable para la protección al ambiente. En este último caso, es por ejemplo conveniente citar como efecto el reconocimiento del estatus de protección que alcanzan las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con las siguientes categorías de riesgo:

- Probablemente extinta en el medio silvestre,
- En peligro de extinción,
- Amenazadas y
- Sujeta a protección especial.

El nivel de significancia del impacto que pudiera incidir sobre alguna de estas especies radica en el estatus de protección que le asigne la Norma de acuerdo a su vulnerabilidad, así resulta obvio que el impacto sobre una especie con estatus de “en peligro de extinción” puede alcanzar un mayor significado ambiental que si la especie estuviera catalogada en estatus de protección especial.

Igualmente dentro de este criterio se consideran los límites y parámetros establecidos en los instrumentos legales, normativos y de política ambiental que de acuerdo a los Artículos 28 y 35 de la LGEEPA deben considerarse en la evaluación de impacto ambiental.

**Criterio ecosistémico (integridad funcional).**

El nivel significativo de un impacto se reconoce cuando es capaz de afectar el funcionamiento de uno o más procesos del ecosistema, de forma tal que su efecto puede generar una alteración entre componentes ambientales y generar un desequilibrio ecológico (p.ej. reducción el gasto ecológico de un río, eliminando las condiciones de permanencia de un bosque de galería).

**Criterio de calidad ambiental (percepción del valor ambiental).**

El carácter de significativo lo alcanza el impacto por el conocimiento generalizado que se pudiera tener acerca de la importancia o escasez del recurso, ambiente o ecosistema a ser impactado. Este criterio se basa en dictámenes técnicos o científicos, tales como los estudios realizados para la presente MIA-P.

Por ejemplo, este criterio se aplica cuando se pretenden afectar áreas de vegetación de bosque mesófilo o humedales, los cuales representan ecosistemas de muy limitada cobertura geográfica, asociado al reconocimiento de su alto valor en términos de los servicios ambientales que proporcionan.

**Criterio de capacidad de carga.**

La significancia de este tipo de impactos se mide en razón de la posible afectación a la capacidad de asimilación, recuperación o renovación de recursos naturales.

Por ejemplo, este criterio se aplica cuando se pretende afectar a una especie, cuyo rango de distribución es tan limitado que los efectos ambientales en el predio ponen en riesgo la permanencia de la misma. O cuando se vierten desechos, efluentes o emisiones a un cuerpo receptor en una proporción mayor que la capacidad natural de asimilación y/o dispersión.

#### **V.4 ANÁLISIS DE LA SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS POR COMPONENTE.**

Con base en la definición de impacto ambiental significativo expresado en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental y en los criterios jurídicos y ambientales descritos anteriormente, a continuación se analiza cada uno de los componentes del ambiente relacionado con el proyecto y los impactos ambientales identificados para el caso de dicho componente, así como la determinación en términos de la relevancia potencial que se le asigna. Cabe hacer la aclaración que de dicho análisis se excluyen los impactos ambientales positivos, así como aquellos negativos clasificados como despreciables en la sección V.3.1, es decir, aquellos que tienen un índice de incidencia menor a 0.33, lo anterior por considerarse que ninguno de ellos podrían causar afectaciones que alteren la integridad ecológica del SA y/o sinergias negativas para el ambiente, por lo que el impacto a ser analizado es el siguiente:

<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Signo del efecto</b>	<b>Índice de incidencia</b>
Afectación a individuos de fauna bentónica.	N	0.44
Modificación de la línea de costa.	N	0.44

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño ”

---

El análisis se presenta en forma de una tabla para cada componente la cual incluye los siguientes elementos:  
a) Componente y factor; b) Síntesis de caracterización del componente; c) Impactos previsibles y su índice de incidencia; d) Determinación de la relevancia que se le asigna; y e) Razonamientos para dicha determinación.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño ”

Componente:	Factor	Índice de incidencia	Impacto Ambiental	Relevancia:
Fauna	Fauna bentónica.	0.44	Afectación a individuos de especies bentónicas.	<b><u>NO RELEVANTE</u></b>
<p><b>Síntesis de caracterización:</b> En cuanto a la fauna identificada en el litoral costero de Santa María del Mar, en particular en la zona de playa, se tiene que ésta solo corresponde a la presencia de moluscos bentónicos. Dentro de los moluscos bivalvos, reconocidos se tiene lo siguiente: se identificó a <i>Anadara grandis</i>, de la familia Arcidae, así como <i>Chione subimbricata</i> (familia Veneridae). Fueron abundantes las conchas del gasterópodo <i>Muricanthus nigrilus</i>. De la recolecta prospectiva realizada, se obtuvo como resultados 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 (con 2 especies) De Balanos (Cirripedia), Tanaídeos, Anomura y Cumacea, solo pudo reconocerse una especie por taxón. Con la biomasa de cada uno de los grandes grupos taxonómicos, de las especies identificadas ninguna resultó estar catalogada dentro de la Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, en el siguiente capítulo, se consideran medidas de mitigación para la posible afectación a la fauna bentónica.</p>			<p>La afectación a la fauna bentónica presente en la zona donde se pretenden llevar a cabo el proyecto, se dará principalmente por la afluencia de los barcos que van a transportar tanto al personal, como a los componentes de los aerogeneradores y la maquinaria e insumos necesarios, sin embargo, este impacto no se considera significativo o relevante, debido a las características de la infraestructura del punto de atraque, ya que no estará en contacto directo con la zona donde se ubica el bentos, además de que no se prevé se puedan ocasionar la disminución de las poblaciones de fauna bentónica presente, y bajo ninguna circunstancia la afectación y/o pérdida de alguna especie. No obstante se llevarán a cabo una serie de acciones de rescate y reubicación de individuos de especies de bentos, esto principalmente a que estos organismos se consideran de lenta movilidad, dichas acciones se describen a detalle en el siguiente capítulo y con ellas se garantiza la no afectación a este importante componente.</p>	

Componente:	Factor	Índice de incidencia	Impacto Ambiental	Relevancia:
Zona costera	Línea de costa	0.44	Modificación de la línea de costa.	<b><u>NO RELEVANTE</u></b>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño ”

Componente:	Factor	Índice de incidencia	Impacto Ambiental	Relevancia:
Zona costera	Línea de costa	0.44	Modificación de la línea de costa.	<b><u>NO RELEVANTE</u></b>
<p><b>Síntesis de caracterización:</b> En la zona de estudio se presenta una alternancia de estratos sin compactación y con poco cementante, de arenas finas, arcillas y limos. Las arenas son fragmentos de minerales y líticos, se observa una gran uniformidad de los materiales debido a que los sedimentos están constituidos principalmente por arenas finas; Morfológicamente se diferencian las siguientes formaciones.</p> <p><b>Depósitos de dunas.</b>- Estos materiales están constituidos por arenas finas y arenas limosas.</p> <p><b>Depósitos de playa.</b>- Estos sedimentos se encuentran entre las dunas y el mar, presentan una ligera pendiente hacia la costa y están constituidos por depósitos de arenas y arenas poco limosas.</p> <p><b>Depósitos aluviales.</b>- Estos depósitos se encuentran a lo largo de la costa producto de una sedimentación.</p>			<p>La modificación a la línea de costa es un impacto que se podría dar a causa de la implementación del proyecto, ya que con la colocación del punto de atraque se impediría el arrastre de sedimentos que ocurre actualmente, por tal motivo se realizó un estudio de la evaluación de la línea de costa, para saber la afectación real una vez colocado el punto de atraque, dicho estudio reflejo que debido a las características del proyecto, no se presentan cambios entre las condiciones actuales y las condiciones una vez implementado este; ya que dentro del área del proyecto no existe un arrastre de sedimentos significativo, esto no significa que no exista movimiento de sedimentos, lo que expresa es que es una playa en equilibrio y que las obras propuestas para las maniobras de los trabajos a ejecutarse en el proyecto no alterarán las condiciones actuales; es decir, en general la construcción de obras, no generará grandes impactos en cuanto a transporte de sedimentos y con la correcta ejecución de medidas permeables se garantiza que no se alterará el flujo hidrodinámico, dichas medidas se describen en el siguiente capítulo. Con ayuda de estas medidas y acciones de monitoreo, se considera que este impacto es NO relevante ya que no afectará en ningún momento la integridad funcional del ecosistema.</p>	

A continuación se muestran imágenes de la modelación del punto de atraque que se realizó dentro del estudio de evolución de línea de costa y que muestran el potencial de arrastre de sedimentos de la zona donde se pretende ubicar dichas obras, la descripción detallada se encuentra dentro del capítulo IV de esta MIA-P y el estudio en comento, las imágenes son únicamente ilustrativas.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”



Figura V.2. Evolución de la línea de costa en la región del Dock 6 en Santa María del Mar.

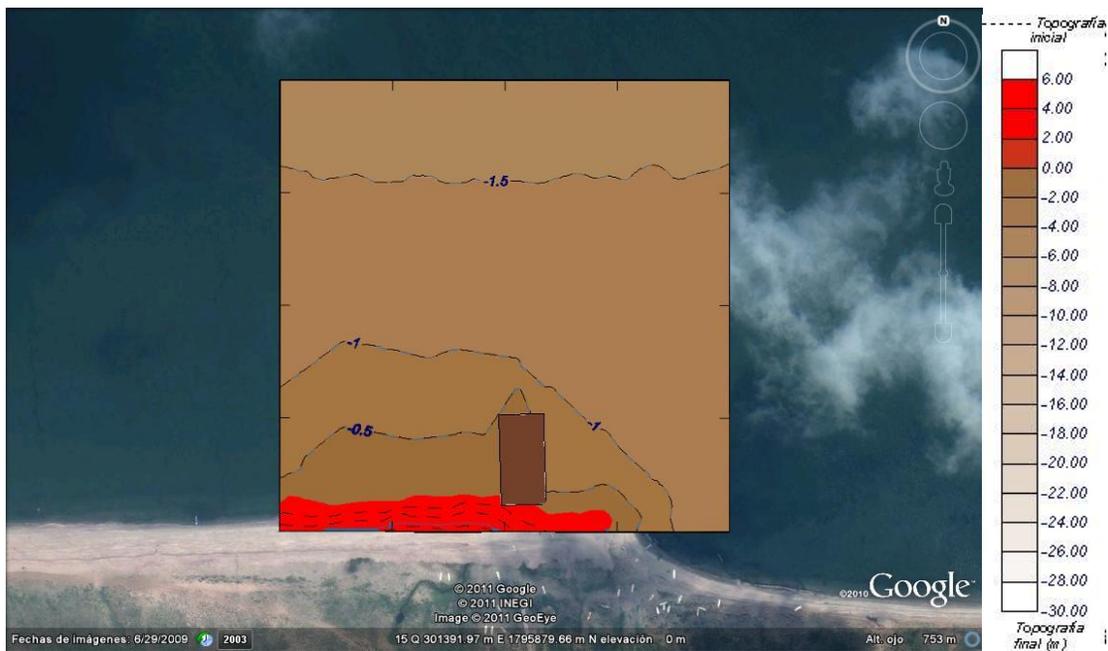


Figura V.3. Evolución de la línea de costa en la región del Dock 6 en Santa María del Mar, Oax.

---

## V. 5 IMPACTOS RESIDUALES.

Aún cuando la presente se trata de una MIA en su modalidad particular, y no existe una obligación jurídica para contemplar un apartado a los impactos residuales, se decidió dedicar una sección especial del presente capítulo a su análisis. Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impactos que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SA, reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como *residuales*.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del “costo ambiental” del proyecto, entendiendo por tal la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SA. La identificación de dichos factores se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, por lo que aquellos impactos con calificación de 3, es decir, que los factores no podrán volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas.

Derivado de lo anterior se tiene que el proyecto no generará ningún impacto que se considere residual.

## V.6 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS.

En esta sección, se describen los impactos evaluados, seleccionando los impactos significativos o relevantes, poniendo énfasis en los impactos acumulativos y sinérgicos.

Tomando como base la información de las tablas V.1 a V.7, y las matrices V.1 a V.3, así como la opinión de expertos, se describen a continuación en detalle los impactos ambientales esperados con la implementación del proyecto por componente ambiental, lo anterior, con la finalidad de que cada uno de ellos sea atendido a través de medidas que garanticen la continuidad del ecosistema en el que se inserta el proyecto.

### Afectación a individuos de fauna bentónica:

La afectación a los individuos de fauna bentónica presente en el área se prevé ocurra principalmente durante la etapa de construcción del proyecto, ya que con la instalación de la estación de atraque, se podría afectar el hábitat de estos y así ocasionar la afectación del bentos, sin embargo, como se menciona dentro del capítulo IV de la MIA-P las características del proyecto no ocasionarán la afectación directa al bentos, ya que la obra que se contempla se ubicara en la zona marina tienen +1.00 m de profundidad en marea baja, por lo que se considera no afectará directamente a la fauna bentónica ya que generalmente esta se localiza a mayor profundidad, sumado a esto como se describe en el capítulo IV de esta MIA-P, la fauna bentónica no es relevante, pues no representa una alta diversidad local (alfa), además de que el proyecto no afectará directamente al bentos como tal, además dicho impacto será atendido por el **Programa de atención a la Fauna**, donde se rescatarán y reubicarán los individuos que se encuentren en las zonas donde se pretende instalar el punto de atraque, garantizando así que no habrá pérdida de estos individuos; cabe mencionar que no se afectará a la integridad ecológica del predio ni del SA, además de que no se encontraron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### Modificación de la línea de costa:

La afectación a la línea de costa es un impacto que se prevé ocurriría principalmente durante la operación del proyecto, ya que con la instalación del punto de atraque se podría interrumpir el transporte de sedimentos

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

ocasionando zonas de acrecimiento y zonas de erosión respectivamente, sin embargo, como se menciona anteriormente este impacto no se considera relevante ni significativo, ya que en base al estudio que se realizó para predecir la evolución de la línea de costa ya con el proyecto, se pudo observar que dentro del área no se lleva a cabo un transporte de sedimentos importante y que derivado de las características del proyecto no se generará dicho impacto, no obstante, se proponen acciones de monitoreo de la línea de costa y de ser necesario se aplicaran una serie de medidas las cuales tiene como principal objetivo no alterar la línea de costa. Tomando en cuenta lo anterior este impacto no afectará la integridad funcional del ecosistema.

**Afectación a individuos de vegetación marina:**

Este impacto es considerado como “despreciable”, toda vez que la vegetación marina no es relevante y que las características del proyecto no afectarán directamente a tal componente, sin embargo, se proponen una serie de acciones preventivas, mitigantes y compensatorias, que de ser necesario se aplicaran con el fin de evitar en todo momento la afectación a este componente.

**Contaminación de la zona costera por mal manejo de residuos:**

Este impacto de igual manera se considera “despreciable” e indirecto, ya que se presenta únicamente como una probabilidad, la cual será reducida ampliamente por el **Programa de Manejo Integral de Residuos**, ya que con este se pronostica habrá un excelente manejo de los residuos disminuyendo así la posibilidad de este impacto y garantizando así la integridad ecológica de la zona, en dicho Programa se describen medidas preventivas de mitigación y compensación, dando principal énfasis a las primeras, ya que en este tipo de impactos es mucho más eficiente la prevención a cualquier otra medida aplicada una vez sucedido el impacto, no obstante, de ser necesario se aplicaran las medidas de mitigación y compensación con el fin de garantizar que durante el proyecto y posterior a este la zona permanezca en las óptimas condiciones ambientales.

**Contaminación de la zona marina por mal manejo de residuos:**

Este impacto es muy similar al anterior solo que este ocurre en la zona marina, principalmente durante la operación del proyecto, por el “tráfico” de las Barcazas ó los Hovercraft’s, de igual manera se proponen una serie de medidas que garantizan que no se causará una afectación a la calidad de la zona marina, dichas medidas, forman parte del **Programa de Manejo Integral de Residuos** y se describen en el siguiente capítulo.

**Contaminación atmosférica por gases, ruido y partículas suspendidas:**

Calidad del aire: es un factor impactado con relativa frecuencia durante el proyecto debido a las actividades o acciones del mismo, acotándose a las etapas de preparación del sitio y construcción ocasionado por la operación y equipo pudiendo provocar niveles de ruido que vayan por arriba de los niveles permisibles para fuentes fijas de acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994 (90 decibeles) y para fuentes móviles de acuerdo con la NOM-080-SEMARNAT-1994 (99 decibeles), sobre todo y en particular cuando nos referimos al uso de explosivos, cuyo mayor impacto es sobre la calidad del aire, en particular el confort sonoro, sin embargo en el desarrollo del proyecto no se considera la utilización de explosivos de ningún tipo.

Durante la etapa de operación y mantenimiento no se espera que se genere dicho impacto, ya que los niveles de ruido estarán por debajo de las normas oficiales mexicanas correspondientes y solamente se deberán al tráfico de barcazas ó hovercraft’s, sin embargo, al ser de naturaleza temporal no se considera como significativo ya que solamente afectaría a las áreas en donde se concentra la infraestructura del punto de atraque y durante determinado tiempo.

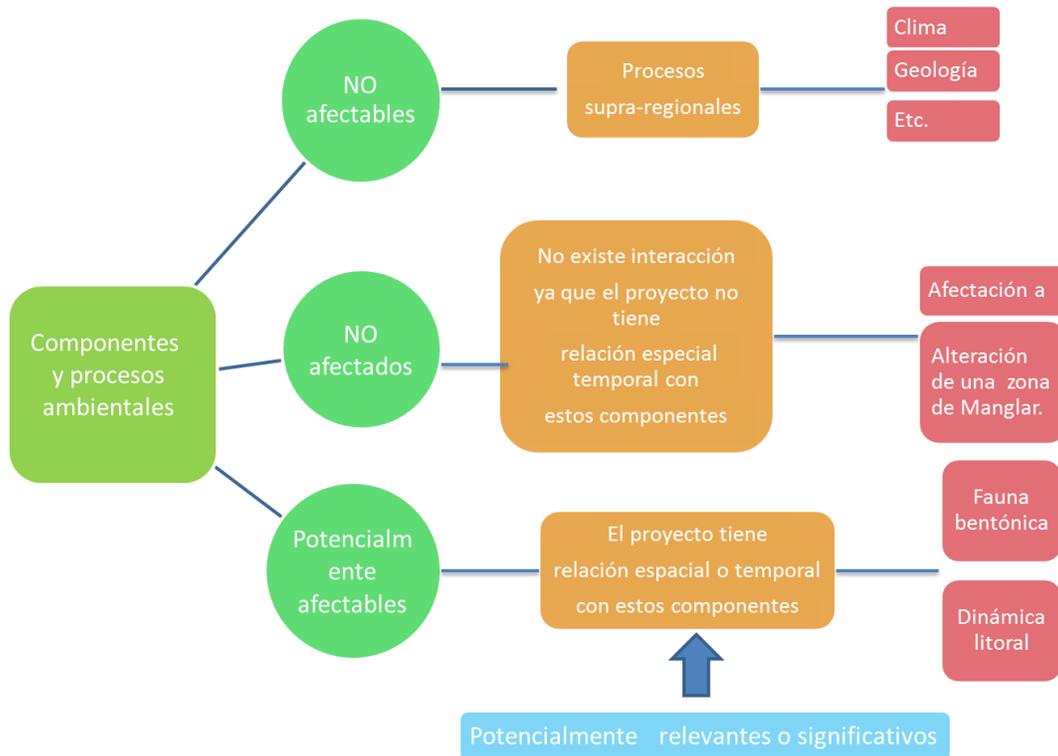
## **V.7 CONCLUSIONES.**

Con base en la información analizada del Capítulo II, los datos obtenidos de los estudios ambientales del Capítulo IV y la opinión de expertos y las diversas técnicas de evaluación de impacto ambiental utilizadas en el presente capítulo, se estima que el proyecto generará en lo general una serie de impactos ambientales de

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

naturaleza negativa, sin embargo, considerando los resultados de los análisis se identificaron los impactos ambientales determinando cuales son significativos, sin medidas, y que derivado de la aplicación de las mismas, ningún impacto se consideró relevante. En adición a lo anteriormente expuesto, en el siguiente capítulo (VI) se presentarán las medidas mediante las cuales se podrá prevenir y mitigar la relevancia de dichos impactos, con lo cual el proyecto, en términos ambientales, es viable en todas sus secciones.

Es factible aseverar que el proyecto se ajusta a lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA respecto a que la presente MIA-P y en particular la identificación y evaluación de impactos presentada evidenció que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SA.



**Figura V.15** Síntesis de la evaluación de impactos ambientales.

Lo anterior se sustenta en el reconocimiento de se analizaron las posibles interacciones que el proyecto pudiera tener con componentes y procesos ambientales del SA a distintas escalas geográficas, tal y como se expresa en la Figura V.15. En este orden de ideas, se analizó y concluyó que:

1. Con base en el análisis del diagnóstico ambiental de los componentes biológicos que caracterizan el predio, se puede afirmar que la ejecución de la obra y actividades que contempla el proyecto, no representan un factor de cambio importante debido a que las características de este y a que será retirado al término de la vida útil del proyecto.
2. Se considera que no se modificarán los procesos naturales de las especies de flora y fauna del SA, no habiéndose presentado valores de diversidad local (alfa) altos para el área de estudio.

---

3. Es importante manifestar también que el desarrollo de la obra generará un gran beneficio social tanto en el ámbito regional como local, al contemplar como objetivo principal el contribuir a la generación de energía “limpia”, cubriendo las necesidades actuales.

Con base en el contexto de la identificación de impactos analizados, las presentes conclusiones se derivan de demostrar con base en los criterios de significancia descritos en este capítulo, la evaluación de impactos cumplió con el doble enfoque solicitado en la LGEEPA y su Reglamento en la materia, respecto a:

- Calificar el efecto de los impactos sobre los ecosistemas, en cuanto a la relevancia de las posibles afectaciones a la integridad funcional de los mismos (Artículo 44, fracción II del REIA).
- Desarrollar esta calificación en el contexto de un SA (Artículo 12, fracción IV del REIA), de forma tal que la evaluación se refiere al sistema y no solo al predio objeto del aprovechamiento.
- Con las medidas descritas en el siguiente capítulo se garantiza su continuidad de los ecosistemas dentro del SA.
- El enfoque del proyecto concibe mantener la integridad de los ecosistemas presentes en el SA, es decir la composición de hábitats que existen, la diversidad de especies y consecuentemente su capacidad de funcionar como un sistema integrado, reduciendo y evitando impactos que eliminen hábitats y/o especies o que desarticulen su estructura, preservando las condiciones que permitan la movilidad y la viabilidad de las especies.
- Entendiendo la capacidad de carga de un ecosistema, como la capacidad que tiene para ser utilizado o manejado, sin que esto comprometa su estructura y funcionamiento básicos, se puede afirmar que el diseño del proyecto asegura estas dos condiciones.

Las conclusiones del presente capítulo permiten señalar que se respeta la integridad funcional de los ecosistemas, ya que como se identificó, los componentes ambientales que por sí mismos son relevantes, han sido previamente afectados de forma significativa y de forma específica no se afectarían a individuos (diversidad alfa o local). Consecuentemente, se aportan elementos que evidencian la baja biodiversidad, y que demuestran que el proyecto no puede ocasionar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción ya que no se afectará el hábitat de individuos de flora y fauna, ni se afectaran a especies como tal, quedando fuera del supuesto establecido en el artículo 35, numeral III, inciso b) de la LGEEPA.

Adicionalmente, en el siguiente capítulo se presentarán las medidas necesarias para prevenir, mitigar, restaurar, controlar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto e integrarlas de manera precisa y coherente en el marco de sistema de gestión y manejo, cuya ejecución permitirá no ocasionar ningún impacto que por sus atributos y naturaleza pueda provocar desequilibrios ecológicos de forma tal que se afecte la continuidad de los procesos naturales que actualmente ocurren en el SA delimitado.

Finalmente, como resultado de las anteriores conclusiones es factible aseverar que el proyecto no generará:

1. Desequilibrios ecológicos.
2. Daños a la salud pública.
3. Afectaciones a los ecosistemas.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

# CAPITULO VI

---

## *MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES*

---

## VI.1 INTRODUCCIÓN.

En cumplimiento a lo establecido en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), y de los preceptos que de ella emanen, en lo referente a las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación necesarias, para la ejecución del proyecto que nos ocupa se tiene, lo siguiente:

*“ARTICULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, **así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.**”*

En la presente MIA-P en el Capítulo V, se han identificado y evaluado los impactos ambientales que potencialmente puede inducir el proyecto en el Sistema Ambiental, y en virtud de que el objetivo de una evaluación de impacto ambiental es prevenir y corregir los efectos adversos al ambiente en la realización de un proyecto, por lo que las medidas propuestas en el presente capítulo atenderán a los impactos con mayor valor, es decir aquellos considerados como relevantes.

Bajo esta premisa, se asume el hecho que identificados los impactos ambientales relevantes, se deben definir las medidas que permitirán la mitigación, prevención, o compensación de los mismos, para ello se ha diseñado un instrumento además de atender en conjunto las medidas solicitadas, permite visualizar el enfoque integral en la atención de los efectos negativos al ambiente bajo objetivos particulares, por lo que se llevará a cabo la implementación de un **Sistema de Gestión y Manejo Ambiental (SGMA)** como un instrumento, en el que establecen los siguientes objetivos:

- Colocar y operar 1 punto de atraque en un contexto de conservación, protección y uso sustentable de los ecosistemas involucrados, los bienes y los servicios ambientales que estos brindan, con la finalidad de que el proyecto se caracterice por tener estrategias de desarrollo ambientalmente viables.
- Implementar medidas para prevenir y mitigar los impactos, comprometidas en la presente MIA-P, para prevenir, mitigar y restaurar según sea el caso, los posibles efectos derivados de los impactos ambientales relevantes y potenciales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto, en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales.
- Implementar acciones que permitan dar atención y cumplimiento estricto a los términos y condicionantes que la SEMARNAT imponga en el caso de autorizarlo.
- Verifica el estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto.

Con lo anterior, se pretende que las medidas propuestas se encuentren orientadas e integradas a la conservación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que se pretenden aprovechar, de forma tal que se cumpla con lo solicitado en el artículo 44 del Reglamento en la Materia de Evaluación de Impacto Ambiental de la LGEEPA, respecto a:

**“Artículo 44.-** Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:

*I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;*

***II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y***

*III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.”*

Aunado a las medidas propuestas en la presente MIA-P, el proyecto estará sujeto en caso de ser autorizado en materia de impacto ambiental, a las medidas adicionales que sean establecidas en la resolución positiva emitida por la autoridad competente.

## VI.2 SISTEMA DE MANEJO Y GESTIÓN AMBIENTAL (SMGA).

Las acciones de mitigación son diseñadas para moderar, atenuar, minimizar o disminuir los impactos adversos que la realización o desarrollo de un proyecto en particular pueda generar sobre el entorno. Además la mitigación puede contribuir a restituir una o más componentes o factores del medio, a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En el caso de no ser posible, se restablecerán al menos las propiedades básicas iniciales. Bajo este contexto el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA) se encuentra estructurado por un programa general tal y como se establece de la siguiente manera (

).



Figura VI.1. Estructura del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA).

A continuación se presentan los distintos programas diseñados para la atención de los posibles impactos ambientales y que consecuentemente, al someter las obras y actividades del proyecto a medidas de prevención, mitigación y compensación se garantiza la no afectación ambiental, manteniendo los impactos en niveles tales que no pongan en riesgo la integridad de los ecosistemas, hecho que deberá ser demostrado a través de la vida útil del proyecto a través de las acciones de monitoreo de la eficacia ambiental de cada programa.

## VI.3. PROGRAMA DE SUPERVISION Y GESTION AMBIENTAL (PSGA).

El Programa de Supervisión y Gestión Ambiental (PSGA) a implementar para el proyecto es la herramienta principal del SMGA y tiene como objetivo primordial orientar y coordinar las acciones previstas para el cumplimiento de obligaciones aplicables, así como las medidas establecidas en el presente capítulo y de las que establezca la autoridad, así como las acciones voluntarias en protección y conservación de los ecosistemas involucrados. Por esta razón el logro de las metas de todos los demás programas y subprogramas es verificado de manera sistemática a través del PSGA para confirmar su congruencia con el cumplimiento de los objetivos ambientales del proyecto. Las metas principales que contempla la implementación de este Programa son las siguientes:

- ❖ Verificar el cumplimiento de todas las obligaciones ambientales del proyecto en sus diversas etapas de implementación incluyendo: a) Los términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT imponga en la autorización correspondiente en caso de ser afirmativa; y b) La legislación y normatividad ambiental aplicable.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

- 
- ♣ Verificar el cumplimiento de todas y cada de las medidas de mitigación, prevención y/o compensación propuestas en la presente MIA-P, y que de manera voluntaria se han diseñado a fin de atenuar los posibles impactos adversos ambientales que pudieran generarse durante el desarrollo del proyecto.

Para el cumplimiento de las metas antes referidas se establecerán estrategias e indicadores como a continuación se citan:

1. Supervisión y vigilancia de las obras, procesos y actividades autorizadas.
2. Verificación de la observancia de las obligaciones establecidas.
3. Implementación de buenas prácticas ambientales y ecotecnologías aplicables.
4. Identificación y obtención de certificaciones ambientales.
5. Indicadores de cumplimiento del Programa.

✓ **Supervisión y vigilancia de las obras, procesos y actividades autorizadas.**

Para garantizar el cumplimiento de las obligaciones ambientales que establezca la SEMARNAT al proyecto que nos ocupa en caso de ser autorizado, mediante esta estrategia durante sus etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento, el responsable de la supervisión ambiental se coordinará de manera sistemática con el responsable de la construcción o de la operación, para planificar conjuntamente y establecer acuerdos previos que permitan cumplir en la práctica diaria con las obligaciones ambientales aplicables a cada etapa, identificar en términos verificables que no se está rebasando el impacto ambiental previsto y aplicar medidas complementarias para reducirlo hasta donde sea posible.

Con base en dichos acuerdos previos, en cada etapa se revisará directamente en campo y de manera periódica las zonas de preparación del terreno, construcción y operación, así como las actividades regulares y extraordinarias relacionadas con objeto de:

- a) Observar el cumplimiento de obligaciones por parte de los actores involucrados en las etapas;
- b) Supervisar la implementación de las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales previstos para cada etapa;
- c) Coordinar la ejecución los Programas de Gestión y Manejo Ambiental.
- d) Dar seguimiento al estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos del predio partiendo como línea base la información contenida en esta MIA-P.

✓ **Verificación de la observancia de las obligaciones establecidas.**

Verificación directa del cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales del proyecto establecidas en la resolución emitida por la SEMARNAT en caso de ser autorizada la realización del proyecto en materia de impacto ambiental, incluyendo las medidas de mitigación que se contemplan en la presente MIA-P.

✓ **Implementación de buenas prácticas ambientales y ecotecnologías aplicables.**

Incluye la identificación, implementación de buenas prácticas ambientales y ecotecnologías existentes o disponibles en la región o en sitios equivalentes, que demostradamente hayan sido exitosas, así como de aquellas que resultan aplicables para proyectos específicos como en particular al que nos ocupa.

- 
- ✓ **Indicadores de cumplimiento del Programa.**
  - ❖ Firmas de recibido por contratistas de las reglas ambientales para construcción.
  - ❖ Número de inspecciones para supervisión de obra u operación y para verificación estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos del predio.
  - ❖ Listas de chequeo de cumplimiento de obligaciones voluntarias por parte de los actores involucrados en las etapas e integración de la documentación oficial necesaria para comprobarlo.
  - ❖ Relación de buenas prácticas o ecotecnologías incorporadas.

#### **VI.4. PROGRAMA DE ATENCIÓN A LA FAUNA.**

Debe considerarse que este proyecto surge por la necesidad de transportar los aerogeneradores, trabajadores y demás insumos necesarios para la construcción y operación del Parque Eólico Istmeño, el cual ya fue evaluado y autorizado por la DGIRA, dentro del Estudio de Impacto Ambiental realizado para dicho proyecto, a través del cual se propusieron una serie de programas, los cuales pretenden garantizar la no afectación a diferentes componentes, dentro de los cuales se encuentra la fauna, a estos programas se suman los solicitados en los términos y condicionantes incluidos en los resolutiveos correspondientes, dentro de los cuales se incluyen programas específicos para especies relevantes o dentro de algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010; al encontrarse este proyecto dentro del mismo SA se prevé no se generarán impactos nuevos ambientalmente significativos a los ya evaluados, sin embargo, debido a que la autoridad requirió la realización de esta MIA-P, se da énfasis a aquellos componentes ambientales que resultaron como significativos dentro del capítulo anterior y que refieren principalmente a la posible afectación de la fauna bentónica de la zona, por lo que dentro de este programa se enfoca al rescate y reubicación de este tipo de fauna, quedando en el entendido que la colocación del punto de atraque no afectará a la fauna terrestre o a la avifauna.

La implementación de este Programa tiene como principal objetivo orientar y coordinar de manera integrada todas las acciones relacionadas directa o indirectamente con la fauna bentónica, previstas para su protección, conservación. Su alcance comprende las etapas de preparación del terreno, construcción, operación y mantenimiento y abandono.

Su objetivo principal será el prevenir y/o mitigar los posibles impactos ambientales por la realización del proyecto, particularmente se tendrá especial énfasis en el cuidado de la fauna bentónica que se puede ver afectada por la obra y actividades del proyecto en sus diferentes etapas.

Las metas principales que contempla la implementación de este programa son las siguientes:

1. Proteger en el mayor grado posible la fauna del sitio.
2. Implementar acciones de rescate y reubicación de fauna principalmente la bentónica.
3. Propiciar el mantenimiento de áreas y hábitats para la fauna relevante del sitio y la región.
4. Implementar estrategias de manejo y monitoreo que propicien la conservación y apreciación de la fauna principalmente bentónica.

El Programa de Atención a la Fauna deberá cumplir las siguientes metas:

- ✓ **Garantizar la realización de acciones de rescate.**

El rescate de fauna no será una acción exclusiva de las etapas de preparación del sitio y construcción ya que asimismo deberá ser posible realizarla durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto. No obstante, es especialmente crítica su importancia en las dos primeras etapas, por lo cual antes del inicio de la etapa de preparación del sitio en cada área autorizada para su construcción se deberá implementar la campaña

---

de rescate de fauna con especial énfasis en especies de bentos. Cada ejemplar rescatado, será identificado y registrado en una bitácora, para posteriormente ser trasladado hacia áreas que se consideren para su reubicación, dichas áreas deberán contar con las características ambientales óptimas que garanticen la sobrevivencia de estos individuos y deberán encontrarse ubicadas dentro del mismo SA.

**a) Secuencia de actividades para el rescate de fauna.**

- Contratación de técnico especializado.
- Recorridos para identificación de individuos.
- Rescate y reubicación de individuos.
- Monitoreo.

**b) Cuidados de la fauna rescatada.**

Los ejemplares de fauna rescatados durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación o mantenimiento del proyecto, identificados y registrados en buenas condiciones serán trasladados de la manera más inmediata posible a áreas con buen grado de conservación, semejantes a su hábitat o sitio de captura. En caso de organismos incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se comunicará a la autoridad competente y bajo su supervisión, se procederá al traslado en sitios autorizados.

✓ **Acciones de protección y conservación.**

La estrategia fundamental para proteger a los animales silvestres es la de mantener la diversidad de los hábitats. Esto asegura la disponibilidad de los distintos medios para su sobrevivencia.

**a) Criterios de elegibilidad de grupos o especies a proteger.**

Conforme la opinión de los especialistas participantes en esta MIA-P, los grupos o especies a proteger se eligieron con base a tres criterios:

- Estatus de protección: Especies que figuran bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Especies con distancias de dispersión cortas (baja movilidad).
- Hábitats críticos y/o zonas de reproducción.

**b) Estrategias y métodos de protección.**

- Mantener la diversidad de los hábitats.
- Protección de individuos de baja movilidad.
- Rescate y reubicación de organismos de baja movilidad.
- Educación ambiental.

**c) Acciones de prevención para la protección y conservación de fauna.**

Debido a que el proyecto no estará en contacto directo con la fauna bentónica ni sus hábitats, las acciones de prevención están en función de la posible contaminación por mal manejo de residuos, así como derrames

---

---

accidentales etc., estas acciones se describen en el Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual será implementado con el fin de garantizar que la probabilidad de que ocurran estos impactos sea prácticamente nula, dicho programa se presenta más adelante.

✓ **Indicadores de cumplimiento del programa.**

- Total acumulado de número de ejemplares de fauna rescatados y reubicados.
- Total acumulado del número de especies de fauna registradas en el sitio del proyecto, que se encuentran bajo algún estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Grado de dominio de las técnicas de captura para rescate de especies de fauna.

✓ **Educación Ambiental y Difusión.**

Las actividades de educación ambiental se dirigirán hacia los trabajadores involucrados en la obra. Se deberán ofrecer conferencias abordando temas sobre: las características ecológicas y la importancia del área, normatividad en materia de protección de flora y fauna y medidas de seguridad en el manejo de fauna.

✓ **Acciones para las especies en NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Si dentro de los recorridos de campo previos a la colocación del punto de atraque se encontrasen individuos de especies con algún estatus dentro de esta NOM se deberán aplicar de manera específica las siguientes acciones:

Para lograr la conservación de la fauna bentónica es necesario promover entre todos los sectores involucrados el conocimiento de las especies, los servicios ambientales y la importancia de la conservación del hábitat; así como implementar medidas de prevención y mitigación coadyuven a esto.

Para lo cual se establecerán acciones enfocadas principalmente a las especies que pudieran estar presentes en el predio y/o SA y que se encuentran listadas dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

El objetivo de las acciones será coordinar todas las acciones dirigidas a prevenir o mitigar los impactos ambientales generados por el proyecto; y establecer las estrategias y lineamientos de forma integrada que permitan favorecer la conservación de la fauna presente en la zona.

1. Antes de iniciar las acciones de ejecución de las obras se deberá de ahuyentar a los organismos vágiles como los peces para que abandonen el lugar y se establezcan en otras zonas y evitar que se vean afectadas de manera directa.
2. Una vez logrado lo anterior se deberá de colocar una malla antidispersante (geotextil) que delimite la zona de ejecución de acciones del proyecto y que a su vez ayude a contener el sustrato fino en suspensión y material flotante que se pueda generar. Esto ayudará a contener los sedimentos que se liberen por efecto del hincado de pilotes y que no se dispersen a áreas aledañas y pudieran causar el sepultamiento de la flora y fauna bentónica.
3. Tras colocar la malla geotextil y previo a la ejecución de las obras del proyecto, se requerirá del rescate y traslado de la fauna bentónica que se localice al interior del área a intervenir. La translocación de especies es una herramienta útil para restituir la abundancia de poblaciones que han disminuido su número a escala local, así como para conservar especies de alto valor ambiental (Minckley, 1995).

4. Para lo cual se llevará a cabo la revisión del fondo marino y se colectará manualmente todos los ejemplares de fauna bentónica que se encuentre dentro del área a intervenir. Se debe de llevar un registro de la especie, el número de individuos por especie. Los ejemplares se trasladarán a áreas aledañas que se conservarán en su estado natural y se liberarán inmediatamente.
5. En caso de los peces que pudieran haber quedado en el área y en caso de que se pueda identificar que se trate de alguna de las especies que se encuentran en la Norma Oficial Mexicana se podría translocar la mayor cantidad de ejemplares posible. Para hacer esto se recomienda:
  - Transportar ejemplares en densidades bajas por contenedor (1 individuo/litro agua), reducir el tiempo de mantención de los peces en recipientes aireados.
  - Es recomendable utilizar tientos de más de 50 lt de volumen con el fin de mantener a los peces en buenas condiciones previo a su traslado. El agua de estos debe de ser permanentemente aireada y resulta adecuado incluir cierta heterogeneidad microambiental para que pueda ser usado como refugio por parte de los peces (bolones). Se ha observado que los peces en estados juveniles presentan mayor mortalidad por lo que el esfuerzo debe enfatizarse en los ejemplares adultos quienes tienen mayores probabilidades de sobrevivencia (Habit et al., 2002). En estos casos se debe de realizar el manejo lo más rápido posible, así como reducir el tiempo de manutención de los peces en los recipientes aireados y transportar a los ejemplares en bajas densidades por contenedor.
6. Otras medidas generales a llevar a cabo son:
  - Diseñar y difundir medidas de seguridad en caso de derrames de hidrocarburos para prevenir afectaciones al hábitat.
  - Se debe de prohibir el uso de redes de arrastre y la extracción ilegal del bentos.
  - Prohibir la extracción de ejemplares de invertebrados que se encuentran en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

#### ✓ **Acciones de monitoreo**

Las comunidades marinas son ecosistemas complejos por lo que no es práctico monitorear todos los animales, plantas y sus interacciones. Pero a partir de una caracterización general se puede definir algunos indicadores que nos permitan conocer el estado de la comunidad.

El objetivo de las acciones de monitoreo es evaluar los avances y la efectividad de la aplicación de las acciones, con la finalidad de conocer que tan eficientes son las medidas propuestas, y en caso de ser necesario replantearlas o bien actualizarlas.

Asimismo nos permite documentar los cambios relacionados a eventos perturbadores para el sistema como derrames de hidrocarburos, daños por anclas, encallamientos, aumento en los niveles de turbiedad, sedimentación o cambios en la salinidad. Y servir como instrumento para evaluar los resultados de las acciones de manejo para la conservación de las especies. A la vez que sirve como mecanismo para evaluar la tolerancia y la rapidez de la restauración o degradación del sistema por posibles efectos causados por las actividades del proyecto.

Para evaluar la comunidad de peces se puede utilizar el método establecido en el PMS basado en el protocolo AGRRA (Ginsburg, 1999) que consiste en nadar sobre un transecto de 30 x 2m, identificando y contabilizando todos los individuos de peces adultos de las familias indicadoras que se atraviesen en el.

Las acciones de monitoreo debe de hacerse de manera constante y por lo menos se debe de contar con un reporte técnico anual.



**Figura VI .2** Monitoreo del sistema marino a través de transectos.

A partir del monitoreo que se realice se podrá hacer una evaluación de la eficacia de las acciones propuestas. Esta evaluación podrá ser estimada a partir de algunos indicadores de éxito que sirvan como referencia para medir la eficiencia del programa. A continuación se mencionan algunos:

✓ **Indicadores de éxito**

Contar con el registro de los animales translocados.

No tener afectaciones, disturbios en el agua o hábitat que provoquen afectaciones directas o indirectas en la especie.

Que el área del proyecto reincorpore sus procesos naturales y su dinámica como parte del sistema marino.

**VI.5. PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS (PMIR).**

Debido a las características del proyecto se prevé que si bien en sus diferentes etapas de desarrollo, serán generados algún tipo de residuos líquidos, sólidos y/o peligrosos, tal y como se refiere en los Capítulos II y V de la presente MIA-P. Con la finalidad de disminuir al máximo los riesgos de contaminación a la zona costera y marina, se ha considerado pertinente proponer un Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR), cuyos componentes se presentan en la siguiente figura.



**Figura VI.3.** Subprogramas que conforman el Programa de Manejo Integral de Residuos.

### **VI.5.1 Subprograma de Manejo Residuos Sólidos.**

Si bien no se prevé que el proyecto sea una fuente generadora de residuos sólidos, de manera preventiva se deberán manejar adecuadamente los desechos sólidos que en su caso pudiesen generarse, para evitar la contaminación al mar y con ello se afecten las áreas donde se ubique el punto de atraque para el desarrollo de los procesos naturales de la zona, así como se afecte negativamente la imagen de la empresa que actualmente es considerada limpia y respetuosa del medio ambiente.

Las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

1. Definir medidas para la reducción de fuentes de residuos sólidos.
2. Definir estrategias para la separación, reutilización y reciclamiento de materiales.
3. Identificar los mejores métodos para la disposición temporal y final de residuos.

La estrategia prevista para alcanzar las metas y aplicar los criterios referidos se presentan a continuación.

#### **Fase Interna.**

La fase interna del manejo de residuos contempla las actividades de identificación, separación, envasado, recolección y almacenamiento temporal.

#### **✓ Identificación previa, separación y envasado.**

Los diferentes tipos de residuos sólidos que pudiesen generarse durante los procesos constructivos y operativos del proyecto, deberán ser identificados, separados y colocados en los contenedores con su respectiva etiqueta y la obligatoriedad posibilitará su separación. Posteriormente se dará un manejo diferenciado de los mismos, que dependerá de los tipos de desechos, fuente generadora los mecanismos previstos de recolección, confinamiento y disposición final.

Dentro del subprograma se han considerado actividades de separación de residuos para reciclaje, por lo que la empresa ofrecerá contenedores para la recolección de cuando menos: plásticos, vidrio, aluminio, papel y cartón y deberán identificarse por medio de un color y/o estar debidamente señalados.



**Figura VI.4.** Separación y Envasado de Residuos Sólidos.

Los depósitos o contenedores exclusivos para los desechos deberán estar en lugares estratégicos y cada uno de éstos debe poseer tapa y bolsa de plástico de uso rudo y debe ser marcado en los idiomas español e inglés.

✓ **Acciones a considerar en el manejo de residuos:**

Las obras de colocación del punto de atraque y las actividades de mantenimiento de las instalaciones generan desechos sólidos que deben de disponerse en los recipientes asignados para ello, evitando que éstos tengan como destino final el agua de mar.

Durante la construcción se deberá de contar con los depósitos de basura necesarios para mantener el sitio en un estado saludable y tener un plan de monitoreo y vaciado de los recipientes.

A continuación se citan acciones que deberán considerarse para un manejo adecuado de residuos:

- La empresa deberá especificar y señalar los lineamientos para el manejo de desechos sólidos (tiempos, ubicación y características de contenedores, etc.).
- Las instalaciones deberán tener definida y señalizada una ubicación para los sistemas y equipo para el manejo de los desechos sólidos que minimicen el impacto.
- En ningún caso, los residuos serán dispuestos en cuerpos de agua, en la proximidad de los ecosistemas acuáticos y en contacto con el suelo.
- Las bolsas de los depósitos o contenedores deberán ser colectadas periódicamente y depositadas en el área general específica para los desechos.
- Los sitios donde se colocarán los depósitos, debe ser de fácil acceso y estar debidamente señalada.
- No colocar los contenedores en el punto de atraque ya que los desechos puede ser tirados al agua por descuido o accidentalmente o ser acarreados al agua por el viento.
- Poner tapas o algún otro artefacto que mantenga los residuos dentro para que no permita que el agua de lluvia entren al contenedor.
- Usar una red de alberca para colectar los desechos en las esquinas o en donde se le encuentre dentro del punto de atraque.
- No permitir que los contenedores se rebosen.
- Mantener las áreas limpias y ordenadas.
- Poner letreros en cada sitio de disposición de residuos, informando a los empleados que los contenedores son exclusivos para residuos de tipo doméstico y no se deben tirar desechos combustibles, químicos tóxicos, pinturas, aceites, anticongelantes, resinas, barnices, etc. en forma sólida ni líquida.

✓ **Recolección interna y Almacenamiento temporal.**

Los residuos sólidos generados durante la construcción y operación del proyecto que nos ocupa serán separados en residuos inorgánicos (reciclables y no reciclables) y orgánicos, a través de contenedores de

plástico con tapa y claramente etiquetados que serán colocados estratégicamente cerca de las fuentes de generación.

Posteriormente, el personal asignado para la actividad de recolección interna conducirá los residuos, ya sea en bolsas de manera manual o bien mediante carros asignados para ese fin, hacia la zona de almacenamiento temporal y que deberán ser colocados en contenedores de mayor capacidad para su almacenamiento temporal hasta su recolección externa.



Figura VI.5. Contenedores para su almacenamiento temporal.

#### ■ **Fase Externa**

La fase externa del manejo de residuos comprende la recolección propiamente externa y disposición final de los residuos.

##### ✓ **Recolección externa y disposición final.**

La actividad de recolección externa se llevará a cabo por unidades de recolección por parte de una empresa prestadora de servicio para este fin. Las unidades recolectoras conducirán los residuos no peligrosos al sitio de disposición final o en su caso de reciclaje, serán trasladados a los centros de acopio o bien a las instalaciones donde se les dará un tratamiento específico.

##### ✓ **Indicadores de Cumplimiento del Subprograma.**

- Medidas establecidas para reducir fuentes de residuos sólidos.
- Medidas establecidas para la separación de residuos sólidos (biodegradables, reciclables, y no reciclables).
- Registro de recolección de basura (estimación en m<sup>3</sup> ó Kg.).
- Registro del número de viajes al tiradero municipal o por la empresa encargada.
- Registro del retiro del sitio de residuos y disposición final de los residuos sólidos reciclables separados, por empresas o instituciones autorizadas.

#### **VI.5.2 Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos.**

El Subprograma de manejo de Residuos Líquidos ha sido diseñado y será implementado para la operación del punto de atraque, en primer instancia con la finalidad de dar cumplimiento a la normatividad y legislación ambiental aplicable en materia, y segundo para lugar para revertir y controlar la contaminación principalmente al mar, este será aplicado únicamente de ser necesario, es decir, en caso de que el proyecto

---

generé residuos líquidos, esto en función de lo anteriormente mencionado de que este proyecto forma parte de 2 proyecto aún más grandes y que probablemente sean los que lleven a cabo el manejo de los residuos.

Las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

1. Identificar y utilizar la mejor ecotecnología e infraestructura sanitaria disponible para el tratamiento de aguas residuales.
2. Disminuir el riesgo de contaminación de suelo, agua y ecosistemas por aguas residuales.
3. Reducir las fuentes generadoras de aguas residuales.
4. Inducir el uso de químicos y productos biodegradables compatibles con la tecnología de tratamiento.

La estrategia prevista para alcanzar las metas y aplicar los criterios referidos se presentan a continuación:

✓ **Supervisión sanitaria sistemática durante la construcción.**

Durante los procesos constructivos del proyecto que nos ocupa, se establecerán procedimientos de supervisión sistemática de la disponibilidad y buen uso de sanitarios portátiles en frentes de trabajo y de fosas sépticas selladas. Esta verificación incluye la disposición final de residuos líquidos a cargo de empresas acreditadas para tal fin por las autoridades competentes.

✓ **Indicadores de Cumplimiento del Subprograma.**

- Medidas establecidas para reducir fuentes de residuos líquidos.
- Medida para prevenir accidentes de contaminación en la zona marina por residuos líquidos.
- Medidas previstas para el manejo y disposición final de los residuos líquidos que se generen.
- Relación y estimación del volumen de residuos líquidos generados.

### **VI.5.3 Subprograma de Manejo de Residuos Peligrosos.**

Los residuos peligrosos son aquellos residuos que por sus características (CRETIB) son corrosivos, reactivos, tóxicos, explosivos, inflamables o bioinfecciosos y deben ser dispuestos en forma adecuada de acuerdo a la reglamentación y normatividad vigentes. En la operación del punto de atraque probablemente habrá generación de residuos peligrosos tales como aceites gastados, residuos de solventes, pinturas caducas, trapos y envases que hayan estado en contacto o hayan contenido residuos peligrosos, entre otros.

Con la finalidad de dar cumplimiento a la legislación y normatividad ambiental aplicable para un manejo adecuado de los residuos peligrosos que serán generados en sus diferentes etapas del proyecto, se implementará el Subprograma de Manejo de Residuos Peligrosos, que se conforma por una serie de actividades de manejo tal como se define en la legislación aplicable en la materia.

Las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

1. Verificar el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos en infraestructura apropiada.
2. Verificar el transporte y disposición final de los residuos peligrosos por empresas debidamente acreditadas y sitios de disposición final autorizados.
3. Limitar el uso de productos que generan residuos peligrosos.
4. Promover el uso de productos y químicos biodegradables certificados.

Las principales estrategias previstas para alcanzar las metas referidas son las siguientes:

 **Fase Interna.**

La fase interna del manejo de residuos contempla las actividades de identificación, separación, envasado, recolección y almacenamiento temporal.

✓ **Identificación, separación y envasado.**

Los diferentes tipos de residuos peligrosos que se prevé que serán generados durante los procesos constructivos y operativos del proyecto deberán ser identificados previamente, para después ser envasados y etiquetados y posteriormente ser almacenados temporalmente en contenedores de plástico o metálico según corresponda, en el sitio específicamente para su almacenamiento temporal, con la finalidad de ser entregados periódicamente a una compañía externa con autorización para su transporte, manejo y disposición final. A cada tipo de residuo identificado se le dará un manejo diferenciado en el cual dependerá el tipo de residuo (Solvente, pintura, aceite, estopa impregnada aceite y pintura) y su fuente generadora (mantenimiento a equipo y maquinaria, etc.), así como el manejo y disposición final previstos.

✓ **Establecimiento del sitio de almacenamiento temporal.**

Durante los procesos constructivos y operativos del proyecto se deberán destinar en espacios exteriores o interiores para el adecuado almacenamiento temporal seguro de los residuos peligrosos, previo a su entrega a empresas autorizadas para traslado y disposición final, asimismo que estos sitios cumplan con las disposiciones de los artículos 14 al 17 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en esta materia.

Para disminuir los riesgos de derrames, en estos sitios todos los contenedores donde se almacenen temporalmente los residuos peligrosos deberán estar colocados sobre tarimas de madera o recipientes contenedores de plástico y solo se podrán estibar dos contenedores por línea de almacenamiento.

Para el ingreso al almacén de los residuos peligrosos, independientemente del estado físico, se deberá asegurar que se reciba con las hojas técnicas correspondientes perfectamente envasado y etiquetado con el rombo de grado de riesgo a la salud, para su registro y control en una bitácora (nombre del material, peso total y fuente de origen).

Para el almacenamiento temporal de sustancias peligrosas en exteriores durante procesos constructivos u operativos, a continuación se ejemplifican las especificaciones que cumplir para el sitio de almacenamiento temporal correspondiente, las cuales son las siguientes:

- Contar con canal o fosa de contención, malla o muros y techos donde sea requerido.
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos que ahí se almacenan en lugares y formas visibles, así como extintores en buenas condiciones.
- Estar ubicado en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.



Figura VI.6. Señalamiento de Almacén temporal de residuos peligrosos.

- ✓ **Acciones a considerar en el manejo de residuos peligrosos:**
- ✓ ***Minimizar el uso de productos peligrosos y almacenamiento seguro para reducir riesgos.***
  - Para reducir el tiempo de almacenamiento, revisar rutinariamente la fecha de los materiales para evitar que caduquen en almacén y desechar el excedente de materiales cada 6 meses.
  - Evitar el máximo el uso de productos corrosivos, reactivos, tóxicos o inflamables. El uso de estos materiales puede generar residuos peligrosos.
  - No almacenar grandes cantidades de materiales peligrosos. Comprarlos en cantidades que se usen rápidamente.
- ✓ ***Manejar en una forma responsable los trapos que hayan estado en contacto con aceites, combustibles y materiales peligrosos.***
  - Mantener los trapos con aceite separados de los que estén contaminados con materiales peligrosos tales como los solventes.
  - Usar trapos de tela que puedan ser reciclados por un servicio de lavado industrial.
  - Contratar un servicio de limpieza industrial autorizado que recoja con regularidad los trapos sucios y los entregue limpios.
  - Almacenar los trapos inflamables en contenedores aprobados, etiquetados hasta que se envíen al lavado.

- 
- Para reutilización, retirar el exceso de solventes de los trapos exprimiéndolos cuidadosamente en un contenedor de reciclaje y haciendo uso de guantes.
  - ✓ **Diseñar y colocar letreros relacionados al manejo de desechos.**
  - Colocar letreros en sitios estratégicos que indiquen el sitio de colecta de desechos más cercana.
  - Marcar los contenedores de reciclaje indicando claramente qué deben contener, utilizando un código de colores o algún sistema de fácil identificación.
  - Indicar que los contenedores de residuos peligrosos únicamente los maneja el personal de la empresa.

Fomentar el intercambio de excedentes de pintura, tiner, barnices, etc. Entre usuarios. Para facilitar este tipo de actividad, tener un pizarrón en el que las personas puedan poner sus anuncios de material que requieren o que les sobra.

- Disponer de los desechos líquidos peligrosos de acuerdo a los lineamientos oficiales.
- Recolectar y reciclar los residuos líquidos y solventes de acuerdo a la normatividad NOM-052-SEMARNAT-1993.
- Rodear los tanques de colecta con un área de contención secundaria, impermeable, con capacidad de contener el 110% del volumen de cada tanque.
- Tratar de proteger los tanques de la intemperie.
- Colocar embudos en los tanques para evitar derrames. Los embudos deberán ser lo suficientemente grandes como para vaciar los contenedores portátiles y los filtros de aceite.
- Colocar letreros que digan qué es lo que se puede o no se puede colocar en cada tanque.

#### **Fase externa.**

En esta fase de manejo de residuos se ven involucradas empresas prestadoras de servicio para su recolección, traslado y disposición final de residuos.

#### ✓ **Recolección, transporte y disposición final.**

Una vez que los residuos peligrosos serán envasados y almacenados temporalmente tal como se especifica en la legislación y normatividad en materia, posteriormente la empresa prestadora de servicio debidamente acreditada, recolectará y transportará los residuos peligrosos en vehículos autorizados, para su tratamiento o en su caso para el confinamiento de los residuos peligrosos.

#### ✓ **Supervisión sistemática del uso de químicos biodegradables.**

Durante la etapa de operación del proyecto se establecerán procedimientos de supervisión sistemática para identificar y promover el uso de químicos biodegradables y de baja toxicidad en los procesos operativos y de mantenimiento.

#### ✓ **Supervisión sistemática del almacenamiento de sustancias.**

Durante la etapa de operación del proyecto se establecerán procedimientos de supervisión sistemática para verificar que haya instalaciones apropiadas para el correcto almacenamiento temporal de sustancias en contenedores apropiados, así como los registros del traslado de sus residuos para disposición final por empresas acreditadas.

✓ **Indicadores de Cumplimiento del Subprograma.**

- ♣ Medidas previstas para el manejo y disposición temporal de residuos peligrosos.
- ♣ Relación y estimación del volumen de residuos peligrosos generados.
- ♣ Registro del retiro del predio y disposición final de los residuos peligrosos, por empresas o instituciones autorizadas.

## **VI.6. PROGRAMA DE SEGURIDAD Y ATENCION A CONTINGENCIAS AMBIENTALES (PAC).**

Los procesos de construcción, operación y mantenimiento del proyecto no están exentos de la eventualidad que pudieran generarse situaciones involuntarias o accidentales que determinen riesgos para los trabajadores o el ambiente, por ejemplo incendios o derrames al suelo o agua, entre otros. Asimismo, fenómenos naturales potenciales propios de la región como son los huracanes e inundaciones, pueden igualmente crear riesgos severos a personas, recursos naturales e infraestructura.

Otro de los aspectos relevantes en la operación del proyecto es el manejo del combustible tanto en la etapa de construcción como para la operación, por lo que en el diseño de este deben considerarse las áreas de almacenaje y distribución de combustibles.

En este marco de referencia se propone la implementación de un Programa de Seguridad y Atención a Contingencias (PAC) para el proyecto que nos ocupa con el objetivo primordial de verificar, orientar y/o coordinar las acciones relacionadas directa o indirectamente con la previsión contra accidentes de trabajo durante la obra y la operación, así como contra eventos catastróficos naturales durante cualquier etapa del proyecto.

Esta necesidad de acciones concretas antes, durante y después de cada tipo de evento accidental o natural se aplica con modalidades específicas, a las etapas de preparación del terreno, construcción, operación y mantenimiento del proyecto. Los componentes del PAC se presentan en la Figura siguiente:



### VI.6.1. Subprograma Prevención y Manejo de Contingencias.

Las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

1. Reducir y en lo posible eliminar los riesgos derivados de manejo de combustible en el almacenaje y abastecimiento a las embarcaciones en la operación del proyecto.
2. Reducir y en lo posible eliminar riesgos derivados de posibles contingencias ambientales naturales, especialmente huracanes e inundaciones.
3. Identificar e implementar las acciones necesarias previas, durante y posteriores en el caso de eventos extraordinarios.
4. Reducir y en lo posible eliminar los riesgos ante posibles derrames involuntarios o accidentales de contaminantes o sustancias peligrosas.
5. Identificar e implementar las acciones necesarias previas, durante y posteriores en el caso de derrames involuntarios o accidentales.

La principal estrategia prevista para alcanzar las metas referidas es:

✓ **Organizar un Comité de Coordinación y equipos de atención a contingencias.**

Esta estrategia se centra en la estructuración de un comité de coordinación y de los equipos de atención necesarios, definiendo sus tareas y proporcionando recomendaciones para todas las áreas que deben intervenir en el caso de cada tipo de contingencia; así como, para asignar responsabilidades y designar responsables de los procesos de evaluación de vulnerabilidades, prevención de riesgos, definición del plan de acción consecuente con lo establecido por las autoridades competentes para cada tipo de evento (durante y posteriores) sean estos naturales o accidentales y de las tareas y actividades requeridas para implementar el plan de acción. En la Figura siguiente se describe la relación que debe haber entre el comité y los equipos de atención.

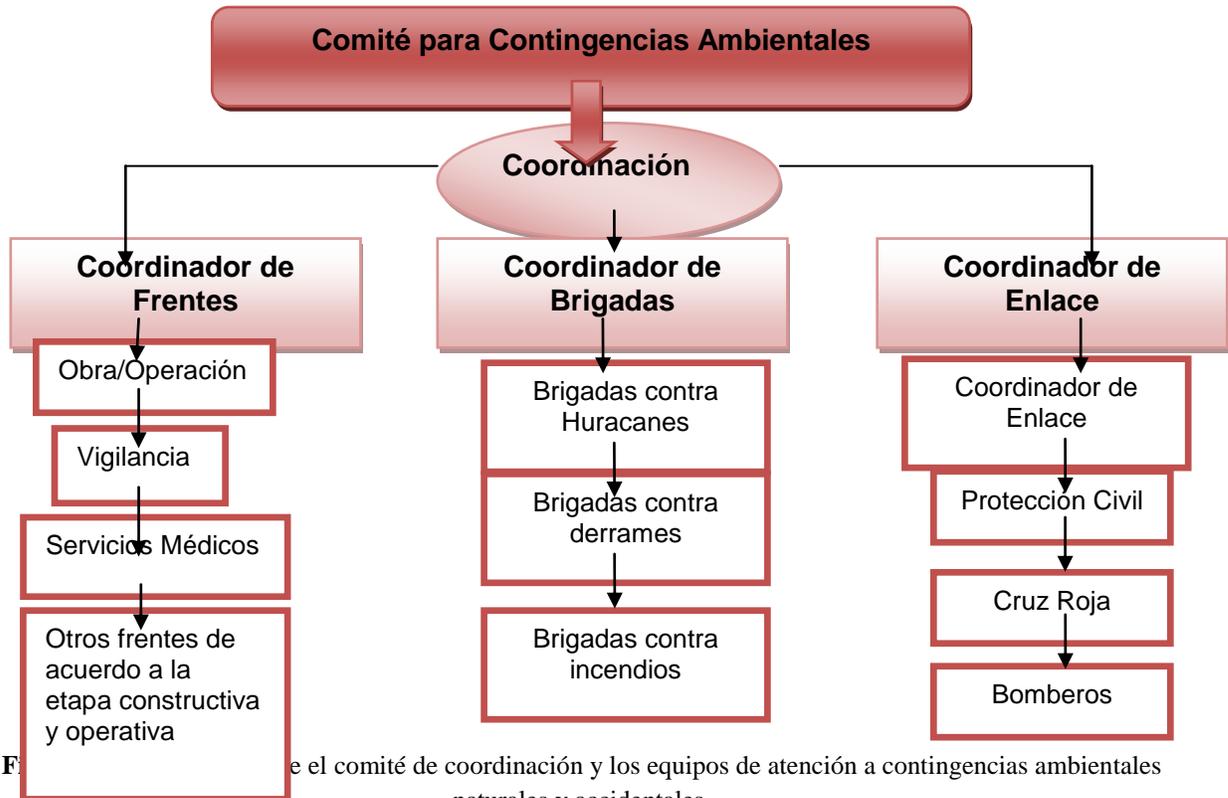
Al respecto, por contingencia ambiental se entenderá todo aquel evento natural o accidental que pueda dañar a la flora y fauna marina, a la zona marina por ejemplo zonas federales e infraestructura del proyecto.

Debido a que existen contingencias que no se manifiestan necesariamente en una temporada (por ejemplo derrames accidentales de contaminantes) tanto el comité de coordinación como los equipos de atención

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

deberán estar en posibilidad de actuar durante todo el año; sin embargo, hay épocas en que las reuniones y revisiones de los planes deberán ser más intensivas, como por ejemplo en la temporadas de huracanes.



### ✓ Acciones a considerar en caso de Manejo de Combustible.

#### *Almacenaje y Abastecimiento de Combustibles.*

En el diseño del proyecto deben considerarse las áreas de almacenaje y distribución de combustibles tanto para las etapas de construcción como para la operación. Ambas deberán tener un dique de contención que tenga capacidad de contener el volumen máximo del depósito, más la lluvia máxima medida en el sitio, más el 10% como factor de seguridad.

Las áreas diseñadas para almacenar y abastecer combustible a las embarcaciones deben de contar con las normas de seguridad, ofrecer acceso sencillo para los usuarios y permitir un fácil limpiado en casos de derrames de combustible, para lo cual se deberán utilizar pantallas flotantes para confinar el derrame.

- ♣ Para todas las actividades de almacenaje, abastecimiento de combustible y seguridad deberán seguirse los lineamientos establecidos por la normatividad aplicable.
- ♣ El área de almacenaje y abastecimiento de combustible deberá tener un responsable de su operación debidamente capacitado.
- ♣ El área deberá contar con los equipos de emergencia y planes de contingencia, autorizados por el Sistema Estatal de Protección Civil.

- ♣ El área de almacenaje y abastecimiento deberá contar con la señalización visible de la existencia de materiales inflamables y prohibirse fumar o encender fósforos o cualquier tipo de fuego o ignición.

***Control de Contaminación y Emergencias.***

En el diseño del proyecto se deberá estructurar un plan de control de la contaminación y emergencias para prever y controlar accidentes con las sustancias, combustibles y estructuras que se emplean en la maquinaria y equipo durante la construcción.

Asimismo el plan debe contemplar las áreas destinadas para el uso de diferentes tipos de equipo y maquinaria, la zona de almacenaje y abastecimiento de combustibles y la apropiada señalización en cada uno de los casos, así como el procedimiento de acción durante la contingencia.

- El área de obra y en específico el área dispuesta para el manejo de combustibles y sustancias inflamables, deberá de cumplir con las medidas de seguridad y los equipos de emergencia requeridos por los planes específicos de contingencia autorizados por el Sistema Estatal de Protección Civil.
- Los tanques de gasolina deberán tener tapones con presión controlada para minimizar la evaporación.
- Diseñar un plan de emergencias y contingencias ambientales específico para cada punto de atraque en la etapa de construcción.
- Cualquier producto derivado del petróleo que caiga al agua deberá recuperarse de acuerdo a los procedimientos estipulados en el plan de emergencias.
- Incluir barreras flotantes de contención y materiales absorbentes, en caso de vertimientos y derrames de sustancias peligrosas, en los sistemas y procedimientos de emergencia.
- El proyecto deberá prever medidas para evitar la dispersión de contaminantes, ya sea por medios naturales (corrientes de marea, flujos naturales, etc.) o artificiales.
- Deberá existir un almacenamiento temporal con medidas de seguridad y prevención de fugas y derrames para materiales peligrosos, tales como solventes, pinturas, aceites, barnices, etc. Según refiere la Ley General de Residuos y la NOM-052-SEMARNAT-1993.
- El proyecto deberá considerar los lineamientos vigentes en la legislación para el manejo, conducción y depósito de combustibles y así evitar fugas y derrames y, en su caso, contar con el equipo y sistema que deberán existir para su inmediata atención y solución.
- La rampa de botado debe cumplir con las especificaciones indicadas en el Manual de Construcción de Marinas de la EPA para minimizar derrames y afectaciones ambientales durante esas operaciones.

***Recomendaciones para el almacenaje y abastecimiento de combustibles (de ser necesario).***

En el caso de que sea necesario el almacenaje de combustibles para las embarcaciones, se requieren presentar ciertas características de construcción, así como procedimientos específicos de despacho para evitar el goteo y posibles derrames hacia el mar.

Instalar señales de fácil lectura desde las embarcaciones en el área del punto de abastecimiento que explique el procedimiento apropiado de cargar combustible, los sistemas de prevención de derrames y el procedimiento de reportar los derrames.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

- 
- Instalar pistolas de paro automático cuando el depósito se encuentre lleno para evitar derrames.
  - Deben instalarse trampas en las bombas para reducir la posibilidad de derrames de combustibles.
  - El proyecto deberá de contar con una barrera flotante, contenedora de líquidos y sólidos más livianos que el agua, de un largo igual al doble de la eslora de la embarcación más grande que pueda albergar.

Para su uso en el área designada y visiblemente marcada en español e inglés, dentro del predio como “Área de abastecimiento de combustibles”.

- El proyecto deberá de contar permanentemente con toallas absorbentes de derivados del petróleo en un lugar accesible y claramente indicado, dentro del área de abastecimiento de combustibles, para captar rápidamente pequeños derrames.
- Retirar los seguros que sostienen abiertas las pistolas de las mangueras de combustible.
- De ser posible, colocar por debajo de los puntos de conexión en los muelles, charolas de plástico o de algún material no ferroso cubiertas con material absorbente.
- Verificar que la bomba o el sistema cuente con separadores de agua y/ o combustible.

Sustituir el uso de detergentes por el uso de absorbentes para controlar derrames de aceite o combustibles.

- Asegurar que haya una rueda de material absorbente alrededor de la boca de llenado del tanque.
- Poner un contenedor en el respirador para coleccionar derrames.
- Indicar a las embarcaciones que inicien y terminen el llenado de combustible lentamente para evitar salpicaduras y sobrelLENADOS.
- Disminuir la presión de suministro. Pedir a la empresa abastecedora de combustible que fije la tasa de suministro de combustible. La presión de suministro del tanque a surtir debe ser directamente proporcional al volumen de llenado.
- Proporcionar esponjas para absorber combustibles junto con la manguera de carga de combustible. Solicitar que las embarcaciones lo usen para recoger salpicaduras o escurrimientos de los respiraderos. Colocar las esponjas en recipientes ventilados y usarlas indefinidamente (para gasolinas) o hasta que se saturen (para diesel).
- Deberá de existir un sistema de abatimiento de fuego, en el área de abastecimiento de combustible y en el punto de atraque, visiblemente señalado y con instrucciones para su uso en español e inglés. Debidamente inspeccionado por el Plan Estatal de Protección Civil.

***Efectuar las maniobras de abastecimiento de combustible en una forma segura.***

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

El suministro de combustible debe hacerse siempre por personal autorizado y capacitado para ello. Cuando se esté cargando combustible, como medida de seguridad no debe haber personas a bordo.

Dar a las personas de la embarcación las siguientes instrucciones:

- Apagar todos los motores y sus auxiliares.
- Apagar la luz y todas las fuentes de lumbrería o de calor, apagar los cigarrillos, puros y pipas.
- Mantener la boca de la manguera en firme contacto con la boca de la tubería de llenado para evitar chispas por estática.
- Inspeccionar la sentina después de cargar el combustible para verificar que no haya alguna fuga u olor a combustible.

Entrenar al personal del muelle de la gasolinera para que lleve a cabo con cuidado la carga de combustible y se asegure que el combustible no se ponga accidentalmente en un tanque de retención o de agua.

✓ **Acciones a seguir ante un posible encallamiento.**

Debido a los posibles accidentes, o condiciones meteorológicas adversas, u otros factores que puedan ocasionar un encallamiento, el derrame de aceites y combustibles es un riesgo potencial para la fauna marina. Los impactos por derrames varían dependiendo del tipo y cantidad de la sustancia, la composición de especies y la naturaleza de la exposición al aceite. El petróleo puede ocasionar la muerte de organismos vivos como son peces, bentos, etc., dependiendo de la especie. El tiempo de exposición también influye en el efecto que puede tener en algunas especies. La toxicidad crónica puede afectar la reproducción, el crecimiento, comportamiento y desarrollo, de la fauna marina, por lo que el momento del año en que ocurra el derrame es crítico, ya que la reproducción y las etapas tempranas son sensibles.

La forma de evaluación de los daños se basa en cuantificar la cobertura de los grupos más conspicuos.



**Figura VI.9.** Encallamiento de una embarcación en donde hay derrame de aceite (García y Nava, 2006).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

En caso de encallamiento se debe en primer lugar dar aviso a las autoridades involucradas y elaborar la denuncia ante las autoridades correspondientes, hacer una evaluación del daño para poder llevar a cabo un análisis de la situación en campo y determinación del área afectada así como de los daños por el impacto. También se debe de hacer una evaluación del daño en la comunidad biológica afectada. De acuerdo a García y Nava (2006) se propone que en caso de encallamiento se siga el procedimiento descrito en la Tabla VI.3.

**Tabla VI. 1.** Procedimiento recomendado seguir en caso de encallamiento (García y Nava, 2006).

Fase		Procedimiento
1	Pre-evaluación del área	Determinar el escenario
		Establecer perímetros de evento e impacto
		Delinear el hábitat afectado
2	Investigación del impacto	Daño por impacto directo e indirecto
		Colección de evidencia físico y de otro tipo
3	Evaluación ecológica	Componentes ecológicos e impactos
		Efectos en funciones ecológicas
		Biodiversidad, biomasa y usos humanos

Finalmente se debe de realizar un reporte en el que se incluya un resumen breve del incidente, descripción de la escena, forma de evaluación de la escena, evidencia colectada, esquema de la escena, localización geográfica, actividades y análisis pendientes.

✓ **Indicadores de Cumplimiento del Subprograma.**

- ✓ Establecimiento del Comité de Coordinación para Contingencias Ambientales y de Brigadas.
- ✓ Relación de cursos de capacitación de brigadas impartidos y de simulacros realizados.
- ✓ Plan general de contingencias (huracanes, inundaciones, derrames de sustancias y manejo de combustible).
- ✓ Relación de contingencias atendidas.
- ✓ Relación de material y equipo contra incendio en obra y bitácoras de mantenimiento.
- ✓ Relación de equipo y materiales para atención a derrames accidentales.

**VI.6.2. Subprograma Salud y Seguridad.**

El Subprograma tiene como meta principal verificar que los estándares de seguridad y salud en el trabajo se mantengan y cumplan dentro de los términos y disposiciones establecidos en la legislación laboral en sus diferentes ámbitos como son municipal, estatal o federal aplicable al caso, durante las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Para esos fines la estrategia prevista es solicitar a los responsables de las obras, actividades y operaciones autorizadas y de acuerdo con la etapa que corresponda, implementar un programa de salud, seguridad, atención y prevención de accidentes y riesgos de trabajo específico para el caso, al cual se le dará el seguimiento correspondiente a través de este subprograma.

✓ **Indicadores de Cumplimiento del Subprograma.**

- ❖ Reglamentos de Seguridad e Higiene aplicables.
- ❖ Procedimientos para atención médica de trabajadores y de accidentes en obra.
- ❖ Señalización de seguridad en la obra (rutas de evacuación, uso casco, velocidad, etc.).
- ❖ Relación de casos médicos y de accidentes por trabajos en la obra atendidos.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto  
para el proyecto  
“Estación de atraque para el proyecto Parque Eólico Istmeño”

---

# CAPÍTULO VII

---

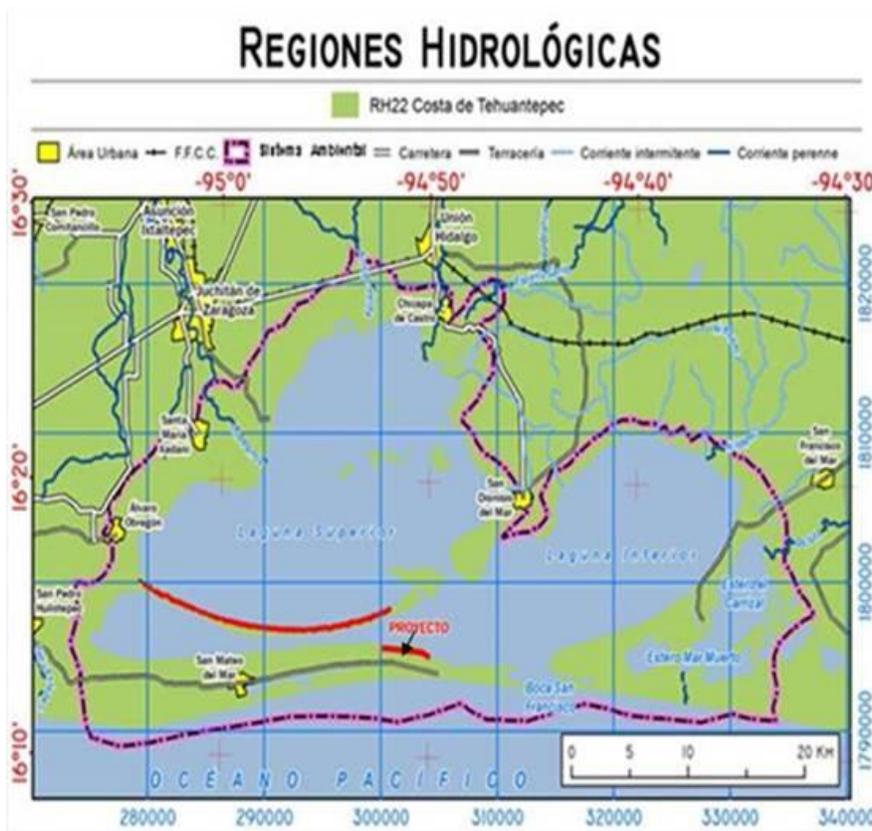
## *PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS*

## VII.1. Pronóstico del Escenario

Con el fin de generar el pronóstico del escenario que se tendrá una vez concluido el proyecto, y a través de aplicar las medidas de mitigación propuestas, es necesario en primer lugar establecer las condiciones actuales del sitio para determinar los cambios físicos y biológicos que pudieran ocurrir.

## VII.2. Escenario previo a la implementación del proyecto.

El proyecto se ubica en la Región Hidrológica 22 “Tehuantepec” (CONAGUA 2010), la cual está situada en la costa sur del Océano Pacífico, dentro del Estado de Oaxaca. Esta región se extiende desde el centro del estado hasta la desembocadura del río Tehuantepec, en el sureste (Ver siguiente Figura).



**Figura VII.1.** Ubicación del polígono del proyecto (donde se pretende llevar a cabo la modificación solicitada) con respecto a la Región Hidrológica No. 22.

La zona del proyecto forma parte de un sistema lagunar (lagunas superior e inferior) que son reguladas por Cabo Santa Teresa y la Boca de San Francisco, en la zona no se observa la presencia de corrientes o embalses. Estas lagunas presentan una profundidad escasa (por debajo de los 6m en la laguna superior y 2.5 m en la laguna inferior).

---

En la entidad existe una extensa red de drenaje que funciona únicamente durante el periodo de lluvias; además, debido a la naturaleza geológica de las rocas que forman la mayor parte de la superficie estatal y a la compleja orografía, no se han desarrollado las condiciones apropiadas para la formación de grandes acuíferos que capten y mantengan disponible el recurso una vez que ha cesado la temporada de lluvias; por ello, es necesario conocer la distribución temporal y regional del recurso.

El total de volumen virgen escurrido dentro del estado se estima en 63,719 millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ), de los cuales 20,386  $Mm^3$  (32%) vierten al Golfo de México, a este volumen hay que sumar 1,568  $Mm^3$  que ingresan de las cuencas de los ríos Salado y Tonto, provenientes del estado de Puebla (136  $Mm^3$  y 1,432  $Mm^3$  respectivamente), siendo el gran total de 65,287  $Mm^3$ ; el área de captación se estima en 34,978  $km^2$ . Para evaluar la cantidad y la calidad del agua superficial en el estado de Oaxaca, se cuenta con 16 estaciones que pertenecen a la Red Nacional de Monitoreo.

En la superficie del proyecto no se localizan escurrimientos superficiales de algún tipo, mientras que en el área de influencia solamente se localizan alrededor de seis escorrentías importantes y que desembocan en las Lagunas tanto Superior como Inferior (Ver siguiente Figura). En la zona donde se localiza el proyecto solamente se presentan algunos pequeños encharcamientos producto de lluvias torrenciales y de manera intermitente.

De acuerdo a los estudios presentados en el capítulo IV de esta MIA, en términos generales, la zona de estudio, esta morfológicamente muy resguardada de los efectos marítimos, aunque la generación de corrientes es proporcionada por el viento que se presenta en la zona de estudio y las variaciones de niveles.

A partir del “Estudio Dinámico del litoral y Estudio Oceanográfico del frente” se puede concluir que en general la construcción de obras, no generará impactos significativos en cuanto a transporte de sedimentos. Para la ejecución de obras permeables que garanticen el flujo hidrodinámico debe ponerse especial cuidado durante los trabajos de instalación de los puntos de atraque, ya que el diseño presentado muestra permeabilidad bajo las estructuras, sin embargo, de no considerarse como están en el proyecto, interrumpirán el transporte litoral modificando la línea de costa.

Asimismo como se menciona en el capítulo VI, se recomienda monitorear la línea de costa, antes de las obras y después, con el fin de evaluar los cambios en esta. De igual forma, es conveniente un monitoreo anual, ya que se estima el viento ha empujado la barra en su parte central hacia la Laguna Inferior.

### **VII.3. Escenario con la implementación del proyecto.**

El proyecto consistente en la colocación de 1 punto de atraque que será ubicado en el litoral del poblado de Santa María del Mar, el cual permitirá realizar el transporte del personal que va a laborar en las instalaciones del Parque Eólico Istmeño, así como los componentes de los aerogeneradores, la maquinaria y los materiales necesarios para la conformación del proyecto.

Lo anterior es indispensable, toda vez que si bien existe vía terrestre que permita el acceso al predio donde se ubica el Parque Eólico Istmeño, se tiene que la comunidad asentada en San Mateo del Mar la cual colinda con Santa María del Mar, impide al acceso vía terrestre, ya que es una comunidad que no permite la comunicación con gente ajena a su poblado; por lo que se requiere realizar la transportación vía la laguna, dicho punto de atraque será empleados durante la etapa de preparación del sitio, construcción y operación, y será retirado en la etapa de abandono del sitio.

El punto de atraque será formado a base de una estructura metálica modular de longitud variable, de aproximadamente 3.80 m de ancho, apoyada en una traba de concreto en el lado tierra y en el lado agua, soportada sobre pontones que le permitan llagar a una profundidad de +1.00 m en marea baja, permitiendo al chalan que atraque directamente al puente, efectuando la transferencia de carga mediante una rampa basculante que absorba las diferencias entre el chalan y el puente. El punto de atraque estará piloteado con tubo y/o fijos con muertos de amarre que se puedan retirar al terminar las obras, dejando el área intacta después de los trabajos.

En cuanto a los transportes a emplear se han considerado dos opciones, barcazas u hobercraft, a continuación se hace una descripción de los mismos.

#### **Barcazas**

En este escenario se prevé cargar los camiones en barcazas: se trata de plataformas flotantes en acero con fondo plano, normalmente remolcadas y con medidas estándar de 59.4 m. x 10.6 m. y un calado de aproximadamente 1 m.

#### **Hovercraft**

En este escenario se utilizarían aerodeslizadores, vehículos sustentados por un chorro de aire propulsado por un motor diesel que genera un cojín de aire por debajo de la maquina. Este cojín de aire ejerce una presión muy baja (1 psi) sobre la superficie inferior (agua o arena), menor de la presión de una huella humana.

La estructura del hovercraft es modular, y emplea elementos de acero juntados in situ: se están estudiando distintos tamaños posibles para realizar un análisis costes-beneficios y elegir las dimensiones más apropiadas. Como dimensiones indicativas se están considerando 46.3m x 24.4m y una altura de 1.8m – en este caso la capacidad sería de aproximadamente 200 toneladas y la velocidad de unos 5 nudos, con una autonomía de 12 horas y un consumo de 364 l/hora.



**Figura VII.2.** Imagen que muestra una barcaza remolcada a través de cable de acero.



**Figura VII.3.** Imagen que muestra un hovercraft, transportando material pesado.

La siguiente figura muestra a manera de ejemplo cómo sería el desembarque de la maquinaria e insumos requeridos, en el punto de atraque.



**Figura VII.4.** Ejemplo de desembarque en el punto de atraque.

#### **VII.4. Valoración del cambio.**

La evaluación de la propuesta presentada para el proyecto dentro del marco ambiental actual se estima que el proyecto en lo general presentará una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa, sin embargo, considerando los resultados de los análisis se identificaron los impactos ambientales determinando cuales son significativos sin medidas, y que derivado de la aplicación de las mismas, ningún impacto se consideró relevante además de que la mayoría son temporales.

La flora y fauna de la región no se afectarán debido a que como se municionó antes, para la realización del proyecto no se requerirá cambio de uso de suelo para la instalación de los puntos de atraque, toda vez que al ubicarse éstos en el litoral costero, los sitios considerados para su ubicación se encuentran carentes de vegetación.

Por otro lado, el estado de Oaxaca debido a sus atributos naturales, principalmente paisajísticos, y de manera muy especial con los que cuenta el predio del proyecto, lo convierte en un detonador sobresaliente para la producción de energía del municipio, de tal manera que se incremente la oferta de servicios en la región y se constituya como una fuente importante de empleo para la población local, de esta forma se contribuirá al desarrollo económico del área.

En adición a lo anteriormente expuesto, en el capítulo (VI) se presentaron ya las medidas mediante las cuales se podrá prevenir y mitigar la relevancia de los impactos, con lo cual el proyecto, en términos ambientales, es viable en todas sus secciones. Debe considerarse que la ejecución de las obras permeables garanticen el flujo hidrodinámico y poner especial cuidado durante los trabajos de instalación de los puntos de atraque, ya que el diseño presentado muestra permeabilidad bajo las estructuras, sin embargo, de no considerarse como están en el proyecto, interrumpirán el transporte litoral modificando la línea de costa.

Asimismo se considerara monitorear la línea de costa, antes de las obras y después, con el fin de evaluar los cambios en esta al igual que realizar un monitoreo anual, ya que se estima el viento ha empujado la barra en su parte central hacia la Laguna Inferior.

Aunado a lo anterior se llevará a cabo la implementación de un **Sistema de Gestión y Manejo Ambiental (SGMA)** como un instrumento que permita que el proyecto se desarrolle en un contexto de conservación, protección y uso sustentable de los ecosistemas involucrados, los bienes y los servicios ambientales que estos brindan, con la finalidad de que el proyecto se caracterice por tener estrategias de desarrollo ambientalmente viables.

Este sistema además será el encargado de verificar el cumplimiento de las medidas propuestas para prevenir y mitigar los impactos a las que el proyecto se comprometió. Así como complementar las acciones que permitan dar atención y cumplimiento estricto a los términos y condicionantes que la SEMARNAT imponga en el caso de autorizarlo y verificar el estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto.

Este sistema esta integrado por cinco programas (ver siguiente figura), a partir de los cuales se tiene como objetivo que el proyecto minimice en la medida de lo posible cualquier afectación que pueda ocasionar en los componentes ambientales del entorno y de acuerdo a la evaluación ambiental realizada en el capítulo V.



Figura VII.5 Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA).

## VII. 5. Conclusiones

El análisis integral de las características del proyecto objeto de la presente manifestación junto con la información obtenida, tanto bibliográficamente como a nivel de campo, permiten establecer las siguientes conclusiones:

- El desarrollo del proyecto no representan un factor de cambio importante debido a que las obras que se llevaran a cabo serán temporales y para su construcción se han tomado en cuenta las características ambientales para evitar en la medida de lo posible cualquier afectación al entorno.
- El desarrollo del presente proyecto traerá una serie de beneficios económicos a la zona, tanto a corto como a largo plazo, favoreciendo la economía y promoviendo el empleo.
- El proyecto es perfectamente congruente con las características ambientales y socioeconómicas de la región, y el manejo que se pretende dar garantiza el cumplimiento estricto de las medidas establecidas para prevenir y mitigar los posibles daños al ambiente.

Por lo antes expuesto, puede concluirse que la ejecución del proyecto es factible y altamente recomendable desde el punto de vista ambiental y socioeconómico. Los impactos negativos que representa son en gran parte, poco significativos y en su mayoría mitigables, y el beneficio socioeconómico es real y permanente, y cumple con las expectativas para las que fue creada la institución que lo promueve.