

4.1.10 CALIDAD DEL PAISAJE VISUAL

4.1.10.1 GENERALIDADES

La evaluación visual del paisaje en el área de estudio, se asocia a las zonas donde se realizarán actividades durante la instalación y operación de los aerogeneradores. Específicamente, esta evaluación se desarrolla en áreas donde el proyecto puede implicar modificaciones significativas al paisaje existente. Para ello se han determinado cuencas visuales, que incluyen las áreas donde se desarrollará el proyecto, a partir de miradores accesibles, para garantizar la objetividad de la evaluación. Estas cuencas se evalúan bajo los criterios de su visibilidad, valor escénico (calidad visual) y fragilidad visual ante modificaciones como las que generará el proyecto. Para ello, se emplean matrices adaptadas de metodologías desarrolladas para tal fin y que son ampliamente utilizadas a nivel internacional.

El área de estudio se ubica en el desierto costero, al sur del departamento de Ica sobre el gran paisaje fisiográfico de terrazas marinas; planicies y escarpes, presentando un paisaje netamente costero. Hacia el Norte y Sur del área de estudio, la vegetación (lomas y gramadal) es dispersa gran parte del área evaluada la vegetación es escasa o nula.

La actuación humana se manifiesta al suroeste del área de estudio, donde las playas cercanas al área de estudio son aprovechadas por la extracción de algas marinas, pesca artesanal y veraneantes. Al norte es lo opuesto, no hay evidencia de actuación antrópica.

4.1.10.2 CUENCAS VISUALES DE PAISAJE

4.1.10.2.1 Criterios para la determinación de las cuencas visuales

Para el análisis del paisaje visual se han determinado dos cuencas visuales, cuya ubicación como puntos de observación obedece a los siguientes criterios:

- **Principales vías de acceso:** una vía principal de uso vecinal (camino afirmado), que va de noroeste a sureste pasa muy cerca del área de estudio; esta vía tiene baja frecuencia de tránsito público, acentuándose más en los meses de verano. Otra vía es el camino que cruza de Noroeste a Este que se inicia en el cruce con la vía principal de Marcona, que no tiene tránsito público, siendo su uso limitado a los trabajadores de Shougang Hierro Perú para el mantenimiento de la red de agua potable que abastece a Marcona y al campamento minero.
- **Miradores naturales:** dentro del área de estudio se presenta miradores naturales, donde se puede apreciar el paisaje; planicies fuertemente inclinadas y laderas de escarpes empinadas de los cerros Tres Hermanas y Bajada de Toroco. Su acceso es limitado ya que no es fácil llegar a estos miradores.
- **Potencial de observación desde los principales núcleos de población:** los grupos de habitantes más próximos al proyecto son los habitantes de Marcona; la mayor parte lo conforman los trabajadores de Shougang Hierro Perú y la otra parte son los pescadores artesanales, esta última actividad existe antes que la minería.
- Lugares desde donde se podrían observar los principales impactos paisajísticos ocasionados por el proyecto.

Teniendo en cuenta estos criterios, se definieron dos cuencas visuales representativas para ambos casos se ha optado por elegir el camino que se encuentran muy cerca del área de estudio y otro sobre planicies fuertemente inclinadas del cerro Tres Hermanas al sureste del área de estudio. Las mismas que están representadas en el Mapa de cuencas visuales (Mapa 4.1-8).

4.1.10.2.2 Análisis y evaluación de las cuencas visuales

Las cuencas visuales se han analizado y evaluado en función de como el observador percibe los componentes biofísicos (relieve, suelos y roca, vegetación, clima) y arquitectónicos (forma, color, textura, ejes de línea), antes de ejecutarse las actividades del proyecto.

A continuación se describe cada una de las cuencas.

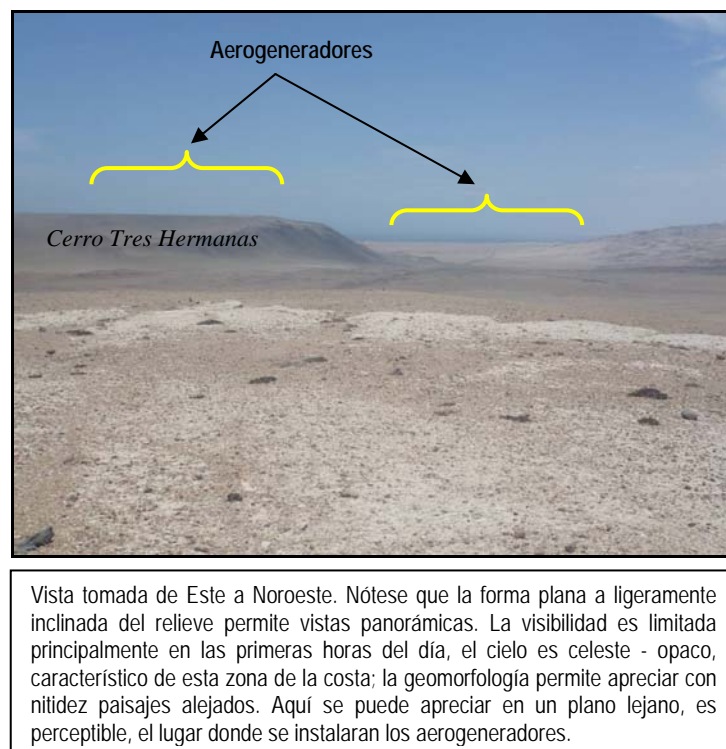
- **Cuenca visual CV-1**

El punto de observación de la cuenca visual se sitúa sobre un mirador natural laderas del cerro Tres Hermanas al sureste del área de estudio. A una altitud de 275 msnm aproximadamente, sitio donde la visualización de la instalación y funcionamiento de los aerogeneradores es factible, por su extensión (longitud). La cuenca visual se caracteriza por ser aparentemente panorámica; esto se atribuye directamente a la forma del relieve: planicie ondulada plana a ligeramente inclinada.

Resalta el factor topográfico, que define la compacidad de la cuenca, es decir, determina las zonas visibles. Es así, que en esta cuenca no se obtuvo mayor cantidad de zonas ocultas (compacidad positiva), lo que genera un dominio del paisaje sobre el observador.

La diversidad de vistas del observador es buena, tenemos hacia el este y oeste una visibilidad panorámica o abierta ya que no hay elementos que limiten la visibilidad, el observador puede apreciar el paisaje en los primeros y segundos planos¹, es decir parte de las planicies ligeramente inclinadas. En los Cuadro 4.1.10-1 y 4.1.10-2, se presenta las principales características de los componentes del paisaje correspondiente a esta cuenca visual.

Figura 1 Cuenca visual CV-1



Cuadro 4.1.10-1 Componentes biofísicos del paisaje de la cuenca visual (CV-1)

Componentes	Características principales
Relieve	Relieve plano ha ligeramente inclinado, que favorece la visibilidad.
Suelo y roca	El suelo y afloramientos coluvio-aluviales, son de color gris plomo, sin diversidad cromática en
Agua	No se observan cuerpos de agua.
Vegetación	Es escasa o nula depende de las garuas estacionales.
Fauna	La fauna, es muy escasa o nula, difícilmente visible.
Clima	El clima es cálido templado, donde el aire transparente incide en la visibilidad aumentándola
Actuación antrópica	La actuación humana no es visible, difícilmente es transitada por los lugareños de la zona.

Cuadro 4.1.10-2 Componentes arquitectónicos del paisaje de la cuenca visual (CV-1)

Componentes	Características principales
Forma	Percepción tridimensional del terreno, con escenarios de formaciones litológicas de poca
Escala - Espacio	Se percibe el espacio panorámico a cortas distancias; pero a distancias largas esta percepción
Ejes - Línea	Destacan los ejes verticales. Los horizontales, sólo pueden ser percibidos si el observador se
Textura	La textura de formas se compone de elementos complejos, pero en cierto modo repetitivo, de tal
Color	Los colores dominantes en la escena, en orden son el color del suelo; gris claro el cual hace
Fondo escénico	El fondo escénico está dominado por el relieve y el suelo.

Del análisis y evaluación de los componentes biofísicos y arquitectónicos del paisaje, se concluye que no es relevante la visibilidad de los aerogeneradores, en este sector del área de estudio.

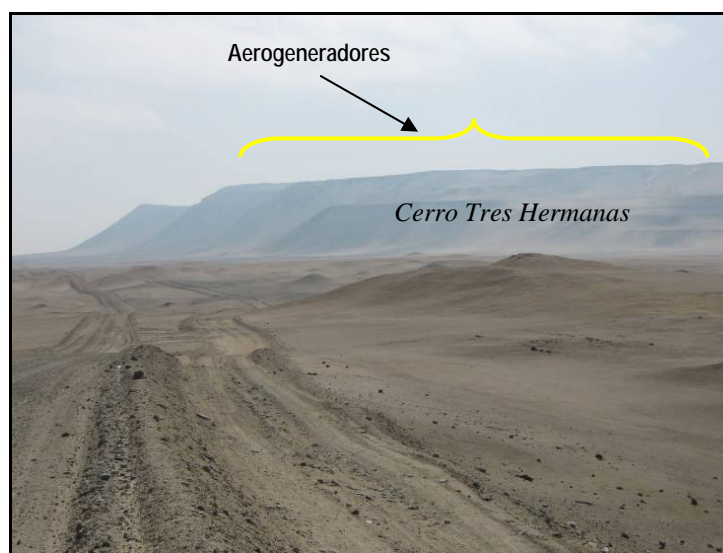
- **Cuenca visual CV-2**

El punto de observación de la cuenca visual se sitúa en la vía vecinal (Marcona - Lomas). Desde este punto, la visualización alcanzará la instalación y operación de los aerogeneradores. La cuenca visual es irregular, limitada en su extensión por la presencia de laderas empinadas del Cerro Tres Hermanas, donde dominan los primeros y segundos planos, presenta zonas de menor incidencia visual.

A pesar de las características descritas de la cuenca visual, el paisaje donde operaran los aerogeneradores, sí es visible por contar con una vía que pasa muy cerca del área de estudio; pero su visibilidad solamente se da en estas inmediaciones, ya que por el factor relieve no lo hace apreciable desde sitios más alejados.

En los Cuadros 4.1.10-3 y 4.1.10-4, se presenta las principales características de los componentes del paisaje correspondiente a esta cuenca visual.

Foto 2 Cuenca visual CV-2



Vista en dirección NO. Al fondo se aprecia laderas empinadas del cerro Tres Hermanas, donde operaran los aerogeneradores. La visibilidad es limitada principalmente en las primeras horas del día, el cielo es celeste - opaco, característico de esta zona de la costa; el relieve permite apreciar con nitidez paisajes alejados. Aquí se puede apreciar en un plano lejano, es perceptible.

Cuadro 4.1.10-3 Componentes biofísicos del paisaje de la cuenca visual (CV-2)

Componentes	Características principales
Relieve	Predominan las planicies planas a casi inclinadas y las laderas ligeramente inclinadas de colinas bajas, que
Suelo y roca	El suelo es de color gris, sin diversidad cromática. Se percibe afloramientos rocosos en los segundos
Agua	Los afloramientos naturales de agua no existen.
Vegetación	En el paisaje analizado no se presenta formaciones vegetales.
Fauna	La fauna, no es visible.
Clima	El clima es cálido templado, donde el aire es transparente a medio día, ya que en las primeras horas del día
Actuación antrópica	La actuación humana no es visible y se evidencia desde la constitución de la carretera donde se sitúa un

Cuadro 4.1.10-4 Componentes arquitectónicos del paisaje de la cuenca visual (CV-2)

Componentes	Características principales
Forma	Percepción bidimensional del terreno, con escenarios
escala - espacio	Buena percepción del espacio panorámico, a cortas y largas
Línea	Destacan los ejes horizontales.
Color	Los colores dominantes en la escena son el gris (roca),
fondo escénico	El fondo escénico está dominado por el relieve.

Del análisis y evaluación de los componentes biofísicos y arquitectónicos del paisaje, se concluye que es sensiblemente relevante la visibilidad de los aerogeneradores.

4.1.10.3 VALORACIÓN ESCÉNICA (CALIDAD VISUAL)

Para el análisis de la calidad visual del paisaje se utilizó el método indirecto de Bureau of Land Management (BLM, 1980), utilizada para las evaluaciones de calidad visual paisajística en los Estados Unidos. Donde se evalúa independiente los principales componentes biofísicos y arquitectónicos del paisaje y las cualidades intrínsecas del espacio visual, estableciendo tres niveles de calidad visual intrínseca, para ello se han empleado los valores del Cuadro 4.1.10-5 y las ponderaciones o valorización para ambas cuencas visuales se muestran en el Cuadro 4.1.10-6.

Niveles de calidad visual intrínseca:

- **Alta calidad visual:** áreas con rasgos singulares y sobresalientes (puntaje del 19 al 33).
- **Media calidad visual:** áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales (puntaje del 12 al 18).
- **Baja calidad visual:** áreas con muy poca variedad de elementos, en la forma, color, línea (puntaje del 0 al 11).

Cuadro 4.1.10-5 Escala de valores

Peso	Descripción
0	sin importancia
1	muy poco importante
2	poco importante
3	de cierta importancia
4	importante
5	muy importante

Cuadro 4.1.10-6 Ponderaciones para cada cuenca visual.

Elementos	Puntuación	
	CV-1	CV-2
Relieve	1	2
Suelo y roca	1	1
Agua	0	0
Vegetación	1	1
Fauna	1	1

Elementos	Puntuación	
	CV-1	CV-2
Clima	1	2
Fondo escénico	2	3
Rareza	2	2
Actuación humana	2	3
Total	11	15

El Cuadro 4.1.10-6, muestra los resultados de la valorización realizada para cada cuenca visual, el análisis e interpretación es la siguiente:

- **Cuenca visual CV-1**

De acuerdo a la evaluación y valoración del paisaje de la cuenca visual 1, se tiene que el nivel de calidad visual es **baja**, por su escasa incidencia humana; se encuentra restringido solo al tránsito del personal que labora en Shougang Hierro Perú. La instalación, operación de los aerogeneradores se encuentra a una altitud de 140 msnm aprox. y el punto de observación se encuentra a 275 msnm aproximadamente. Haciendo visible la operación de los aerogeneradores.

- **Cuenca visual CV-2**

La Cuenca Visual 2 el nivel de la calidad visual es **media**, por las actividades humanas que se desarrollan (pesca artesanal, explotación de algas marinas y de esparcimiento), al sur del área de estudio, la ubicación de los aerogeneradores es a 300 msnm sobre la planicie del Cerro Tres Hermanas y el punto de observación se localiza a 40 msnm sobre una terraza marina plana a ligeramente inclinada, lo cual hace que sean visibles.

4.1.10.4 FRAGILIDAD VISUAL

La fragilidad o capacidad de absorción del paisaje para ambas cuencas visuales (CV-1 y CV-2), se evaluó utilizando la metodología de Yeomans (1986), la cual asigna puntajes a un conjunto de factores del paisaje considerados determinantes de estas propiedades. El resultado obtenido se compara finalmente con una escala de referencia. El Cuadro 4.1.10-7 presenta los factores considerados, las condiciones en que se presentan y los puntajes asignados a cada condición. El Cuadro 4.1.10-8 muestra la escala de referencia.

El Cuadro 4.1.10-9 se presenta los resultados de la metodología empleada, en los paisajes del área de estudio.

Cuadro 4.1.10-7 Resultados de la fragilidad visual del paisaje.

Factor	Condiciones	Puntajes		Cuencas Visuales	
		Nominal	Numérico	CV-1	CV-2
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1		
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2		2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3	3	
Estabilidad del suelo y erosionabilidad	Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1	1	
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de	Moderado	2		2

Factor (E)	Condiciones	Puntajes		Cuencas Visuales	
		Nominal	Numérico	CV-1	CV-2
(E)	erosión e inestabilidad y regeneración potencial				
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión y inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3		
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1	1	
	Potencial moderado	Moderado	2		
	Potencial alto	Alto	3		3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1	1	
	Coníferas, repoblaciones.	Moderado	2		2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3		
Actuación humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3		
	Presencia moderada	Moderado	2		2
	Casi imperceptible	Bajo	1	1	
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1	1	
	Contraste visual moderado	Moderado	2		2
	Contraste visual alto	Alto	3		

Cuadro 4.1.10-8 Escala de referencia para la estimación del CAV

Escala		
BAJO = < 15	MODERADO = 15-30	ALTO = >30

Estimación del CAV para el paisaje asociado al proyecto:

$$CAV = P \times (E + R + D + C + V)$$

Donde:

P = pendiente

E = erosionabilidad

R = potencial

D = diversidad de la vegetación

C = contraste de color

V = actuación humana

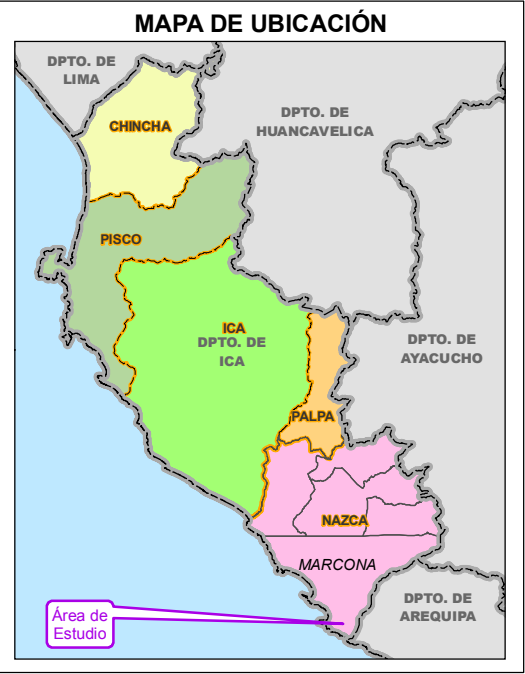
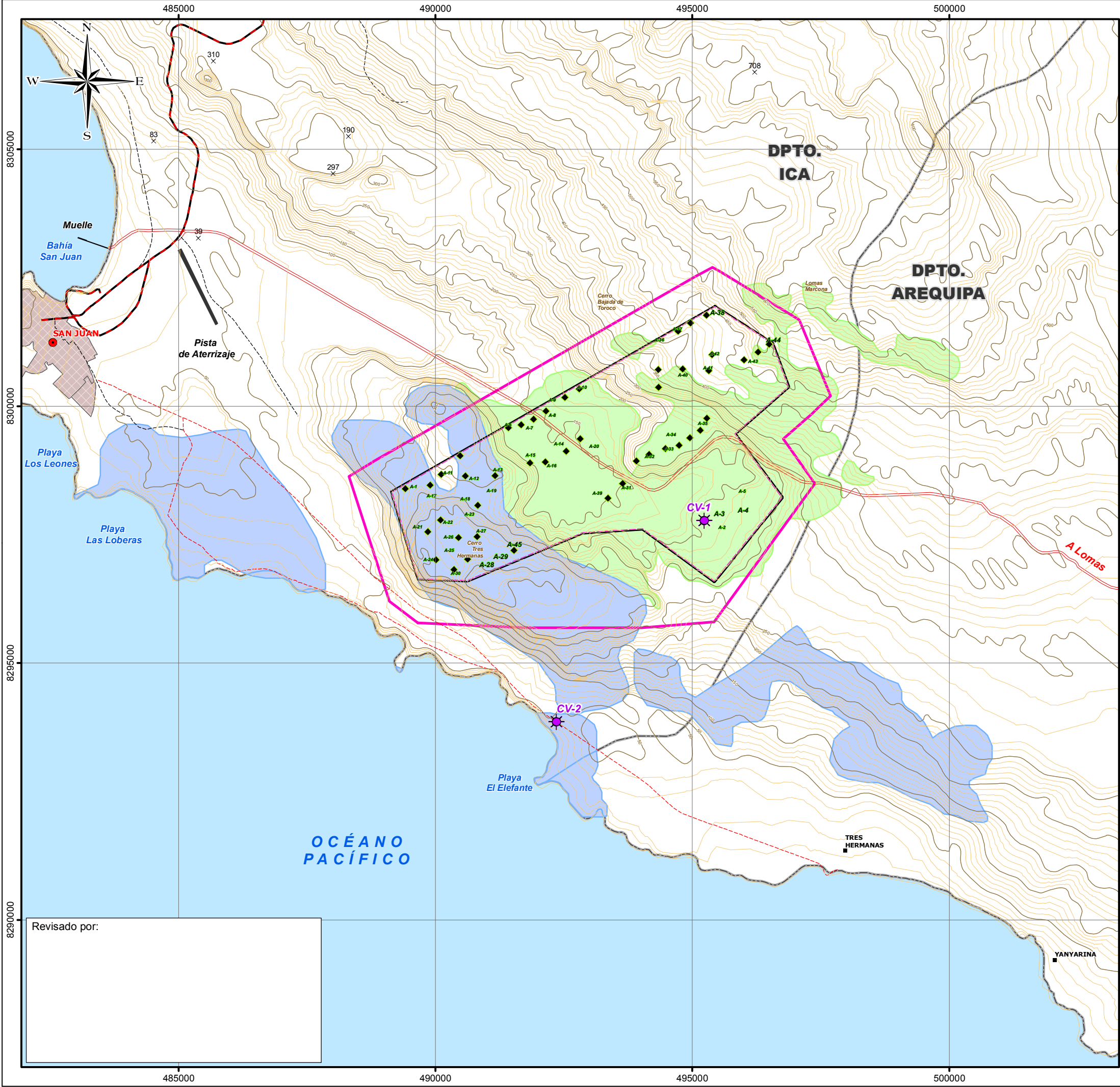
Cuadro 4.1.10-9 Estimación de la CAV para los paisajes asociados al Proyecto

CUENCAS VISUALES	
CAV-1 = $3 \times (1 + 1 + 1 + 1 + 1)$	CAV-2 = $2 \times (2 + 3 + 2 + 2 + 2)$
CAV-1 = 15	CAV-2 = 22

De acuerdo a los resultados de la matriz, los paisajes se califican con fragilidad **baja y media**, es decir su capacidad de absorción visual ante las modificaciones antrópicas.

Dadas las condiciones del relieve, la escasa variedad de vegetación y el clima, los paisajes presentan susceptibilidad ante modificaciones determinadas. En cuanto a fragilidad los paisajes en

el área de estudio son ligeramente a moderadamente susceptible a modificaciones, pudiendo estas afectar su calidad visual, como construcciones nuevas; sin embargo, los aerogeneradores se desarrollarán en áreas sin mayor contraste escénico.



CUENCAS VISUALES			
Código	Coordenadas UTM		Cuenca
	Este	Norte	
CV-1	495237	8297772	
CV-2	492358	8293856	

SIMBOLOGÍA

- Curva Principal
- Curva Secundaria
- Vía Afirmada
- Vía No Afirmada
- Trocha carrozable
- Límite Departamental
- Zona urbana
- Área de Influencia Directa
- Área de Influencia Indirecta

COMPONENTES DEL PROYECTO

- Aerogeneradores
- Área de Concesión

Revisado por:

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARQUE EÓLICO TRES HERMANAS**

TÍTULO :

MAPA DE CUENCAS VISUALES

DEPARTAMENTO: ICA	PROVINCIA: NAZCA	DISTRITO: MARCONA
PROYECCIÓN Y DATUM: Datum: WGS 1984 UTM - Zona 18 Sur Proyección: Transverso Mercator Falso Este: 500000.000000 Meridiano Central: -75.00 Falso Norte: 10000000.000000 Latitud de Origen: 0.00	Escala: 1:75,000 0 0.25 0.5 1 1.5 2 2.5 km	CLIENTE: PARQUE EOLICO TRES HERMANAS S.A.C.
ELABORADO POR: Walsh Perú S.A. <small>Ingenieros y Científicos Consultores</small>	PROYECTO: ELE1189	FECHA: Julio 2012
FUENTE: INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) IGN (Instituto Nacional Geográfico), COFOPRI (Comisión de Formalización de la Propiedad Informal)		PLANO: 4.1-8

4.1.9 USO ACTUAL DE LA TIERRA

4.1.9.1 GENERALIDADES

Para la elaboración del presente capítulo se ha tomado de manera referencial la información del capítulo Uso Actual de la Tierra, presentado en el EIA Parque Eólico Marcona y línea de transmisión, aprobado en junio del 2011 mediante Resolución Directoral N° 183-2011-MEM/AEE.

En esta sección se describe el uso de la tierra existente en el área de estudio del proyecto, es decir, el aprovechamiento que se le da a la tierra como recurso, además de las diferentes formas de cobertura superficial existentes en el área de estudio. Para la clasificación de los diferentes tipos de uso identificados, se ha empleado el sistema de clasificación *World Land Use System (WLUS)* de la Unión Geográfica Internacional (UGI)¹. Este sistema presenta ventajas por el carácter práctico y sencillo de su nomenclatura.

Para determinar las unidades de uso se realizó una evaluación y verificación en campo de cada una de las unidades cartografiadas en gabinete (febrero 2012). El desarrollo de este capítulo se desarrolló teniendo como información primaria el EIA Parque Eólico Marcona y línea de transmisión (R.D. N° 183-2011-MEM/AEE), adicionalmente se revisó y analizó información secundaria; climática, fisiográfica y económica. Es necesario destacar, que debido a las condiciones climáticas, así como a su topografía, la presencia de población es restringida y las actividades socioeconómicas son nulas. En el Cuadro 4.1.9-1 se presenta el resumen de las unidades identificadas, en la Figura 4.1.9-1 su porcentaje de distribución y su representación cartográfica en el Mapa de uso actual de la tierra (Mapa 4.1-7).

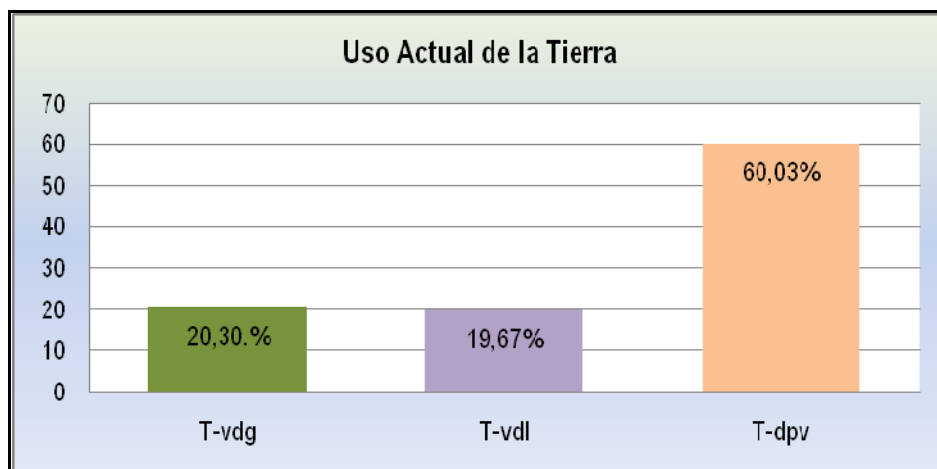
Cuadro 4.1.9-1 Unidades de uso actual de la tierra del área de estudio.

Categorías y subcategorías de uso	Símbolo	Superficie	
		Ha.	%
Terrenos sin uso y/o Improductivos			
Terrenos con vegetación dispersa de gramadales	T-vdg	877.25	20.30
Terrenos con vegetación dispersa de lomas	T-vdl	849.96	19.67
Terrenos desprovistos de vegetación	T-dpv	2 593.71	60.03
Total		4 320.91	100.00

Elaborado por: Walsh Perú S.A., 2012.

¹ El sistema de clasificación de usos de la tierra WLUS (Word Land Use Survey), fue elaborado por una comisión internacional ad hoc nombrada por la Unión Geográfica Internacional (UGI) y presentando por primera vez en octubre de 1949 ONERN lo han utilizado con algunas modificaciones y recomendaron su uso en estudios similares.

Figura 4.1.9-1 Unidades de uso de la tierra del área de estudio.



Elaborado por: Walsh Perú S.A., 2012.

En la figura 4.1.9-1 se presenta el porcentaje de uso de la tierra en el área de estudio donde; el 60,03% del área total de estudio está representada por terrenos desprovistos de vegetación, seguido del 20,30% con terrenos de vegetación dispersa de gramadales, y por ultimo con 19,67% terrenos con vegetación dispersa de lomas.

4.1.9.2 CATEGORÍAS DE USO ACTUAL DE LAS TIERRAS

De acuerdo a la clasificación utilizada, en el área de estudio se reconocen una categoría de uso de la tierra, la de terrenos sin uso y/o improductivos.

4.1.9.2.1 Terrenos sin uso y/o improductivos

Esta categoría se caracteriza por presentar superficies desnudas, es decir, sin la presencia de suelo y con escasa o nula vegetación, propias de las zonas desérticas costeras. Su uso es limitado ya sea para la agricultura o ganadería, estos suelos presenta altos niveles de salinización. A continuación se describe las unidades clasificadas dentro de esta categoría.

Terrenos con vegetación dispersa de gramadales

Esta unidad de uso se localiza en las laderas empinadas del Cerro Tres Hermanas, al sur del área de estudio y sobre planicies ligeramente inclinadas de Lomas Marcona al noreste del área de estudio. Estas gramíneas o poáceas son de densidad variable, son muy ralas y espaciadas en verano y relativamente más densas y vigorosas en invierno, es un tipo de vegetación estacional (invierno), se encuentra asociada a suelos poco desarrollados. No tiene ningún uso agrícola o pecuario, se encuentra limitado por su clima árido y topografía.



Foto 1 Vista tomada desde el cerro Tres Hermanas, donde se aprecia el uso limitado, gramadales dispersos.



Foto 2 Planicies ligeramente inclinadas Lomas Marcona, al noreste del área de estudio, en esta zona también el uso es limitado, gramadales dispersos de bajo porte

Terrenos con vegetación dispersa de lomas

Esta unidad de uso ocupa superficies de laderas empinadas y planicies ligeramente inclinadas, como la cima del Cerro Tres Hermanas y Lomas Marcona principalmente. Este tipo de vegetación se manifiesta durante la época de invierno donde las precipitaciones invernales tipo garúa favorecen el desarrollo de este tipo de vegetación xerofítica. No tiene ningún tipo de uso.



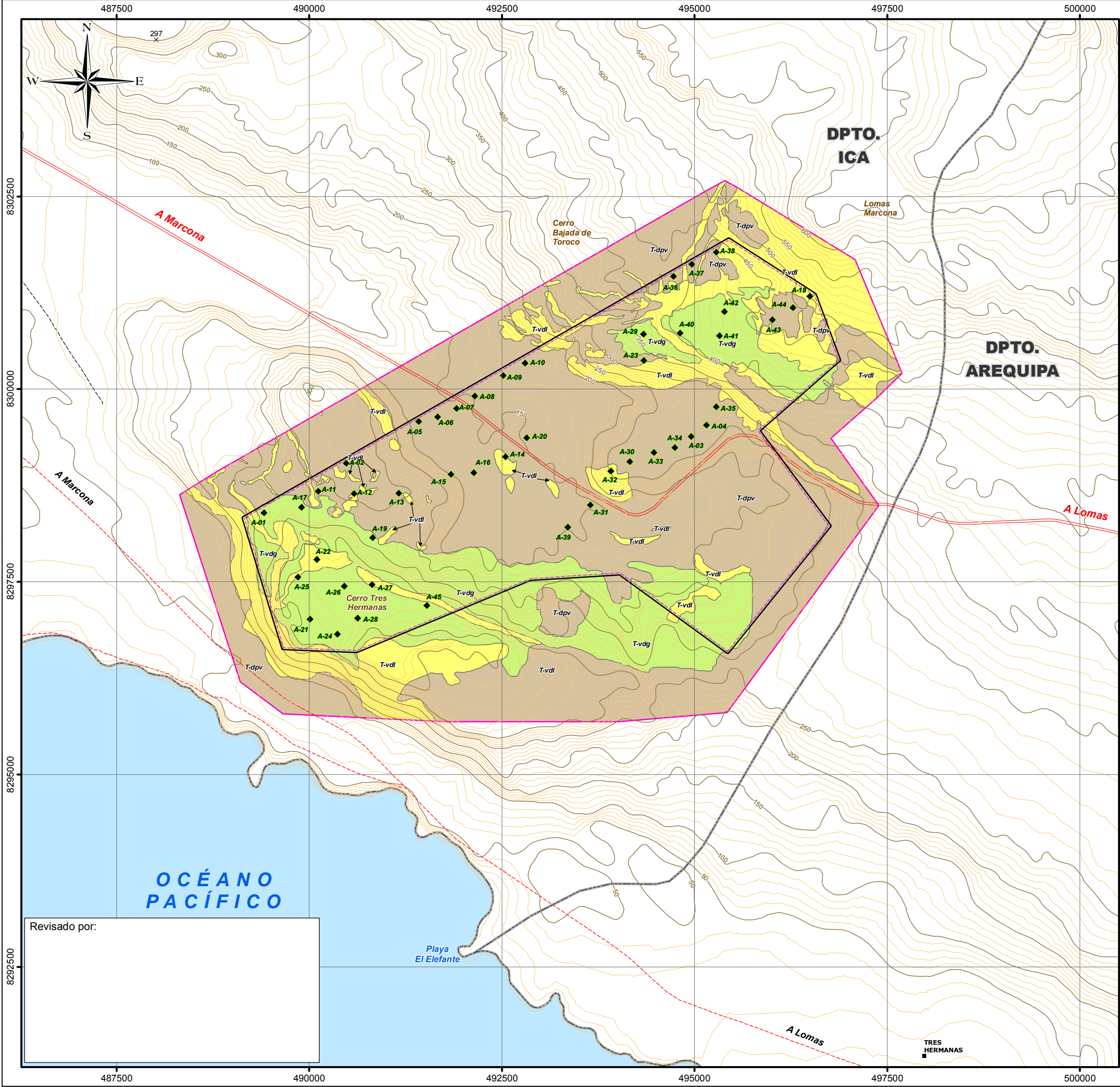
Foto 3 Vegetación de lomas sobre el cerro Tres Hermanas.

Terrenos desprovistos de vegetación

Esta subcategoría es la que predomina en el área de estudio, no tiene ningún uso. Estos terrenos se encuentran limitados por el clima y la escasa o nula precipitación. Lo conforman las planicies estructurales, lomadas y piedemontes, cuyas superficies se componen de materiales eólicos y coluvio-aluviales, así como por afloramientos rocosos (intrusivos).



Foto 4 Vista tomada desde la laderas del Cerro Bajada de Toroco, en la cual se observa las laderas del Cerro Tres Hermanas y la vía que atraviesa la concesión, la vegetación es escasa o nula.



LEYENDA DE USO ACTUAL DE LAS TIERRAS			
Categorías y subcategorías de uso	Símbolo	Superficie	
		ha	%
Terrenos sin uso y/o Improductivos			
Terrenos con vegetación dispersa de gramadales	<div>T-vdg</div>	877.25	20.30
Terrenos con vegetación dispersa de lomas	<div>T-vdl</div>	849.95	19.67
Terrenos desprovistos de vegetación	<div>T-dpv</div>	2593.71	60.03
Total		4320.91	100.00

SIMBOLOGÍA

Curva Principal

Curva Secundaria

Vía Afirmada

Vía No Afirmada

Trocha carrozable

Límite Departamental

Área de Influencia Directa

Área de Influencia Indirecta

COMPONENTES DEL PROYECTO

Aerogeneradores

Área de Concesión

Revisado por:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PARQUE EÓLICO TRES HERMANAS

TÍTULO :

MAPA DE USO ACTUAL DE LAS TIERRAS

DEPARTAMENTO: ICA

PROYECCIÓN Y DATUM:
Datum: WGS 1984 UTM - Zona 18 Sur
Proyección: Transverso Mercator
Falso Este: 500000.000000 Meridiano Central: -75.00
Falso Norte: 1000000.000000 Latitud de Origen: 0.00

PROYECTO: ELE1189

FECHA: Julio 2012

CLIENTE: PARQUE EOLICO TRES HERMANAS S.A.C.

PLANO: 4.1-7

ELABORADO POR: Walsh Perú S.A.
Ingenieros y Científicos Consultores

FUENTE: INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática)
IGN (Instituto Nacional Geográfico), COFOPRI (Comisión de Formalización de la Propiedad Informal)

4.1.8 RECURSOS HÍDRICOS

4.1.8.1 GENERALIDADES

Para la elaboración del presente capítulo se tomó de manera referencial la información de hidrología, presentada en el Estudio de Impacto Ambiental del Parque Eólico Marcona y línea de transmisión aprobado en junio del 2011 mediante Resolución Directoral N° 183-2011-MEM/AEE.

El objetivo es determinar una línea base referente a los recursos hídricos incluidos y circundantes al área de estudio del Parque Eólico Tres Hermanas. Para ello se ha actualizado los datos meteorológicos; precipitación, temperatura y humedad relativa (SENAMHI), ya que no existe información hidrometeorológica. Otro de los aspectos considerados es su ubicación, se encuentra en una zona árida costera; la evaluación de la oferta hídrica se base en datos registrados en zonas de similar comportamiento hidrográfico.

El capítulo se desarrolla sobre la base de diversas fuentes de información, como son los registros del SENAMHI, la cartografía del IGN y referencias geográficas de la zona de estudio de fuentes secundarias. Con dicha información, se forman elementos de análisis para establecer comportamientos regionales. Sobre esta base se ha preparado un mapa de la cuenca para identificar el comportamiento hidrográfico en la zona así como parámetros geomorfológicos; áreas de cuencas, longitud de cauces, alturas y pendientes.

Es necesaria dicha evaluación de los recursos hídricos para poder analizar los posibles impactos que se generarán por la ejecución del proyecto. Es necesario considerarlo por el posible riesgo que implicaría para los aerogeneradores, tanto en la fase de construcción como en la operación.

4.1.8.2 PLANTEAMIENTO HIDRÁULICO

El área de estudio se localiza en la intercuenca del río Nazca, afluente del río Grande y del río Santa Lucía, el cual tiene sus orígenes en el distrito de Santa Lucía (provincia de Lucanas, Región de Ayacucho) y discurre entre los límites de los departamentos de Ica y Arequipa hasta su desembocadura cerca del distrito de Lomas (Caravelí).

No existen cuerpos de agua permanentes, solo cauces secos probablemente producto de algunas precipitaciones extraordinarias. No hay actividad agrícola. El agua para uso poblacional es extraída del río Santa Lucía, y es transportado mediante un sistema de tuberías a Marcona, su presentación cartográfica se muestra en el Mapa 4.1-6.

4.1.8.3 CARACTERÍSTICA DE LA CUENCA

4.1.8.3.1 Ubicación y límites

La cuenca se encuentra dentro de la vertiente del Océano Pacífico, en la zona de la costa centro sur del Perú a 530 km al sur de la ciudad de Lima. Políticamente comprende el distrito de Marcona, provincia de Nazca, Región Ica. Limita por el norte con la provincia de Nazca; por el sur con la provincia de Caravelí (Región Arequipa); por el este con la provincia de Lucanas (región Ayacucho) y por el oeste con el Océano Pacífico.

Geográficamente limita por el norte con la cuenca del río Nazca; por el sureste con la cuenca del río Santa Lucía, por el oeste con el Océano Pacífico.

4.1.8.3.2 Clima y relieve

El clima es cálido árido, con escasas precipitaciones, con una temperatura máxima que puede superar los 30°C (enero-marzo) y una temperatura mínima de 16°C en el mes de agosto. La temperatura promedio anual es de 18°C a 23°C. Durante cada cambio de estación se producen los fuertes vientos de arena y tierra llamados paracas.

Esta intercuenca se encuentra íntegramente dentro de la región costa, tiene forma triangular alargada con una pendiente alineada al sur oeste.

El relieve de Marcona se caracteriza por el desierto típico de la costa central y sur del Perú, hallándose mesetas, pampas y altos cerros; ricos en minerales como el hierro y cobre. Marcona tiene una gran riqueza marina a lo largo de su litoral; con amplias bahías, ensenadas y puntas, que dan forma a una gran variedad de playas.

4.1.8.3.3 Ecorregiones

Según el sistema de Brack, el área de estudio se ubica en la ecorregión de Desierto del Pacífico (zona terrestre) y en la ecorregión Mar Frío de la Corriente Peruana (zona marina).

El Mar Frío de la Corriente Peruana comprende la zona donde ejerce su influencia la Corriente Peruana y se extiende desde cerca de los 5° L.S. hasta el centro de Chile.

La ecorregión del Desierto del Pacífico comprende desde el norte del Perú (60 L.S.) hasta el norte de Chile (220 L.S.). A pesar de las extremas condiciones de aridez, el desierto ofrece una interesante variedad de ecosistemas y una diversidad biológica muy original. Forma una angosta franja a lo largo de la costa, de unos 30 a 60 Km. de ancho y hasta los 600 a 1 000 msnm.

4.1.8.4 PRECIPITACIONES

La estación disponible para el estudio, se presenta en el Cuadro 4.1.8-1, ubicada en el distrito de Lomas en la región de Arequipa. La información existente es muy escasa, así que se tomará esta información de manera solo referencial.

Cuadro 4.1.8-1 Estación meteorológica

Estación Meteorológica	Ubicación					
	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Región	Parámetros	Período
Lomas	15° 34'	74° 49'	20	Arequipa, Provincia de Caravelí, Distrito Lomas	Precipitación Total Mensual	1999-20011
					Temperatura Media mensual	
					Humedad Relativa Media Mensual	

Fuente: SENAMHI

Cuadro 4.1.8-2 Precipitaciones mensuales registradas en la estación Lomas.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1999	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0,7
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	4,3	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	0	0
Prom.	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0

Elaborado por: Walsh Perú 2012

Fuente: SENAMHI

El Cuadro 4.1.8-2, muestra los registros meteorológicos para un periodo de 13 años, siendo no representativa las escasas o exiguas precipitaciones; únicamente julio del 2004 se presenta una precipitación total de 4.3 mm característico de un mes frío y húmedo de invierno muy nublado, y diciembre de 1999, de ligeras lluvias verdaderas veraniegas 0,7 mm. Estos valores, no generan escorrentías y apenas si humedece el suelo, favoreciendo temporalmente el crecimiento de unas pocas especies herbáceas xerófitas y efímeras.

4.1.8.5 Características de las cuencas vecinas

Río Nazca

El río Nazca alimenta sus cursos de agua con el recurso proveniente de las precipitaciones estacionales que ocurren en su cuenca alta. Tiene una extensión total de aproximadamente 4 283 km² de la cual 15% corresponden a la denominada cuenca húmeda. El curso de agua con que cuenta esta cuenca proviene principalmente de las precipitaciones estacionales que caen en su cuenca alta, no existiendo nevados que contribuyan a elevar el escurrimiento superficial en el periodo de estiaje.

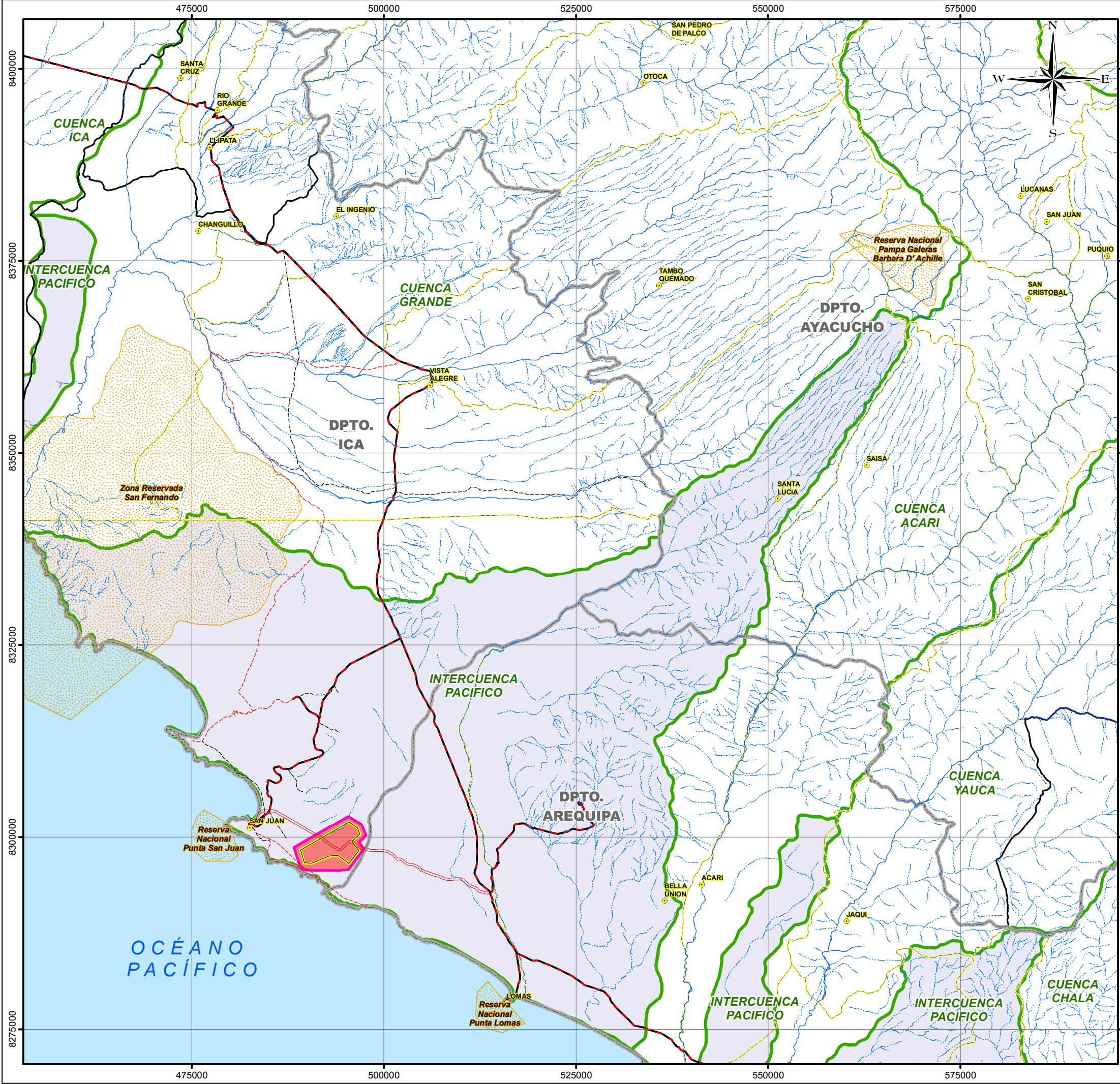
La información pluviométrica es escasa, sin embargo por correlación de las cuencas adyacentes, se tiene que la mayor precipitación ocurre entre los meses de enero a marzo y los periodos secos corresponden a los meses de mayo a septiembre.

El río Nazca presenta descargas únicamente durante las épocas de lluvias en la cuenca alta, es decir en los meses de enero a marzo, habiendo años en que aún en dicho periodo se presenta completamente seco; las descargas que se caracterizan por ser esporádicas y de corta duración no llegan a desaguar al mar, ya que son captadas para el riego del valle de esta zona del país.

Río Santa Lucía

El curso del río Santa Lucía es bastante sinuoso, adoptando en general una dirección predominante NE-SO. En la parte inferior del valle y como resultado de la disminución de la pendiente, se ha formado un pequeño cono de deyección, producto de la disposición de los materiales transportados por el río.

La cuenca tiene una extensión de 1 208 km², de los cuales el 5%, corresponde a la cuenca húmeda, denominado así por encontrarse sobre los 2 500 msnm. Tiene una longitud de recorrido de 100 km.



SIMBOLOGÍA	
Capital de distrito	
Vía Asfaltada	
Vía Afirmada	
Vía No Afirmada	
Trocha carrozable	
Rio	
Quebrada	
Límite Departamental	
Límite Distrital	
Límite Provincial	
Límite de Cuenca	
Área Natural Protegida	
Área de Influencia Directa	
Área de Influencia Indirecta	
Área de Concesión	

Revisado por:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARQUE EÓLICO TRES HERMANAS

TÍTULO:

MAPA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

DEPARTAMENTO: ICA

PROYECTOS: PROVINCIA: NAZCA

DISTRITO: MARCONA

PROYECCIÓN Y DATUM:
Datum: WGS 1984 UTM - Zona 18 Sur
Proyección: Transversal Mercator
Falso Este: 500000.000000 Meridiano Central: -75.00
Falso Norte: 1000000.000000 Latitud de Origen: 0.00

Escala: 1:500,000
0 2.5 5 10 15 km

CLIENTE:
PARQUE EOLICO
TRES HERMANAS S.A.C.

ELABORADO POR:
 Walsh Perú S.A.
Ingenieros y Científicos Consultores

PROYECTO:
ELE1189

FECHA:
Julio 2012

MAPA:
4.1-6

FUENTE: INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática)
IGN (Instituto Nacional Geográfico), COFOPRI (Comisión de Formalización de la Propiedad Informal)

4.1.7 CALIDAD DEL SUELO

4.1.7.1 GENERALIDADES

Esta sección muestra los resultados de la evaluación de la calidad del suelo mediante el análisis de parámetros como pH, metales, aceites y grasas e hidrocarburos totales de petróleo (TPH) presentes en el área de influencia del Parque Eólico Tres Hermanas; los cuales permiten conocer las condiciones actuales en que se encuentra dicho cuerpo receptor.

Dado que en el país no existen valores guía que se puedan utilizar para la evaluación de la calidad del suelo, para el presente estudio los resultados de metales totales fueron comparados referencialmente con la Guía de Calidad de Suelos Industriales de Canadá (Canadian Environmental Quality Guidelines, September 2007), para los hidrocarburos totales de petróleo se emplearon en forma referencial, los valores guía a escala para hidrocarburos de petróleo en suelo de uso industrial (Canada-Wide Standards for petroleum hydrocarbons in soil), establecidos por el Consejo del Ministerio de Medio Ambiente de Canadá (Canadian Council of Ministers of the Environment) y la norma Holandesa "Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment", así como también para los resultados de aceites y grasas se tomó de manera referencial los valores establecidos en la norma oficial mexicana NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.

Adicionalmente, se utilizó como referencia la información de calidad de suelos presentada en el EIA Parque Eólico Marcona y línea de transmisión en dos puntos de muestreo; CS-01 y CS-02, (aprobada mediante Resolución Directoral N° 183-2011-MEM/AEE).

4.1.7.2 ESTÁNDARES REFERENCIALES DE COMPARACIÓN

Los resultados de metales totales fueron comparados referencialmente con los valores establecidos en las Guías del Gobierno de Canadá, (Canadian Environmental Quality Guidelines, EQG) y con la norma Holandesa "Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment" las cuales se muestran en el Cuadro 4.1.7.-1.

Cuadro 4.1.7.-1 Valores guía referenciales para calidad de suelos

Parámetro	Canadian Environmental Quality Guidelines* (mg/kg)	Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment de Holanda** (mg/kg)	Norma Oficial Mexicana para Aceites y Grasas*** (mg/kg)
pH	6,0 – 8,0	---	---
TPH	150 ***	50	---
Aceites y Grasas	---	---	6 000
Arsénico	12	---	---
Bario	2 000	---	---
Cadmio	22	---	---
Cromo	87	---	---
Cobre	91	---	---
Estaño	300	---	---
Mercurio	50	---	---
Níquel	50	---	---

Parámetro	Canadian Environmental Quality Guidelines* (mg/kg)	Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment de Holanda** (mg/kg)	Norma Oficial Mexicana para Aceites y Grasas*** (mg/kg)
Plomo	600	---	---
Talio	1	---	---
Zinc	360	---	---

* Suelos de uso industrial.

** Mineral Oil, Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment de Holanda

*** Norma Oficial Mexicana, 2003

Petroleum Hydrocarbons (PHC) in soil, Canadian Council of Ministers of the Environment.

Elaboración: Walsh Perú S.A.

4.1.7.3 PARÁMETROS DE MUESTREO

Los parámetros, métodos de referencia y límites de detección considerados para monitorear en la evaluación de calidad de suelos son los que se indican en el Cuadro 4.1.7-2.

Cuadro 4.1.7-2 Métodos aplicados en el análisis de suelos

Parámetro	Método de referencia	Unidad	Límites de detección
pH	EPA 9045 D Rev 4-Nov 2004.	mg/kg	---
TPH	EPA 8015 D, Rev. 4 June 2003	mg/kg	2
Aceites y Grasas	EPA 9071 B, Rev. 2 April 1998	mg/kg	10
Arsénico	EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)	mg/kg	0,40
Bario		mg/kg	0,05
Cadmio		mg/kg	0,03
Cobre		mg/kg	0,20
Cromo		mg/kg	0,08
Estaño		mg/kg	0,07
Mercurio		mg/kg	0,02
Níquel		mg/kg	0,2
Plomo		mg/kg	0,4
Talio		mg/kg	0,3
Zinc		mg/kg	0,1

Fuente: Laboratorio CORPLAB Perú S.A.C.

Elaborado: Walsh Perú S.A., 2012

4.1.7.4 METODOLOGÍA DE MUESTREO

En los puntos de muestreo se recogió muestras de suelo superficial para realizar el análisis de aceites y grasas, hidrocarburos totales de petróleo (TPH), pH y metales totales. La colecta de muestras se realizó mediante calicatas cuya profundidad en promedio fue de 30 cm. Se tomaron muestras y se procedió a realizar una muestra compuesta representativa que fue depositada en envases adecuados para su conservación y refrigeradas a 4°C.

Para el muestreo en campo, se desarrollaron las siguientes actividades.

- Identificación de los puntos de muestreo (GPS) y registros fotográficos.
- Elaboración de planillas y cadenas de custodia con datos de campo.
- Muestreo de suelo en calicatas de 0 a 30 cm. considerando el área de influencia del proyecto.
- Rotulado de cada muestra de suelos en los frascos respectivos.
- Conservación de las muestras a una temperatura de 4°C hasta el envío a laboratorio.

4.1.7.5 PUNTOS DE MUESTREO

Se establecieron dos (02) puntos de muestreo para evaluar la calidad del suelo en el área de influencia del Proyecto. El Cuadro 4.1.7-3 muestra la ubicación y coordenadas de los puntos de muestreo.

La ubicación de los puntos de muestreo de calidad ambiental (aire, ruido, campos electromagnéticos y calidad de suelo) se presenta en el Mapa 4.1-2, el cual se muestra en el capítulo 4.1.2 Calidad de aire y ruido.

Cuadro 4.1.7-3 Puntos de muestreo de calidad de suelo

Puntos de muestreo	Descripción	Fecha	Coordenadas UTM WGS84		Altitud
			Este	Norte	
SU-1	Aprox. a 2 km del área de influencia de la zona del proyecto	29/01/12	490240	8300865	104
SU-2	Futura sub estación eléctrica	29/01/12	492781	8299110	149
CS-01 ⁽¹⁾	Dentro del área del Proyecto PE Marcona	26/06/10	490978	8297124	318
CS-02 ⁽¹⁾	A 1km del área de influencia del PE Marcona	26/06/10	493578	8296108	319

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2012.

⁽¹⁾ Tomado del EIA PE Marcona, 2011

4.1.7.6 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

El Cuadro 4.1.7-4 muestra los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio realizado y las comparaciones realizadas con las Guías de Calidad Ambiental de Canadá, Canadian Environmental Quality Guidelines, (EQG) con la norma Holandesa "Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment". El uso de estas normas internacionales, se deben a la ausencia de legislación por parte del estado peruano en temas de calidad de suelo.

En el Anexo C6 se adjunta los resultados de los análisis de laboratorio.

Cuadro 4.1.7-4 Resultados de análisis de suelos

Parámetro	SU-01	SU-02	CS-01	CS-02	CEQG ⁽¹⁾	Norma de Holanda ⁽³⁾	Norma Oficial Mexicana ⁽⁴⁾
	29/01/2012	29/01/2012	26/06/2010	26/06/2010	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
pH	8,13	8,11	---	---	6 – 8	---	---
TPH	< 2	< 2	---	---	150 ⁽²⁾	50	---
Aceites y Grasas	12	18	57	65	---	---	6 000
Arsénico	< 0,4	< 0,4	---	---	12	---	---

Parámetro	SU-01	SU-02	CS-01	CS-02	CEQG ⁽¹⁾	Norma de Holanda ⁽³⁾	Norma Oficial Mexicana ⁽⁴⁾
	29/01/2012	29/01/2012	26/06/2010	26/06/2010	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Bario	15,66	20,68	---	---	750	---	---
Cadmio	< 0,03	< 0,03	---	---	1,4	---	---
Cromo	11,57	7,72	---	---	64	---	---
Cobre	< 0,2	< 0,2	---	---	63	---	---
Mercurio	< 0,02	< 0,02	---	---	6,6	---	---
Níquel	10,1	12,3	---	---	50	---	---
Plomo	4,4	4,7	---	---	70	---	---
Talio	< 0,3	< 0,3	---	---	1	---	---
Zinc	33,6	35,2	---	---	200	---	---

⁽¹⁾: CEQG Interim Soil (Agrícola) Quality Guideline – Canadian Soil Quality Guidelines. 2007

⁽²⁾: Canada-Wide Standards (CWS) for petroleum hydrocarbons in soil – Canadian Council of Ministers of the Environment Fraction 3: >nC16 to nC34. Fine-grained soil

⁽³⁾Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment de Holanda

⁽⁴⁾Norma Oficial Mexicana, 2003

Fuente SU-01 y SU-02, Informe de Ensayo: Corplab Perú 1860/2012

Elaborado: Walsh Perú S.A., 2012

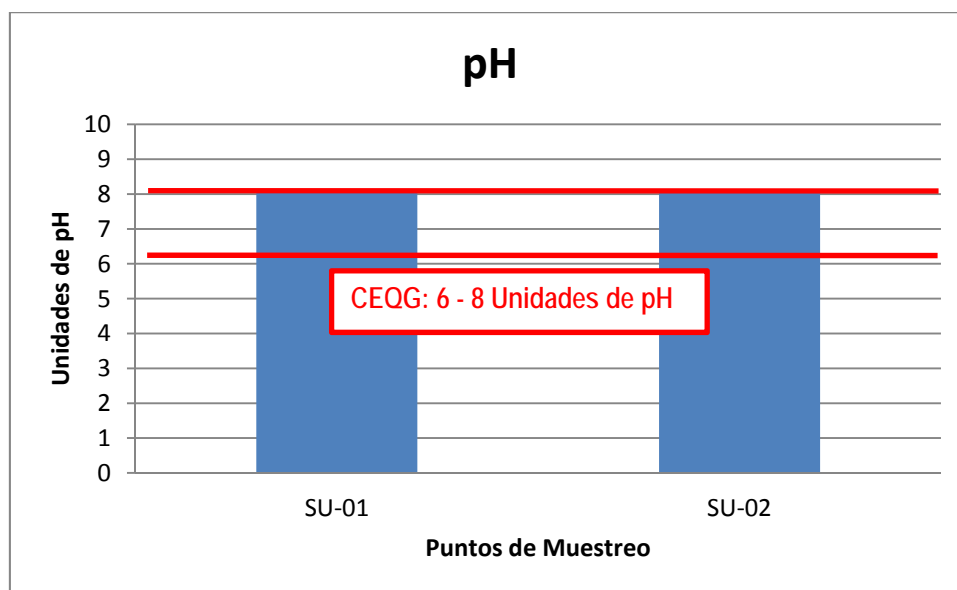
A continuación se describe brevemente los valores encontrados para cada parámetro:

pH

El pH es una medida de la acidez o alcalinidad del suelo, su variación puede ser indicador de una liberación de metales tóxicos y pesados, afectación de la disponibilidad de nutrientes, reduciendo el ritmo de mineralización de la materia orgánica, influyendo en la actividad de microorganismos (hongos y bacterias) y la solubilidad de minerales sulfurados. De los resultados obtenidos se evidencia que las concentraciones reportadas en los puntos SU-1 y SU-2 se encuentran ligeramente fuera del rango guía propuesto por la norma canadiense (6,0 - 8,0 unidades de pH). Estos valores no representan un riesgo a la población.

En la Figura 4.1.7-1 se muestran gráficamente la variación del pH en los puntos evaluados.

Figura 4.1.7-1 Valores de pH



Fuente: Walsh Perú S.A., 2012

Aceites y grasas

Las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo. Algunas de sus características más representativas son baja densidad, poca solubilidad en agua, baja o nula biodegradabilidad.

Las concentraciones obtenidas del monitoreo en campo demuestran que los niveles actuales se encuentran muy por debajo del Límite Máximo Permisible para Aceites y Grasas en suelo en fracción pesada para suelo industrial (6 000 mg/kg) de acuerdo a la norma mexicana NM-138-SEMARNAT/SS-2003, tomada de manera referencial.

Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)

Las concentraciones de TPH en los puntos de muestreo cumplen con los valores guía de Canadá (Canadá - Wide Standards, 150 mg/kg), y en la norma Holandesa (Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment de Holanda, 50 mg/kg) e incluso son numéricamente inferiores al límite de detección del método de ensayo empleado por el laboratorio.

Elementos metálicos

Se considera metal pesado a aquel elemento que tiene una densidad igual o superior a 5 gr/cm³ cuando está en forma elemental, o cuyo número atómico es superior a 20 (excluyendo a los metales alcalinos y alcalino-térreos). Junto a estos metales pesados hay otros elementos químicos que aunque son metales ligeros o no metales, se suelen englobar con ellos por presentar orígenes y comportamientos asociados; este es el caso del arsénico, bario y selenio.

En condiciones normales, la mayoría de los compuestos de los metales potencialmente tóxicos se encuentran en cantidades fijadas por consideraciones de orden geológico y en formas químicas muy

insolubles, por lo tanto no representan un peligro para la biota, excepto por actividades antrópicas que alteran este equilibrio.

La concentración de los metales evaluados en las muestras de suelo presentan niveles inferiores a los valores Guías de Calidad Ambiental (EQG) de Canadá.

4.1.7.7 CONCLUSIONES

Del análisis y evaluación de los resultados obtenidos de los puntos que se muestrearon en campo, podemos precisar que:

- ✓ De los resultados obtenidos se evidencia que las concentraciones de pH reportadas en los puntos SU-01y SU-02, 8,13 y 8,11 respectivamente, se encuentran ligeramente fuera del rango propuesto por la norma canadiense (6,0 – 8,0 unidades de pH), siendo este valor ligeramente básico.
- ✓ Las concentraciones de TPH en los puntos de muestreo cumplen con los valores guía de Canadá (Canadá - Wide Standards, 150 mg/kg), y en la norma Holandesa (Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment de Holanda, 50 mg/kg).
- ✓ Las concentraciones de aceites y grasas, se encuentran muy por debajo del valor establecido en la Norma Oficial Mexicana establecido en 6 000 mg/kg, resultado que no representa un riesgo para la población.
- ✓ La concentración de arsénico, bario, cadmio, cromo, cobre, mercurio, níquel, plomo, talio y zinc en las muestras de suelo presentan niveles inferiores a los valores Guías de Calidad Ambiental (EQG) de Canadá.
- ✓ Se debe tener en cuenta que los puntos de muestreo son zonas no impactadas ni disturbadas, por ende las concentraciones encontradas se deben a características naturales. Las cuales deben de tenerse en cuenta en el plan de manejo para trabajos a realizarse.

4.1.6 SUELOS Y CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS

4.1.6.1 GENERALIDADES

Para la elaboración del presente capítulo se ha tomado de manera referencial la información del capítulo de Suelos y Capacidad de Uso Mayor de Tierras, presentado en el EIA Parque Eólico Marcona y Línea de Transmisión, aprobado en junio del 2011 mediante Resolución Directoral N° 183-2011-MEM/AAE.

Se presenta información sobre los suelos existentes en el área de estudio, así como la interpretación de su potencial como recurso (tierras) para las actividades agropecuarias y forestales.

Los criterios y metodologías usados para determinar la naturaleza edáfica del área de estudio están contenidos en las normas y lineamientos establecidos en el *Soil Survey Manual* (1993) y el *Soil Taxonomy* (2010) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA). Asimismo, contempla las consideraciones del D.S. N° 013-2010-AG, *Reglamento para la ejecución del levantamiento de suelos*, que se refiere a las normas y metodología a aplicarse, según los niveles de estudio, para la ejecución, revisión y aprobación de los levantamientos de suelos a las que obligatoriamente deben sujetarse las personas naturales o jurídicas, nacionales y extranjeras que realicen esta actividad.

Los suelos identificados han sido cartografiados en forma de consociaciones y asociaciones, siguiendo criterios antes descritos, para lo cual se utilizan también sus fases por pendiente.

Los procedimientos seguidos para la interpretación del potencial edáfico (capacidad de uso mayor) de las tierras se ciñen a los lineamientos especificados en el *Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor* del Ministerio de Agricultura (D.S. N°017-2009-AG). Adicionalmente, por razones cartográficas y de nivel de detalle del presente estudio se definieron unidades dentro del grupo de tierras de protección y se utilizó el criterio de simples y agrupadas para su cartografiado.

El Cuadro 4.1.6-1 indica las fases por pendiente que se utilizan para el cartografiado de las unidades edáficas; este cuadro se elaboró tomando como base lo indicado al respecto en ese reglamento. El Cuadro 4.1.6-2 presenta la clasificación general de las tierras por su capacidad de uso mayor según el reglamento mencionado.

En la presente evaluación se realizó la interpretación del contenido edáfico de la zona de estudio, lo cual permitió conocer la aptitud natural de las tierras, su distribución y lineamientos de uso y manejo.

Cuadro 4.1.6-1 Fases por pendiente (*)

Término descriptivo	Rango (%)	Símbolo
Plana a Ligeramente inclinada	0 – 4	A
Moderadamente inclinada	4 – 8	B
Fuertemente inclinada	8 – 15	C
Moderadamente empinada	15 – 25	D
Empinada	25 – 50	E

Término descriptivo	Rango (%)	Símbolo
Muy empinada	50 – 75	F
Extremadamente empinada	> 75	G

(*) En base al *Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor (DS 017-2009-AG)*

Elaborado por: Walsh Perú S.A. 2012.

Cuadro 4.1.6-2 Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor (*)

Grupos de capacidad de uso mayor	Clase (Calidad agrológica)	Subclase (Limitaciones o deficiencias)
Tierras para cultivos en limpio (A)	Alta (A1)	No hay limitaciones
	Media (A2)	A partir de la clase A2 hasta la clase F3, presentan una o más de las siguientes limitaciones o deficiencias:
	Baja (A3)	
Tierras para cultivos permanentes (C)	Alta (C1)	suelos (s)
	Media (C2)	drenaje (w)
	Baja (C3)	erosión (e)
Tierras para pastos (P)	Alta (P1)	clima (c)
	Media (P2)	salinidad (l)
	Baja (P3)	inundación (i)
Tierras para Forestales de Producción (F)	Alta (F1)	
	Media (F2)	
	Baja (F3)	
Tierras de Protección (X)	-----	-----

Elaborado por: Walsh Perú S.A. 2012.

4.1.6.2 CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LOS SUELOS

Los suelos identificados se desarrollan sobre materiales residuales localizados, planicies estructurales, lomadas y piedemonte, a partir de rocas intrusivas y volcánicas, como sobre materiales transportados aluviales (planicies) y coluvio-aluviales (en piedemontes y glaciares). La capa superficial predominante en el área de estudio tiene influencia eólica, por lo que son constantemente transportados por suspensión, arrastre y saltación.

Estas características de deposición edáfica hacen que estos suelos presenten un escaso desarrollo genético, mostrando perfiles tipo C – Cr – R; según el Soil Taxonomy (2010), pertenecen en su totalidad a los órdenes Entisols y Aridisols. El primero comprende suelos poco desarrollados que solo muestran epipedón ócrico, reconociéndose en el área evaluada los subórdenes Orthents, asociados a procesos de meteorización y erosión recientes y Psaments, desarrollados sobre depósitos aluviales del cuaternario.

Los Aridisols son suelos de zonas áridas que, además de mostrar epipedón ócrico, presentan horizonte de diagnóstico subsuperficial, distinguiéndose en el área al horizonte sálico, que acumulan sales solubles en grandes cantidades, y cálcico, que acumulan carbonato de calcio en sus capas inferiores.

El grado de meteorización de los suelos es bajo a muy bajo debido a diversos factores: las condiciones climáticas, especialmente la escasez de lluvias, la escasa o nula presencia de cobertura vegetal y de fauna, en el caso de los suelos transportados. En los suelos desarrollados

sobre materiales residuales de origen volcánico, el proceso de meteorización se ralentiza bastante por la elevada dureza de las rocas del sustrato. La acción de la materia orgánica como factor de formación de suelos en la zona es poco relevante también, debido a que sus contenidos son bajos, concentrándose pobremente solo en la capa superficial.

Se observa presencia importante de fragmentos muy gruesos en superficie y en el perfil de la mayor parte de suelos. La clase textural que predomina es arenosa y arena franca, apreciándose también clases franco arenoso.

Los suelos de la mayor parte del área de estudio presentan pH de neutro a moderadamente alcalino.

Respecto a la salinidad, la mayoría de los suelos presentan problemas de sales, esto se explica por haber conformado parte del antiguo fondo marino que salió a flote en el terciario y a que los suelos son más salinos cuanto más árido es el clima y más cercano esté al mar, dado que la posibilidad de que las sales sean lavadas se reduce al mínimo. Las elevadas concentraciones de sales de los suelos Tres Hermanas, Talud y Lobera se deben a este factor. Por otro lado, los suelos Toroco y Antena exhiben contenidos elevados de carbonato de calcio, influenciado del mismo modo por las condiciones áridas, lo que hacen que estos horizontes estén endurecidos, formando un horizonte Petrocálcico.

Todos los suelos evaluados son muy superficiales a superficiales, excepto el suelo Arenal y Salinas que son profundos, limitándose la profundidad efectiva por la presencia casi superficial de fragmentos rocosos muy gruesos (regolita) o de la propia roca madre (contacto lítico). Esta escasa profundidad se explica tanto por la poca efectividad del clima como por el poco tiempo que han tenido los procesos edafogenéticos en desarrollar los suelos.

En general, se trata de suelos de fertilidad química baja, presenta niveles bajos de materia orgánica, bajos de nitrógeno mineral, bajos de fósforo, pero niveles medio a alto en potasio disponible y la CIC baja a muy baja.

4.1.6.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE SUELOS

Las condiciones ecológicas de la zona de estudio, de acuerdo a su disponibilidad de humedad y temperatura en el suelo, corresponde a la zona climática desértico – seco, que incluye a la zona de vida de desierto desecado – Templado cálido (dd-Tc), desierto seco – Templado cálido (ds-Tc) y desierto perárido – Templado cálido (dp-Tc), donde los suelos tienen un régimen de humedad Árido y un régimen de temperatura Térmico.

En el área de estudio se ha identificado dos órdenes de suelos; Aridisols y Entisols, cuatro subórdenes, cuatro grandes grupos y cuatro sub-grupos. Esta jerarquía de unidades de suelos, así como los nombres locales que se les asignan a los sub-grupos, se presentan en el Cuadro 4.1.6-3. En el Cuadro 4.1.6-4 se proporciona la ubicación de las calicatas que sirvieron para determinar los distintos subgrupos de suelos.

Los datos de laboratorio, perfiles modales de las calicatas, así como la galería fotográfica se presentan en los Anexos C5-1, C5-2 y C1-6.3 respectivamente. Asimismo, en el Cuadro 4.1.6-6 se resumen los datos fisicoquímicos más relevantes de los suelos identificados. Las consociaciones y asociaciones definidas a partir de los suelos identificados se indican en el Cuadro 4.1.6-5, donde

también se adjuntan datos generales de estas unidades cartográficas. Estas unidades se muestran en el Mapa de Suelos (ver Mapa 4.1-5a).

Cuadro 4.1.6-3 Unidades taxonómicas de suelos presentes en el área de estudio.

Soil Taxonomy (2010)				Nombre común de suelos
Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	
Aridisols	Calcids	Petrocalcids	Typic Petrocalcids	Colorado Toroco Antena Zorritos
	Salids	Haplosalids	Typic Haplosalids	Tres Hermanas Talud Lobera
Entisols	Psaments	Torripsaments	Typic Torripsammments	Arenal Salinas
	Orthents	Torriorthents	Lithic Torriorthents	Conchuelas

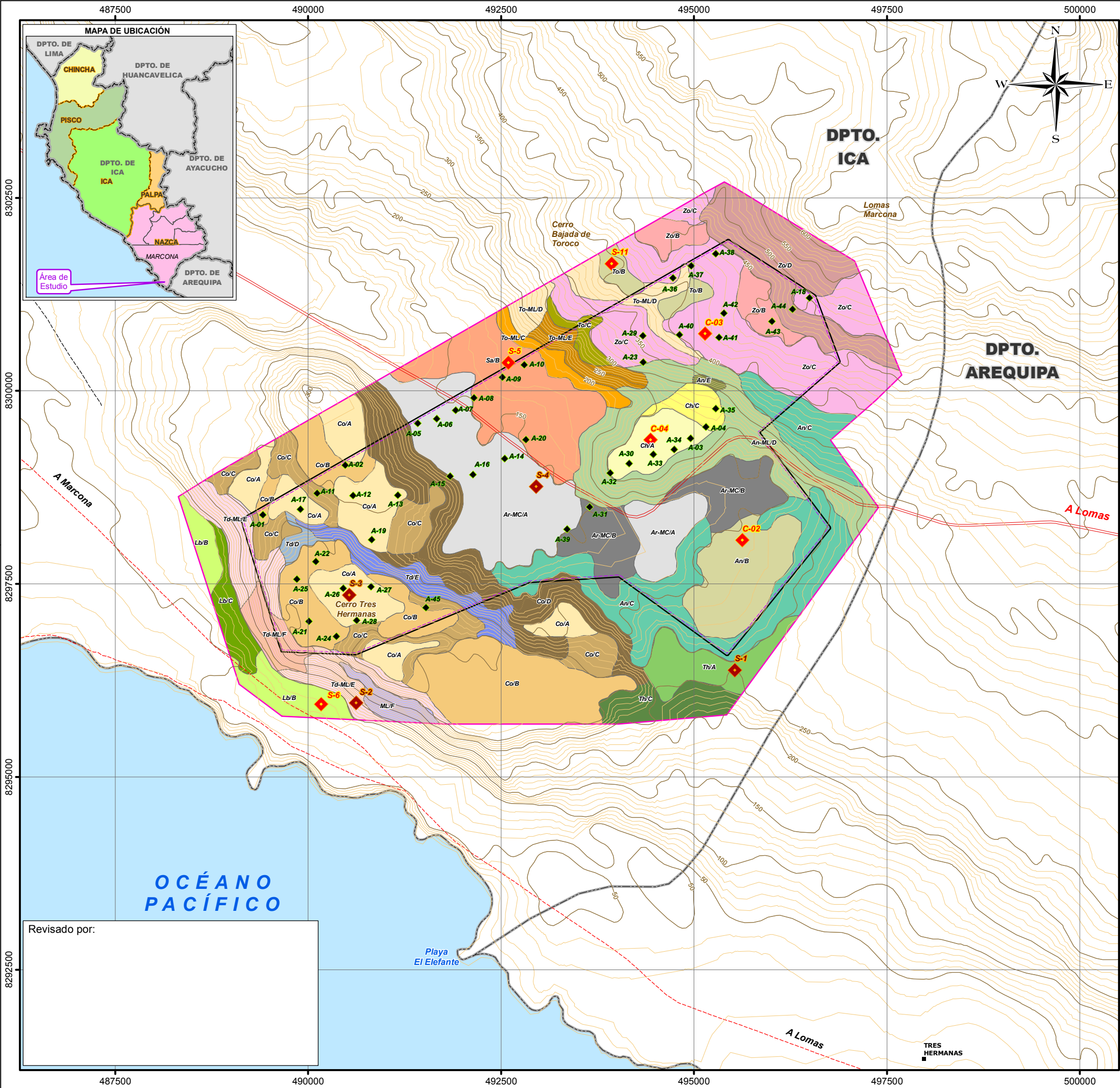
Elaborado por: Walsh Perú S.A. 2012.

Cuadro 4.1.6-4 Ubicación de calicatas de evaluación.

Calicata	Coordenadas (UTM-WGS84)		Suelos identificados
	Este	Norte	
C-02	495 627	8 298 063	Antena
C-03	495 144	8 300 739	Zorritos
C-04	494 436	8 299 363	Conchuelas
S-1*	495 527	8 296 379	Tres Hermanas
S-2*	493 944	8 295 896	Talud
S-3*	490 741	8 297 846	Colorado
S-4*	492 955	8 298 759	Arenal
S-5*	492 593	8 300 363	Salinas
S-6*	491 229	8 295 915	Lobera
S-11*	493 347	8 303 663	Toroco

Elaborado por: Walsh Perú S.A. 2012.

*Calicatas EIA Parque Eólico y Línea de Transmisión Marcona, R.D. N° 183/2011/MEM/AAE.



000093

LEYENDA DE SUELOS					
Unidades Cartográficas	Símbolo	Fases por pendiente	Proporción (%)	Superficie	
				Ha	%
Consociaciones					
Colorado	Co	Co/A	100	263.90	6.11
		Co/B		396.91	9.19
		Co/C		194.53	4.50
		Co/D		251.43	5.82
Tres Hermanas	Th	Th/A		85.37	1.98
		Th/C		68.78	1.59
Talud	Td	Td/D		14.48	0.34
		Td/E		73.53	1.70
Lobera	Lb	Lb/B		89.52	2.07
		Lb/C		46.36	1.07
Salinas	Sa	Sa/B		240.25	5.56
Toroco	To	To/B		38.18	0.88
		To/C		23.14	0.54
Antena	An	An/B		154.56	3.58
		An/C		373.95	8.65
		An/E		5.18	0.12
Zorritos	Zo	Zo/B		68.77	1.59
		Zo/C		422.33	9.77
		Zo/D		200.02	4.63
Conchuelas	Ch	Ch/A		65.67	1.52
		Ch/C		33.40	0.77
Misceláneo Lítico	ML	ML/F		32.01	0.74
Asociaciones					
Talud – Misceláneo Lítico	Td – ML	Td-ML/E	80 – 20	152.06	3.52
		Td-ML/F		47.27	1.09
Toroco – Misceláneo Lítico	To – ML	To-ML/C	70 – 30	36.41	0.84
		To-ML/D		80.04	1.85
		To-ML/E		42.59	0.99
Antena – Misceláneo Lítico	An – ML	An-ML/D	70 – 30	283.79	6.57
Arenal – Misceláneo Caliche	Ar – MC	Ar-MC/A	80 – 20	379.85	8.79
		Ar-MC/B		156.63	3.63
Total				4320.91	100.00

SIMBOLOGÍA

Curva Principal

Curva Secundaria

Vía Afirmada

Vía No Afirmada

Trocha carrozable

Límite Departamental

Área de Influencia Directa

Área de Influencia Indirecta

COMPONENTES DEL PROYECTO

Aerogeneradores

Área de Concesión

UBICACIÓN DE CALICATAS 2011

Código	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
S-5	492593	8300363
S-6	491229	8295915
S-11	493347	8303663
C-02	495627	8298063
C-03	495144	8300739
C-04	494436	8299363

Fuente : EIA, Parque Eólico y Línea de transmisión Marcona - 2011.

R.D. N° 183-2011-MEM/AEE

UBICACIÓN DE CALICATAS 2012

Código	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
S-1	495527	8296379
S-2	493944	8295896
S-3	490741	8297846
S-4	492955	8298759

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PARQUE EÓLICO TRES HERMANAS

TÍTULO :

MAPA DE SUELOS

DEPARTAMENTO: ICA

PROVINCIA: NAZCA

DISTRITO: MARCONA

PROYECCIÓN Y DATUM:

Fecha: 1984 UTM - Zona 18 Sur

Proyección: Transverso Mercator

Falso Este: 500000.000000 Meridiano Central: -75.00

Falso Norte: 1000000.000000 Latitud de Origen: 0.00

ESCALA: 1:50,000

0 0.25 0.5 1 1.5 km

CLIENTE:

PARQUE EOLICO

TRES HERMANAS S.A.C.

ELABORADO POR:

Walsh Perú S.A.

PROYECTO:

ELE1189

FECHA:

Julio 2012

PLANO:

4.1-5a

FUENTE: INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática)

IGN (Instituto Nacional Geográfico), COFOPRI (Comisión de Formalización de la Propiedad Informal)

Cuadro 4.1.6-5 Área de unidades cartográficas en el área de estudio.

Unidades Cartográficas	Símbolo	Fases por pendiente	Proporción (%)	Superficie	
				Ha	%
Consociaciones					
Colorado	Co	A	100	263.90	6.11
		B		396.91	9.19
		C		194.53	4.50
		D		251.43	5.82
Subtotal				1 106,78	25,61
Tres Hermanas	Th	A	100	85.37	1.98
		C		68.78	1.59
Subtotal				154,15	3,57
Talud	Td	D	100	14.48	0.34
		E		73.53	1.70
Subtotal				88,01	2,04
Lobera	Lb	B	100	89.52	2.07
		C		46.36	1.07
Subtotal				135,88	3,14
Salinas	Sa	B	100	240.25	5.56
Subtotal				240,25	5,56
Toroco	To	B	100	38.18	0.88
		C		23.14	0.54
Subtotal				61,32	1,42
Antena	An	B	100	154.56	3.58
		C		373.95	8.65
		E		5.18	0.12
Subtotal				533,69	12,35
Zorritos	Zo	B	100	68.77	1.59
		C		422.33	9.77
		D		200.02	4.63
Subtotal				691,12	15,99
Conchuelas	Ch	A	100	65.67	1.52
		C		33.40	0.77
Subtotal				99,07	2,29
Misceláneo Lítico	ML	F	100	32.01	0.74
Subtotal				32,01	0,74
Asociaciones					
Talud – Misceláneo Lítico	Td – ML	E	80 – 20	152.06	3.52
		F		47.27	1.09
Subtotal				199,33	4,61
Toroco – Misceláneo Lítico	To – ML	C	70 – 30	36.41	0.84
		D		80.04	1.85
		E		42.59	0.99
Subtotal				159,04	3,68
Antena – Misceláneo Lítico	An – ML	D	70 – 30	283.79	6.57
Subtotal				283,79	6,57
Arenal – Misceláneo Caliche	Ar – MC	A	80 – 20	379.85	8.79
		B		156.63	3.63
Subtotal				536,48	12,42
Total				4 320,91	100,00

Elaborado por: Walsh Perú S.A. 2012.

Cuadro 4.1.6-6 Características generales de los suelos identificados en el área de estudio.

Nombre del Suelo	Material Parental	Pendiente	Pedregosidad superficial	Profundidad efectiva (cm)	Drenaje	Fertilidad Química
Colorado	Eólico/Residual	< 25 %	Pedregosa	< 12 cm	Algo excesivo	Baja
Tres Hermanas	Eólico/Residual	< 25 %	Pedregosa	24 cm	Algo excesivo	Baja
Talud	Eólico/Coluvial fino	15-25 %	Pedregosa	22 cm	Algo excesivo	Baja
Lobera	Deposito marino	< 75 %	Libre de pedregosidad pedregoso	7 cm	Excesivo	Baja
Salinas	Aluvial	4- 8 %	Ligeramente pedregoso	>100 cm	Excesivo	Baja
Arenal	Eólico/Aluvialfino	< 8 %	Ligeramente pedregoso	>100 cm	Excesivo	Baja
Toroco	Eólico/Residual	15 - 50%	Muy pedregosa	8 cm	Excesivo	Baja
Antena	Eólico/Coluvial	4 - 50 %	Ligeramente pedregosa	< 16 cm	Algo excesivo	Baja
Zorritos	Eólico/Residual	4 - 25 %	Ligeramente pedregosa	< 28 cm	Algo excesivo	Baja
Conchuelas	Eólico/Marino	< 15 %	Ligeramente pedregosa	< 20 cm	Excesivo	Baja

Elaborado por: Walsh Perú S.A. 2012.

4.1.6.4 DESCRIPCIÓN DE CONSOCIACIONES Y ASOCIACIONES

Los suelos y unidades no edáficas identificadas en el área de estudio se encuentran formado las consociaciones y asociaciones que se describen a continuación:

CONSOCIACIONES

Suelo Colorado (Co)

Esta unidad edáfica ocupa una superficie de 1 106,78 ha y representa el 25,61% del área total de estudio, está conformada predominantemente por el suelo Colorado. Perteneciente al subgrupo **Typic Petrocalcids**, su drenaje es algo excesivo y su permeabilidad es rápida. No presenta signos de erosión hídrica ya que los procesos de erosión, laminar principalmente, están sujetos exclusivamente a la actividad eólica de la zona. El área presenta cobertura vegetal nativa muy diseminada.

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil con una secuencia de horizontes C-Ckm-R, con epipedón Ócrico (0-12 cm) de color pardo grisáceo en seco (10 YR 5/2), presentan textura gruesa (arenosa) y no presentan estructura (grano simple), su consistencia es suelta, presentan pocas raíces muy finas y secas, también se observa fragmentos gruesos como gravillas en 3%, con límite claro al horizonte Petrocálcico Ckm (12-23 cm) de color gris claro en seco (10 YR 7/2) de textura gruesa (arenosa), no presentan estructura (masiva), de consistencia muy dura, este horizonte no presenta raíces; presenta fragmentos gruesos como gravilla en 10% y grava en un 40%; este horizonte limita con un contacto lítico constituido de roca poco meteorizada del basamento.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción moderadamente básica (pH 8,52 – 8,06); la conductividad eléctrica muestra que este suelo es muy ligeramente a fuertemente salino (1,12 – 13,18 dS/m), con un nivel medio a muy alto de carbonatos libres (1,70 – 40,0 %). El nivel de materia orgánica que presenta es bajo (0,14 – 0,28%), del mismo modo el nivel de fósforo disponible también es bajo (0,8 – 1,0 ppm) y el potasio disponible varía de un nivel medio a alto (150 – 324 ppm). La capacidad de intercambio catiónico varía es muy bajo (2,40 – 2,56 cmol₍₊₎/kg de suelo), en tanto el porcentaje de saturación de bases PSB es alto (100%). Estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea baja.

Esta unidad edáfica se presenta en la fase por pendiente; plano a ligeramente inclinada (0-4%), moderadamente inclinada (4-8%), fuertemente inclinada (8-15%) y moderadamente empinada (15-25%).

Suelo Tres Hermanas (Th)

Esta unidad de suelo ocupa una superficie de 154,15 ha y representa el 3,57% del área total de estudio. Este suelo pertenece al subgrupo **Typic Haplosalids**.

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil AC-C-Cz-R, con epipedón Ócrico (AC-C) como horizonte de diagnóstico superficial (0-6-24 cm) que presenta colores que varían del amarillo a amarillo pálido en seco (2,5 Y 7/6 – 2,5 Y 7/3), textura gruesa a moderadamente gruesa (arena franca a franco arenosa), no presentan estructura (grano simple), de

consistencia suelto, presentan raíces finas y secas, se observa fragmentos gruesos como gravilla en 3%; con límite gradual al horizonte de diagnóstico subsuperficial Sálco Cz (24-46 cm) de color pardo amarillento en seco (10 YR 5/6) de textura gruesa (arena franca), no presentan estructura (masiva), de consistencia muy dura, este horizonte no presenta raíces; presenta fragmentos gruesos como gravilla en 3%; este horizonte limita con un contacto lítico constituido de un basamento arenoso friable.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción neutra a moderadamente básica (pH 7,95 – 7,99); la salinidad varía de ligeramente salino a fuertemente salino (2,84 – 15,58 dS/m), presenta carbonatos libres en el rango de bajo a alto (0,0 – 5,70 %). El nivel de materia orgánica es bajo (0,05 – 0,09%), del mismo modo el nivel de fósforo disponible también es bajo (2,0 – 0,2 ppm) y el potasio disponible se presenta en un nivel alto (656 – 1 323 ppm). La capacidad de intercambio catiónico se presenta de un nivel muy bajo a bajo (3,84 – 9,60 cmol₍₊₎/ kg de suelo), en tanto el porcentaje de saturación de bases PSB es alto (100%). Estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea baja.

Esta unidad edáfica se presenta en la fase por pendiente plana a ligeramente inclinada (0-4%) y fuertemente inclinada (8-15%).

Suelo Talud (Td)

Esta unidad edáfica ocupa una superficie de 88.01 ha y representa el 2.04 % del área total de estudio. Perteneciente al subgrupo **Typic Haplosalids**.

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil AC-Cz-Czm-R, con epipedón Ócrico (AC-Cz) como horizonte de diagnóstico superficial (0-8-22 cm) que presentan colores que varían del gris amarillento claro a pardo grisáceo en seco (2,5 Y 6/2 – 2,5 Y 5/2), textura gruesa (arenosa), no presentan estructura (grano simple), de consistencia suelto, presentan comunes raíces finas y secas, se observa fragmentos gruesos como gravilla en 5%; con límite claro al horizonte de diagnóstico subsuperficial Sálco Cz (22-64 cm) de color amarillo pálido en húmedo (5 Y 8/2) de textura gruesa (arena franca), no presentan estructura (masiva), de consistencia muy dura, este horizonte no presenta raíces; presenta fragmentos gruesos como gravilla en 3%; este horizonte limita con un contacto lítico constituido de un basamento friable.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción moderadamente básica (pH 7,82 – 8,07); la conductividad eléctrica muestra que este suelo es fuertemente salino (8,90 – 18,53 dS/m), presenta carbonatos libres en el rango de bajo a alto (0,0 – 14,80 %). El nivel de materia orgánica es bajo (0,14 – 0,23%), el nivel de fósforo disponible también es bajo (4,0 – 1,6 ppm) y el potasio disponible se presenta en un nivel alto (253 – 323 ppm). La capacidad de intercambio catiónico se presenta en niveles bajos (2,88 – 3,20 cmol₍₊₎/ kg de suelo), en tanto el porcentaje de saturación de bases PSB es alto (100%). Estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea baja.

Esta unidad edáfica se presenta en la fase por pendiente; moderadamente empinada (15-25%) y empinada (25-50%).

Suelo Lobera (Lb)

Esta unidad ocupa una superficie de 135,88 ha y representa el 3,14% del área total de estudio. Este pertenece al subgrupo **Typic Haplosalids**.

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil Cz-Czm1-Czm2-R, con epipedón Ócrico como único horizonte de diagnóstico (0-7 cm) de color pardo amarillento en seco (10 YR 5/4), presentan textura moderadamente gruesa (franco arenosa) y no presentan estructura (masivo), su consistencia es suelta y no presenta raíces, presentan fragmentos gruesos como gravillas en 3%, con límite gradual al horizonte de diagnóstico subsuperficial Sáfico Czm1-Czm2 (7-16-52 cm) que presentan colores que varían del pardo pálido a pardo en seco (10 YR 6/3 – 10 YR 5/3), textura gruesa (arenosa), no presentan estructura (grano simple), de consistencia duro, no presenta raíces, presenta fragmentos gruesos como gravilla en 10% y grava en un 30%; estos horizontes limitan con un contacto paralítico constituido por abundante cantidad de material grueso cementado por sales. Las partículas primarias del suelo se encuentran agregadas y cementadas por matriz salina conglomerando ligeramente los fragmentos gruesos del perfil.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción ligeramente básica (pH 7,52 – 7,59); la conductividad eléctrica muestra que este suelo es fuertemente salino (27.40 – 17.20 dS/m), presenta carbonatos libres en niveles bajos (1,20 – 2,30 %). El nivel de materia orgánica es bajo (0,16 – 0,11%), el nivel de fósforo disponible también es bajo (0,7 – 1,2 ppm) y el potasio disponible se presenta en un nivel alto (364 – 728 ppm). La capacidad de intercambio catiónico se presenta en niveles bajos a muy bajos (6,72 – 3,52 cmol₍₊₎/ kg de suelo), en tanto el porcentaje de saturación de bases PSB es alto (100%). Estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea baja.

Esta unidad edáfica se presenta en la fase por pendiente; moderadamente inclinada (4-8%) y fuertemente inclinada (8-15%).

Suelo Salinas (Sa)

Esta unidad edáfica ocupa una superficie de 240,25 ha y representa el 5,56% del área total de estudio, Este suelo pertenece al subgrupo **Typic Torripsaments**.

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil C-C2-C3, con epipedón Ócrico como único horizonte de diagnóstico (0-10 cm) de color pardo claro en seco (7,5 YR 6/4), presentan textura gruesa (arena franca) y no presentan estructura (grano simple), su consistencia es suelta y no presentan raíces, presenta fragmentos gruesos como gravillas y gravas en 15%, con límite gradual a los horizontes C2-C3 (10-24-120 cm respectivamente) que presentan colores que varían del gris rosáceo a pardo claro en seco (10 YR 6/2 – 10 YR 6/3), textura gruesa (arenosa), no presenta estructura (grano simple), de consistencia suelta, no presenta raíces, presentan fragmentos gruesos como gravilla en 5% como promedio; se puede notar además la presencia de concreciones finas de arena con matriz salina en aproximadamente 10% del último horizonte (C3).

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción moderadamente básica a (pH 7,90 – 8,15); la conductividad eléctrica muestra que este suelo varía de fuertemente a moderadamente salino (12,63 – 6,64 dS/m), los carbonatos libres se encuentran en niveles bajos a altos (7,60 – 0,80 %). El nivel de materia orgánica es bajo (0,14 – 0,02%), del mismo modo el nivel

de fósforo disponible también es bajo (0,9 – 1,5 ppm) y el potasio disponible se presenta en un nivel alto (341 – 244 ppm). La capacidad de intercambio catiónico se presenta de un nivel bajo (4,48 – 2,56 cmol₍₊₎/ kg de suelo) debido a la baja cantidad de coloides orgánicos y de la fracción arcilla principalmente; en tanto el porcentaje de saturación de bases PSB es alto (100%). Estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea baja.

Esta unidad edáfica se presenta en la fase por pendiente; moderadamente inclinada (4-8%).

Suelo Toroco (To)

Esta unidad ocupa una superficie de 61,32 ha y representa el 1,42% del área total de estudio, este suelo pertenece al subgrupo **Typic Petrocalcids**.

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil AC-Ckm-R, con epipedón Ócrico (0-8 cm) de color pardo en seco (10 YR 5/3), presentan textura gruesa (arenosa) y no presentan estructura (grano simple), su consistencia es suave y presentan raíces muy finas y secas, presentan fragmentos gruesos como gravillas en 10%, con límite gradual al horizonte de diagnóstico subsuperficial Petrocálcico Ckm (8-44 cm) de color blanco en seco (7,5 YR 8/1) de textura moderadamente gruesa (franco arenosa), no presenta estructura (masiva), de consistencia dura, presentan pocas raíces muy finas, presentan fragmentos gruesos como gravilla en 5% y grava en un 10%; este horizonte subsuperficial limita con un contacto paralítico constituido por clastos de roca meteorizada del basamento.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción ligeramente básica a fuertemente básica (pH 7,80 – 8,58); la conductividad eléctrica muestra que este suelo es muy ligeramente salino (0,22 – 1,87 dS/m), además presenta un nivel bajo a muy alto de carbonatos libres (0,0 – 40,90 %). El nivel de materia orgánica que presenta es bajo (0,18 – 0,37%), del mismo modo el nivel de fósforo disponible también es bajo (1,7 – 2,5 ppm) y el potasio disponible se encuentra en un nivel medio a bajo (123 - 69 ppm). La capacidad de intercambio catiónico se presenta de un nivel muy bajo (4,16 – 3.68 cmol₍₊₎/ kg de suelo) y el nivel del porcentaje de saturación de bases PSB es alto (100%). Estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea baja.

Esta unidad edáfica se presenta en la fase por pendiente; moderadamente inclinada (4-8%) y fuertemente inclinada (8-15%).

Suelo Antena (An)

Esta unidad edáfica ocupa una superficie de 533.69 ha y representa el 12,35% del área total de estudio, este suelo pertenece al subgrupo **Typic Petrocalcids**.

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil con una secuencia de horizontes C-C2-Cmr, con epipedón Ócrico como horizonte superficial (0-6 cm) de color pardo grisáceo en seco (10 YR 5/2), presentan textura gruesa (arenosa) y no presentan estructura (grano simple), su consistencia es suelta y presentan escasas raíces finas secas, presenta fragmentos gruesos como gravillas en 5%, con límite gradual al horizonte C2 (6-16 cm) que presentan color gris rosáceo en seco (10 YR 6/2), textura gruesa (arena franca), no presentan estructura (grano simple), de consistencia ligeramente dura, presentan escasas raíces finas secas, presentan fragmentos gruesos como gravilla en 5% como promedio; con límite gradual al horizonte

Cmr (16-60 cm) que presenta color blanco rosáceo en seco (7.5 YR 8/2), textura gruesa (franco arenosa), no presenta estructura (masivo), de consistencia suave, no presenta raíces, presenta fragmentos gruesos como gravilla y gravas en 50% del horizonte.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción moderadamente básica a ligeramente básica (pH 8,07 – 7,69); la conductividad eléctrica muestra que este suelo varía de muy ligeramente salino a fuertemente salino (0,35 – 8,83 dS/m), los carbonatos libres se encuentran en niveles bajos a muy altos (0,60 – 30,10 %). El nivel de materia orgánica es bajo (0,18 – 0,05%), el nivel de fósforo disponible varía de niveles bajo a altos (1,1 – 17,1 ppm) y el potasio disponible se presenta en un nivel medio a alto (159 – 1 212 ppm). La capacidad de intercambio catiónico se presenta de un nivel muy bajo a bajo (2,81 – 7,52 cmol₍₊₎/ kg de suelo) debido a la baja cantidad de coloides orgánicos y de la fracción arcilla principalmente; en tanto el porcentaje de saturación de bases PSB es alto (100%). Estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea baja.

Esta unidad edáfica se presenta en la fase por pendiente; moderadamente inclinada (4-8%), fuertemente inclinada (8-15%) y empinada (25-50%).

Suelo Zorritos (Zo)

Esta unidad ocupa una superficie de 691,12 ha y representa el 15,99% del área total de estudio, este suelo pertenece al subgrupo **Typic Petrocalcids**.

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil con una secuencia de horizontes C-C2-Cm-Cm2, con epipedón Ócrico C-C2 como horizonte superficial (0-6-28 cm) de color gris rosáceo a pardo grisáceo en seco (10 YR 6/2 – 10YR5/3), presentan textura gruesa (arenosa) y no presentan estructura (grano simple), su consistencia es suelta a suave y presentan escasas raíces finas secas, presentan fragmentos gruesos como gravillas en 7%, con límite claro a los horizontes Cm-Cm2 (28-70 cm) que presentan suelo de color pardo a pardo pálido en seco (7,5 YR 5/3 – 7,5 YR8/2), textura gruesa (arenosa), no presentan estructura (masivo), de consistencia muy dura, no presentan raíces, presentan fragmentos gruesos como gravilla en 2% como promedio.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción ligeramente básica (pH 7,86 – 8,76); la conductividad eléctrica muestra que este suelo varía de muy ligeramente salino a fuertemente salino (0,21 – 8,53 dS/m), los carbonatos libres se encuentran en niveles bajos a muy altos (0,00 – 8,70 %). El nivel de materia orgánica es bajo (0,07 – 0,18%), el nivel de fósforo disponible es bajo (7,1 – 1,9 ppm) y el potasio disponible se presenta en un nivel medio a alto (203 – 638 ppm). La capacidad de intercambio catiónico se presenta de un nivel muy bajo a bajo (3,20 – 6,72 cmol₍₊₎/ kg de suelo) debido a la baja cantidad de coloides orgánicos y de la fracción arcilla principalmente; en tanto el porcentaje de saturación de bases PSB es alto (100%). Estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea baja.

Esta unidad edáfica se presenta en la fase por pendiente; moderadamente inclinada (4-8%), fuertemente inclinada (8-15%) y moderadamente empinada (15-25%).

Suelo Conchuelas (Ch)

Esta unidad edáfica ocupa una superficie de 99,07 ha y representa el 2,29% del área total de estudio, este suelo pertenece al subgrupo **Lithic Torriorthents**.

Las características edáficas de esta unidad de suelo están expresadas en un perfil con una secuencia de horizontes C-CR-CPL, con epipedón Ócrico como único horizonte de diagnóstico (0-5 cm) de color pardo grisáceo en seco (10 YR 5/2), presenta textura gruesa (arenosa) y no presenta estructura (grano simple), su consistencia es suelta y no presenta raíces, presenta fragmentos gruesos como gravillas en 15%, con límite claro al horizonte C2 (5-70 cm) que presenta color pardo muy pálido en seco (10 YR 8/2), textura gruesa (arena franca), no presentan estructura (grano simple), de consistencia suelta, no presentan raíces, presentan fragmentos gruesos como gravilla y conchuelas en más del 50% como promedio.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción ligeramente básica (pH 7,86 – 8,04); la conductividad eléctrica muestra que este suelo varía de ligeramente salino a moderadamente salino (2,12 – 5,19 dS/m), los carbonatos libres se encuentran en niveles medios a muy altos (4,60 – 77,80 %). El nivel de materia orgánica es bajo (0,05%), el nivel de fósforo disponible es bajo (6,0 – 3,3 ppm) y el potasio disponible se presenta en un nivel medio (202 – 133 ppm). La capacidad de intercambio catiónico se presenta de un nivel muy bajo (2,88 – 2,56 cmol₍₊₎/ kg de suelo) debido a la baja cantidad de coloides orgánicos y de la fracción arcilla principalmente; en tanto el porcentaje de saturación de bases PSB es alto (100%). Estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea baja.

Esta unidad edáfica se presenta en la fase por pendiente; plana a ligeramente inclinada (0-4%) y fuertemente inclinada (8-15%).

Misceláneo Lítico (ML)

Esta unidad edáfica ocupa una superficie de 32,01ha y representa el 0,74% del área total de estudio, es una unidad particularmente no edáfica. En la zona corresponden a taludes y piedemontes que presentan afloramientos rocosos, son suelos muy superficiales (menos de 5 cm). Esta constituida básicamente por afloramiento lítico del basamento intrusivo que caracteriza la geología de esta zona de estudio. Esta unidad edáfica se presenta en la fase por pendiente; muy empinada (50-75 %).

ASOCIACIONES

Suelo Talud – Misceláneo Lítico (Td-ML)

Esta unidad ocupa una *superficie* de 199,33 ha y representa el 4,61% *del* área total de estudio, está conformada predominantemente por la unidad edáfica Talud y la unidad no edáfica Misceláneo Lítico en una proporción 80-20 % respectivamente. En el mapa de suelos esta asociación se encuentra cartografiada en sus fases por pendiente empinada (25-50%) y muy empinada (50-75%). Las características edáficas de ambas unidades se han descrito anteriormente.

Suelo Toroco – Misceláneo Lítico (To-ML)

Esta unidad ocupa una superficie de 159.04 ha y representa el 3,68% del área total de estudio, está conformada predominantemente por la unidad edáfica Toroco y la unidad no edáfica Misceláneo Lítico en una proporción 70-30 % respectivamente. En el mapa de suelos esta asociación se encuentra cartografiada en sus fases por pendiente fuertemente inclinada (8-15%), moderadamente empinada (15-25%) y empinada (25-50%). Las características edáficas de ambas unidades se han descrito anteriormente.

Suelo Antena – Misceláneo Lítico (An-ML)

Esta unidad ocupa una superficie de 283,79 ha y representa el 6,57% del área total de estudio, está conformada predominantemente por la unidad edáfica Antena y la unidad no edáfica Misceláneo Lítico en una proporción 70-30 % respectivamente. En el mapa de suelos esta asociación se encuentra cartografiada en sus fases por pendiente; moderadamente empinada (15-25%). Las características edáficas de ambas unidades se han descrito anteriormente.

Suelo Arenal – Misceláneo Caliche (Ar-MC)

Esta unidad ocupa una superficie de 536,48 ha y representa el 12,42% del área total de estudio, está conformada predominantemente por la unidad edáfica Arenal y la unidad no edáfica Misceláneo Caliche en una proporción 80 - 20 % respectivamente. En el mapa de suelos esta asociación se encuentra cartografiada en sus fases por pendiente; plana a ligeramente inclinada (0-4 %), moderadamente inclinada (4-8%).

Suelo Arenal (Ar)

Este suelo pertenece al subgrupo **Typic Torripsaments**. Sus características edáficas están expresadas en un perfil C-C2-C3, con epipedón Ócrico como único horizonte de diagnóstico (0-6 cm) de color gris parduzco claro en seco (10 YR 6/2), presentan textura gruesa (arenosa) y no presentan estructura (grano simple), su consistencia es suelta y presentan pocas raíces muy finas y secas, presentan fragmentos gruesos como gravillas en 5%, con límite gradual a los horizontes C2-C3 (6-52-120 cm respectivamente) que presentan colores que varían del pardo muy pálido a amarillo pálido claro en seco (10 YR 7/4 – 2,5 Y 7/3), textura gruesa (arenosa), no presentan estructura (grano simple), de consistencia suelta, no presentan raíces, presentan fragmentos gruesos como gravilla en 10% como promedio.

Las características químicas del perfil están dadas por una reacción fuertemente básica a (pH 7,82 – 8,07); la conductividad eléctrica muestra que este suelo es muy ligeramente salino (0.74 – 1.87 dS/m), los carbonatos libres se encuentran en niveles bajos (1.0 – 0.50 %). El nivel de materia orgánica es bajo (0,11 – 0,02%), del mismo modo el nivel de fósforo disponible también es bajo (0,5 – 0,2 ppm) y el potasio disponible se presenta en un nivel medio (178 – 117 ppm). La capacidad de intercambio catiónico se presenta en un nivel bajo (2,40 – 1.92 cmol₍₊₎/ kg de suelo) debido a la baja cantidad de coloides orgánicos y de la fracción arcilla principalmente; en tanto el porcentaje de saturación de bases PSB es alto (100%). Estas características determinan que la fertilidad natural del suelo sea baja.

Misceláneo Caliche (MC)

Constituido por afloramientos cementados orientados horizontalmente en forma foliada, la naturaleza salina de determinadas áreas de esta unidad cartográfica y los cambios en la humedad del perfil del suelo en determinadas épocas provocan el encostramiento y cementación de capas del suelo de las superficies más elevadas, pudiéndose presentar este fenómeno dentro o fuera del perfil, para esta unidad miscelánea solo se ha considerado áreas con exposición superficial del encostramiento.

4.1.6.5 CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS

En el área de estudio se ha identificado tres grupos de capacidad de uso mayor: Tierras aptas para cultivos en limpio (A), Tierras aptas para cultivos permanente (C) y Tierras de protección (X). Adicionalmente, para adaptar la descripción al nivel de detalle de la evaluación, se ha incluido en la subcategoría; una unidad dentro de las tierras aptas para cultivo en limpio, una unidad en tierras aptas para cultivos permanentes y tres en tierras de protección. En el Cuadro 4.1.6-7 se presenta la lista de estas unidades, ordenadas jerárquicamente y relacionadas con los suelos identificados.

Cuadro 4.1.6-7 Unidades de capacidad de uso mayor de tierras

Grupos	Clase	Subclase	Unidades cartográficas incluidas	Símbolo suelos	Fase por pendiente
Tierras aptas para cultivos en limpio (A)	Baja (A3)	A3sew(r)	Arenal	Ar	A, B
Tierras aptas para cultivos permanentes (C)	Baja (C3)	C3swl(r)	Salinas	Sa	B
Tierras de protección (X)	Xs		Colorado	Co	A, B, C
			Tres Hermanas	Th	A, C
			Lobera	Lb	B, C
			Toroco	To	B, C
			Antena	An	B, C
			Zorritos	Zo	B, C
			Conchuelas	Ch	A, C
	Xse		Colorado	Co	D
			Talud	Td	D, E, F
			Toroco	To	C, D, E
			Antena	An	D, E
			Zorritos	Zo	D
	X*		Misceláneo Lítico	ML	D, F
			Misceláneo Caliche	MC	A, B

Elaborado por: Walsh Perú S.A. 2012.

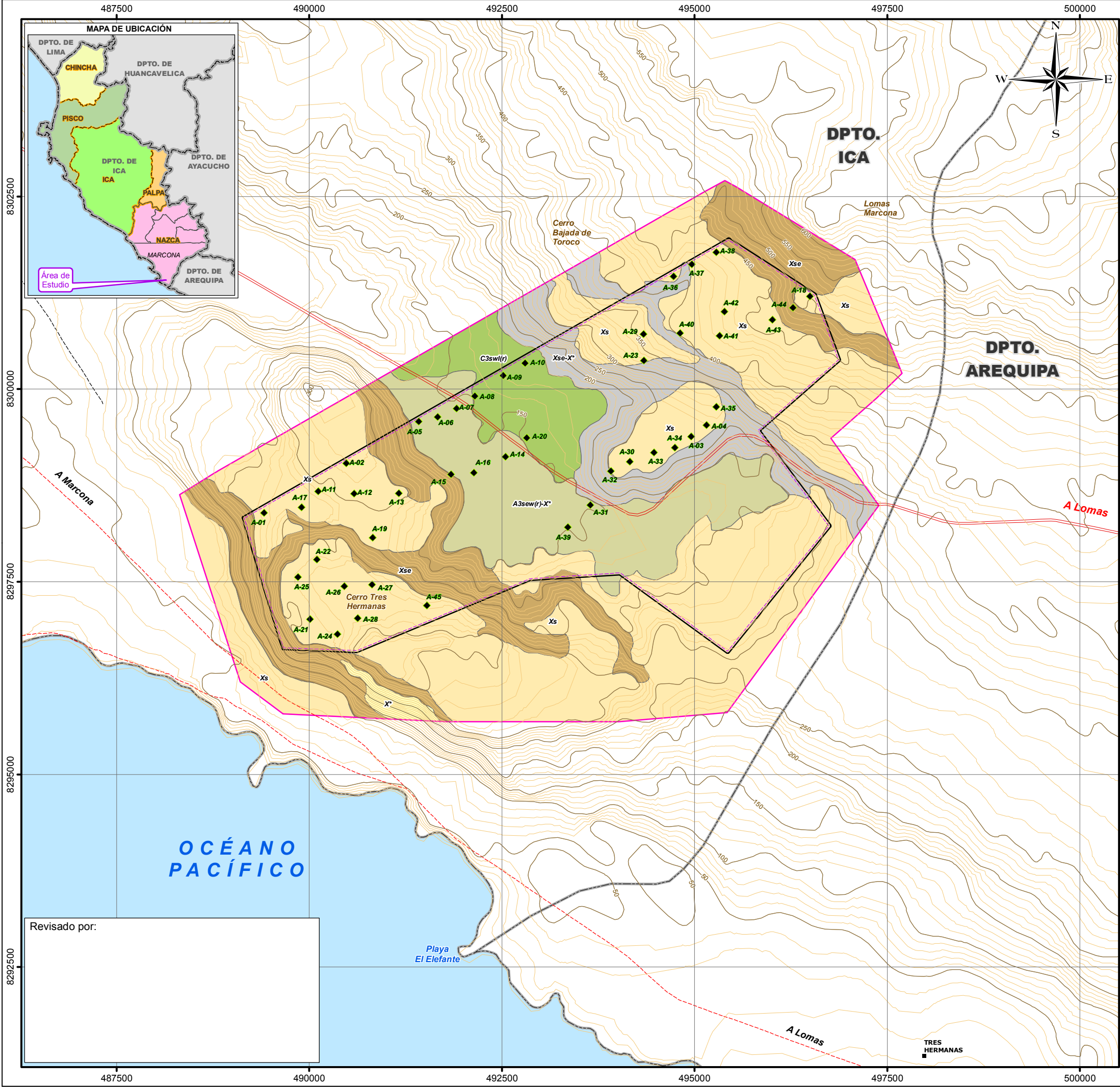
4.1.6.5.1 Unidades de capacidad de uso mayor de la tierra

Con fines cartográficos, las unidades de capacidad de uso mayor de tierras se han organizado en simples y agrupadas, siguiendo el criterio utilizado para representar cartográficamente los suelos. Estas unidades cartográficas y sus características generales se presentan en el Cuadro 4.1.6-8. En base a ellas se elaboró el Mapa de capacidad de uso mayor de tierras (Mapa 4.1-5b).

Cuadro 4.1.6-8 Unidades de capacidad de uso mayor identificadas

Subclase	Descripción	Proporción (%)	Superficie	
			Ha	%
Simples				
C3swl(r)	Tierras aptas para cultivos permanentes, de calidad agroológica baja , con limitaciones por suelo (profundidad efectiva, textura gruesa y fertilidad baja), drenaje y alta salinidad. Requieren riego.	100	240.23	5.56
Xs	Tierras de protección con limitaciones por suelo (pedregosidad superficial y profundidad efectiva del suelo).		2 325.34	53.82
Xse	Tierras de protección con limitaciones por suelo (profundidad efectiva del suelo) y pendiente.		738.67	17.10
X*	Tierras de protección por ausencia de suelos (pedregosidad y afloramiento rocoso en pendiente muy empinada).		32.03	0.74
Agrupadas				
A3sew(r) – X*	Asociación de tierras aptas para cultivos en limpio, de calidad agroológica baja, con limitación por suelo (profundidad efectiva, textura gruesa y fertilidad baja), topografía (microrelieve y pendiente corta) y drenaje excesivo, requiere riego. Asociado a tierras de protección con presencia de encostramiento salino dentro y fuera del perfil del suelo.	80 – 20	536.48	12.42
Xse – X*	Tierras de protección con limitación por características del suelo; Asociado a tierras de protección por ausencia de suelos y/o afloramiento lítico.	70 - 30	448.15	10.37
Total			4 32.91	100.00

Elaborado por: Walsh Perú S.A. 2012.



LEYENDA DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA				
Subclase	Descripción	Proporción (%)	Superficie	
			Ha	%
Simples				
C3swl(r)	Tierras aptas para cultivos permanentes, de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo (profundidad efectiva, textura gruesa y fertilidad baja), drenaje y salinidad. Requieren riego.	100	240.23	5.56
Xs	Tierras de protección con limitaciones por suelo (pedregosidad superficial y profundidad efectiva del suelo).		2325.35	53.81
Xse	Tierras de protección con limitaciones por suelo (profundidad efectiva del suelo) y pendiente.		738.67	17.10
X*	Tierras de protección por ausencia de suelos (pedregosidad y afloramiento rocoso en pendiente muy empinada).		32.03	0.74

Agrupadas				
A3sew(r)-X*	Asociación de tierras aptas para cultivos en limpio, de calidad agrológica baja, con limitación por suelo (profundidad efectiva, textura gruesa y fertilidad baja), topografía (microrelieve y pendiente corta) y drenaje excesivo, requiere riego. Asociado a tierras de protección con presencia de encostramiento salino dentro y fuera del perfil del suelo.	80 - 20	536.48	12.42
Xse-X*	Tierras de protección con limitación por características del suelo; Asociado a tierras de protección por ausencia de suelos y/o afloramiento lítico.	70 - 30	448.15	10.37
Total			4320.91	100.00

GRUPO DE CAPACIDAD DE USO MAYOR	
Símbolo	Descripción
A	Tierras aptas para cultivo en limpio
C	Tierras aptas para cultivos permanentes
X	Tierras de protección

SUB CLASES DE CAPACIDAD DE USO MAYOR	
Símbolo	Descripción
s	Limitación por suelo
l	Limitación por sanidad
e	Limitación por riesgo de erosión
w	Limitación por mal drenaje
(r)	Necesidad de riego

CLASES DE CAPACIDAD DE USO MAYOR	
Símbolo	Descripción
3	Calidad agrológica baja

SIMBOLOGÍA

Curva Principal

Curva Secundaria

Vía Afirmada

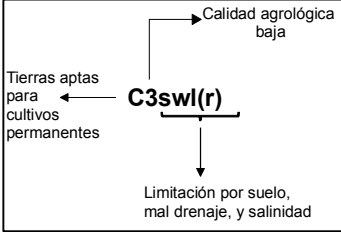
Vía No Afirmada

Trocha carrozable

Límite Departamental

Área de Influencia Directa

Área de Influencia Indirecta



COMPONENTES DEL PROYECTO

Aerogeneradores

Área de Concesión

Revisado por:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PARQUE EÓLICO TRES HERMANAS

TÍTULO:

MAPA DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS

DEPARTAMENTO: ICA

PROYECCIÓN Y DATUM:
Datum: WGS 1984 UTM - Zona 18 Sur
Proyección: Transversa Mercator
Falso Este: 500000.000000 Meridiano Central: -75.00
Falso Norte: 1000000.000000 Latitud de Origen: 0.00

PROYECTO: **ELE1189**

FECHA: **Julio 2012**

CLIENTE: **PARQUE EOLICO TRES HERMANAS S.A.C.**

MAPA: **4.1-5b**

ELABORADO POR: **Walsh Perú S.A.**
Ingenieros y Científicos Consultores

FUENTE: INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática)
IGN (Instituto Nacional Geográfico), COFOPRI (Comisión de Formalización de la Propiedad Informal)

4.1.6.5.2 Descripción de los grupos de capacidad de uso mayor del área de estudio

En el área de estudio, se reconocen tres grupos de capacidad de uso mayor; Tierras aptas para cultivos en limpio (A), Tierras aptas para cultivos permanentes (C) y Tierras de protección (X).

Tierras aptas para cultivos en limpio (A)

Reúne a las tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas apropiadas para la producción de cultivos en limpio a condición que se apliquen remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo. Estas tierras, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea cultivos permanentes, pastos, producción forestal o protección.

Dentro de este grupo se reconoció en el área una clase de capacidad de uso mayor: Calidad agrológica baja (A3). A su vez, dentro de esta clase se identificó una subclase de capacidad de uso mayor: A3sew(r). Esta unidad es descrita con detalle más adelante.

Tierras aptas para cultivos permanentes (C)

Son aquellas tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas apropiadas para la producción de cultivos permanentes (arbustivos o frutales permanentes) a condición que se apliquen remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo. Estas tierras, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea, para pastos, producción forestal o protección.

Dentro de este grupo se reconoció en el área una clase de capacidad de uso mayor: Calidad agrológica baja (C3). A su vez, dentro de esta clase se identificó tres subclases de capacidad de uso mayor: C3swl(r). Estas unidades se describen con detalle más adelante.

Tierras de protección (X)

Este grupo de tierras no presenta clases de capacidad de uso mayor, debido a las severas limitaciones de orden edáfico, climático o geomorfológico que presentan los suelos, que no permiten su aprovechamiento sostenible para cultivos en limpio, cultivos permanentes, pastos ni explotación forestal. Las limitaciones que presentan los suelos en el área de estudio se deben básicamente a la escasa profundidad efectiva y a la elevada salinidad, y en menor medida a los altos contenidos de fragmentos gruesos en el perfil y sobre la superficie y a la fuerte pendiente. Dentro de este grupo también se incluyen las unidades misceláneas, no edáficas.

Si bien el reglamento no determina la identificación de clases ni subclases dentro de este grupo de tierras, con fines de explicación se han utilizado los tipos de limitación que definen las subclases de capacidad de uso mayor (y su respectiva nomenclatura) para diferenciar unidades de tierra dentro de este grupo. De esta manera, se han definido seis unidades de tierras de protección.

Estas unidades de tierras de protección han sido agrupadas en consociaciones y asociaciones, siguiendo el mismo criterio que se utilizó para la definición de unidades cartográficas de suelos.

A continuación se describe cada una de estas unidades

4.1.6.5.3 Descripción de las unidades de capacidad de uso mayor del área de estudio

Las unidades de capacidad de uso mayor de la tierra, se encuentran a nivel de subgrupo que se describen a continuación:

SIMPLES

Unidad C3swl(r)

Esta unidad ocupa una superficie de 240,23 ha y representa el 5,567% del área total de estudio, está conformada por la unidad edáfica Salinas en su fase por pendiente B, que presenta suelos profundos, de textura gruesa, de permeabilidad muy rápida, de drenaje excesivo y relieve ligeramente ondulado. El uso de estas tierras requiere de la aplicación racional enmiendas principalmente del tipo orgánico para incrementar la capacidad retentiva de humedad y además disminuir el drenaje excesivo. También requiere la aplicación de fertilizantes de bajo índice salino que contengan nitrógeno y fósforo, los cuales deben de aplicarse en forma balanceada y según los requerimientos del cultivo, así como la necesidad obligatoria de aplicar riego, especialmente riego tecnificado que permita controlar la dosificaciones de fertilizantes vía sistema.

Unidad Xs

Esta unidad es la que ocupa la mayor superficie; es decir 2 325,34 ha y representa el 53,82% del área total de estudio, está conformada por las unidades edáficas Colorado en sus fases A, B y C; Tres Hermanas y Conchuelas en sus fases por pendiente A y C; Lobera, Toroco, Antena y Zorritos en sus fases por pendiente B y C. Presenta suelos superficiales, de textura moderadamente gruesa a gruesa (arena franca, arenosa y franco arenosa), de permeabilidad rápida, y drenaje bueno a excesivo.

Las limitaciones de mayor importancia están referidas a la escasa profundidad efectiva por tener un contacto lítico y/o paralítico entre 25 y 50 cm y pedregosidad superficial y en el perfil, lo cual impide el crecimiento de las raíces.

Unidad Xse

Esta unidad ocupa una superficie de 738,67 ha y representa el 17,10% del área total de estudio, está conformada por las unidades edáficas Colorado y Zorritos en sus fases por pendiente D; la unidad edáfica Talud y Toroco en sus fases por pendiente C, D, E; la unidad Antena en su fase por pendiente D y E.

Las limitaciones de mayor importancia están referidas a las características del suelo (s): suelos muy superficiales a superficiales por tener un contacto lítico o paralítico a menos de 50 cm, lo cual impide el crecimiento de las raíces.

Unidad X*

Esta unidad ocupa una superficie de 32,03 ha y representa el 0,74% del área total de estudio, esta unidad representa cartográficamente a los Misceláneos Lítico y Misceláneo Caliche, constituidos, el primero, por afloramientos líticos del basamento intrusivo y alta pedregosidad superficial producto de la meteorización de la roca madre; también lo constituyen escarpes rocosos de fuerte pendiente

que aparecen en los flancos del cerro Tres Hermanas con dirección Oeste. En el caso de Misceláneo Caliche, se encuentra únicamente asociado a Tierras para cultivo en limpio de calidad agrologica baja con restricciones por suelo, microrelieve y drenaje (A3sew), más adelante se describirá.

AGRUPADAS

Unidad A3sew(r) – Unidad X*

Esta unidad ocupa una superficie de 536,48 ha y representa el 12,42% del área total de estudio, estas tierras la conforman la unidad A3sew(r) y la unidad X*, en proporciones 80 – 20 % respectivamente. En el primer caso corresponde al suelo Arenal en su fase por pendiente A y B; y en el segundo a la unidad no edáfica Misceláneo Caliche. Esta asociación se distribuye de modo disperso e intrincado, se encuentra distribuido en paisajes de lomadas con cobertura eólica y fondos eólicos lo suficientemente amplios y planos. Las características de sus componentes han sido descritas anteriormente.

Unidad Xse – Unidad X*

Esta unidad ocupa una superficie de 448,15 ha y representa el 10,37% del área total de estudio, estas tierras la conforman la unidad Xse y la unidad X*, en proporciones 70 – 30 % respectivamente. En el primer caso corresponde a la asociación suelo Toroco – Misceláneo Lítico en su fase por pendiente D; la unidad edáfica Antena en su fase E. Esta asociación de tierras se distribuye de modo indiferenciado e intrincado, se encuentra distribuido en paisajes de escarpes mayores y laderas con cobertura eólica. Las características de sus componentes han sido descritas anteriormente.

4.1.5 GEOMORFOLOGÍA

Para la elaboración del presente capítulo se tomó de manera referencial la información de geomorfología, presentada en el EIA Parque Eólico Marcona y línea de transmisión aprobado en junio del 2011, mediante Resolución Directoral N° 183-2011-MEM/AAE.

En este capítulo se describe las diferentes formas relieve del área de influencia del proyecto así como los procesos geodinámicos que modelan y crean nuevas formas o características del terreno donde se ubicarán los aerogeneradores.

Las unidades descritas en el capítulo así como los procesos erosivos están representadas en el Mapa Geomorfológico (Mapa 4.1-4).

4.1.5.1 MORFOGÉNESIS

El área de influencia del proyecto está emplazada sobre la denominada cordillera de la costa, aunque el relieve existente no corresponde propiamente a una cordillera. Se trata más bien de una amplia plataforma submarina emergida durante el Neógeno Superior como resultado de la dinámica cortical que acortó la corteza continental sudamericana, dinámica a la que está asociada también la orogenia andina. Esta plataforma está entallada en rocas precámbricas (ígneas y metamórficas) que constituyeron originalmente una primitiva cordillera (de allí su denominación), sumergida durante el Paleozoico – Mesozoico, y vuelta a emerger a finales del Cenozoico.

No obstante, esta plataforma submarina no emergió en bloque sino más bien como resultado de sucesivos y relativamente continuos empujes que ocurrieron desde finales del Plioceno y continúan hasta la actualidad. Estos empujes no fueron homogéneos en cuanto a intensidad y estuvieron por lo general asociados a procesos de fallamiento. Los episodios menos intensos generaron sucesivas emersiones de segmentos de la plataforma submarina, dando lugar al relieve de terrazas marinas escalonadas que caracteriza actualmente el relieve de la región. Los episodios más intensos son responsables de la formación de estructuras horst/graben como el que dio origen a la depresión que separa los cerros Tres Hermanas y Bajada de Toroco (Este de San Juan de Marcona); en este caso, los cerros constituyen horst tectónicos en tanto que la depresión es un graben tectónico.

Este proceso de emersión tuvo frecuentes hiatos en el que ocurrieron eventos regresivos. Estos últimos favorecieron el retorno del mar a las áreas más deprimidas, con la consiguiente deposición de sedimentos marinos. Por ejemplo, la sedimentación marina rellenó parcialmente la depresión tectónica citada en el párrafo anterior, desarrollándose lo que se conoce como la formación Pisco.

Por otro lado, en tiempos recientes (Pleistoceno – Holoceno), eventos lluviosos extraordinarios ocasionaron una apreciable actividad erosiva que desnaturalizó los numerosos escarpes verticales que separaban las terrazas marinas emergidas rellenando también los espacios comprendidos entre escarpes sucesivos, favoreciendo la formación de relieves tipo rampa hoy dominantes en la región. Finalmente, procesos eólicos y coluviales han ido rellenando y recubriendo los escarpes mayores, suavizando aún más el relieve y proporcionándole su configuración actual.

4.1.5.2 FISIOGRAFÍA

En esta sección se describen las unidades del relieve (fisiográficas) presentes en el área de estudio. Para esta descripción se utilizó como referencia la metodología del CIAF (Villota, 1992); en tal

sentido, las unidades fisiográficas reconocidas en el área se organizaron de modo jerarquizado en gran paisajes, paisajes y subpaisajes, dependiendo de la escala de evaluación.

El Cuadro 4.1.5-1 presenta la organización jerárquica de las unidades fisiográficas identificadas que luego son descritas con detalle.

Cuadro 4.1.5-1 Unidades fisiográficas identificadas en el área de estudio

Gran paisaje	Paisaje	Subpaisaje	Pendientes	Superficie	
				Ha	%
Llanura estructural con cobertura eólica entallada en rocas metamórficas e ígneas de edad precámbrica	Terrazas marinas escalonadas	Planicies llanas	0 - 4%	103,97	2,41
		Planicies llanas a ligeramente inclinadas	0 - 8%	1 003,48	23,22
		Planicies ligeramente inclinadas	4 - 8%	1 073,83	24,85
		Planicies inclinadas y escarpes menores	4 - 25%	1 478,49	34,22
		Escarpes mayores	25 - 75%	661,14	15,30
Total				4 320,91	100,00

Elaborado por: Walsh Perú S.A. 2012

4.1.5.2.1 Llanura estructural con cobertura eólica entallada en rocas metamórficas e ígneas de edad precámbrica

Toda el área de estudio se encuentra sobre relieves que corresponden a este gran paisaje. Se trata de una gran plataforma submarina emergida en tiempos plio-pleistocénicos como resultado de sucesivos empujes de origen tectónico que configuraron un relieve de terrazas superpuestas y depresiones estructurales. Sedimentación de origen marino, aluvial, coluvial y eólico niveló parcialmente la superficie de esta plataforma otorgándole un aspecto más uniforme (llanura). Sin embargo, persisten al interior accidentes notables, entre los que destacan los escarpes de terraza, de dimensiones diversas, los conos y taludes coluvio-aluviales asentados sobre los escarpes mayores y lomadas afectadas por grados variables de disección.

Esta llanura se extiende entre el nivel del mar y los 850 msnm, elevándose por lo general hacia el norte y hacia el este, constituyendo así una especie de rampa. Se encuentra inmersa en un ambiente climático desértico donde el único proceso morfodinámico significativo es el eólico. Dentro de este gran paisaje se han identificado al paisaje: *terrazas marinas escalonadas*.

Terrazas marinas escalonadas

Este paisaje es predominante en el área de estudio, el cerro Tres Hermanas aparece como una especie de edificio escalonado, por la presencia de varias terrazas marinas superpuestas que se elevan en conjunto entre 250 y 300 metros sobre las planicies bajas adyacentes. Sin embargo, existe una marcada diferencia entre el flanco norte y el flanco sur de este cerro: mientras que el flanco norte presenta un claro escalonamiento y desciende con relativa suavidad hacia la depresión estructural (como quedó indicado al caracterizar esta última unidad), el flanco sur desciende abruptamente hacia la planicie litoral.

Este flanco sur constituye en realidad un único y elevado escarpe de casi 300 metros, en su mayor parte recubierto por un elevado y potente talud de derrubios sobre los cuales se superponen algunos conos aluviales de formación relativamente reciente. La casi totalidad de los escarpes están cubiertos por gruesos depósitos de material coluvio-aluvial y eólico, recubriendo este último casi todo el cerro debido a la intensa actividad morfodinámica de los vientos en esta zona.

Hacia el lado del cerro Bajada de Toroco, forma parte de una extensa plataforma constituida por terrazas marinas más amplias pero también escalonadas. A grandes rasgos constituye una extensa planicie ondulada con cierta inclinación hacia el mar. Más detalladamente se puede observar que los escarpes de las terrazas marinas han sido fuertemente erosionados, perdiendo en muchos casos su fisonomía original y apareciendo como lomadas afectadas por moderados o elevados niveles de disección producto de escorrentías pasadas. Esta erosión ha sido acompañada por procesos de deposición coluvial, aluvial y eólica que, en conjunto, han terminado por nivelar la mayor parte de los escarpes y otros relieves rocosos que constituían las superficies originales de las plataformas submarinas. Como resultado, se puede describir el relieve de este sector como una alternancia de planicies muy uniformes con otras más inclinadas, onduladas.

Dentro de este paisaje se distinguen los siguientes subpaisajes: *planicies llanas, planicies llanas a ligeramente inclinadas, planicies ligeramente inclinadas, planicies inclinadas y escarpes menores, escarpes mayores.*

4.1.5.3 PROCESOS EROSIVOS

En la actualidad se perciben tres procesos en curso cotidiano: los procesos eólicos y los procesos gravitatorios. No obstante, en una escala temporal mayor (de cientos de años) también ocurre procesos de origen hídrico (escorrentía difusa y concentrada), como corresponde a un medio desértico. A continuación se caracterizan estos procesos:

4.1.5.3.1 Procesos eólicos

Los procesos eólicos actúan en toda el área de estudio, favorecidos por el constante accionar de los vientos alisios que soplan desde el mar con cierta oblicuidad con respecto al litoral. Sin embargo, dado que los relieves ganan con cierta rapidez altitud hacia el interior, los vientos pierden fuerza a medida que se adentran en esa dirección.

Dunas longitudinales: este proceso geodinámico se presenta en casi toda el área de estudio, donde los vientos alisios actúan con mayor intensidad, en especial en la zona donde se localizarán los aerogeneradores y en áreas circundantes. Se caracterizan por presentar forma alargada; con longitudes (menores 60 m) y altitudes variadas (menores a 3 m), en dirección al viento predominante. En el resto del área de estudio el viento no tiene capacidad de formar dunas y solo transporta cantidades menores de arena y limos.

4.1.5.3.2 Procesos gravitatorios

Estos procesos son comunes en los escarpes de terraza y taludes existentes. Para que ocurran, previamente el basamento rocoso debe encontrarse fuertemente intemperizado, lo cual es la norma en el área de estudio debido a la acción de agentes como la humedad, la presencia de sales y las fuertes temperaturas diurnas.

Escarpe de terraza marina menor: se distribuyen en toda el área de estudio pero principalmente en la zona Cerro Tres Hermanas, gran parte de estos escarpes está recubierto por material suelto transportado por el viento, el cual tiende a caer y formar conos y taludes de derrubios al pie de los escarpes, sobre todo si son lo suficientemente elevados.

Conos aluviales: esta forma de modelado se localiza principalmente al sur del Cerro Tres Hermanas y muy localizado al noreste del área de estudio. Tiene origen hídrico y se manifestaron a

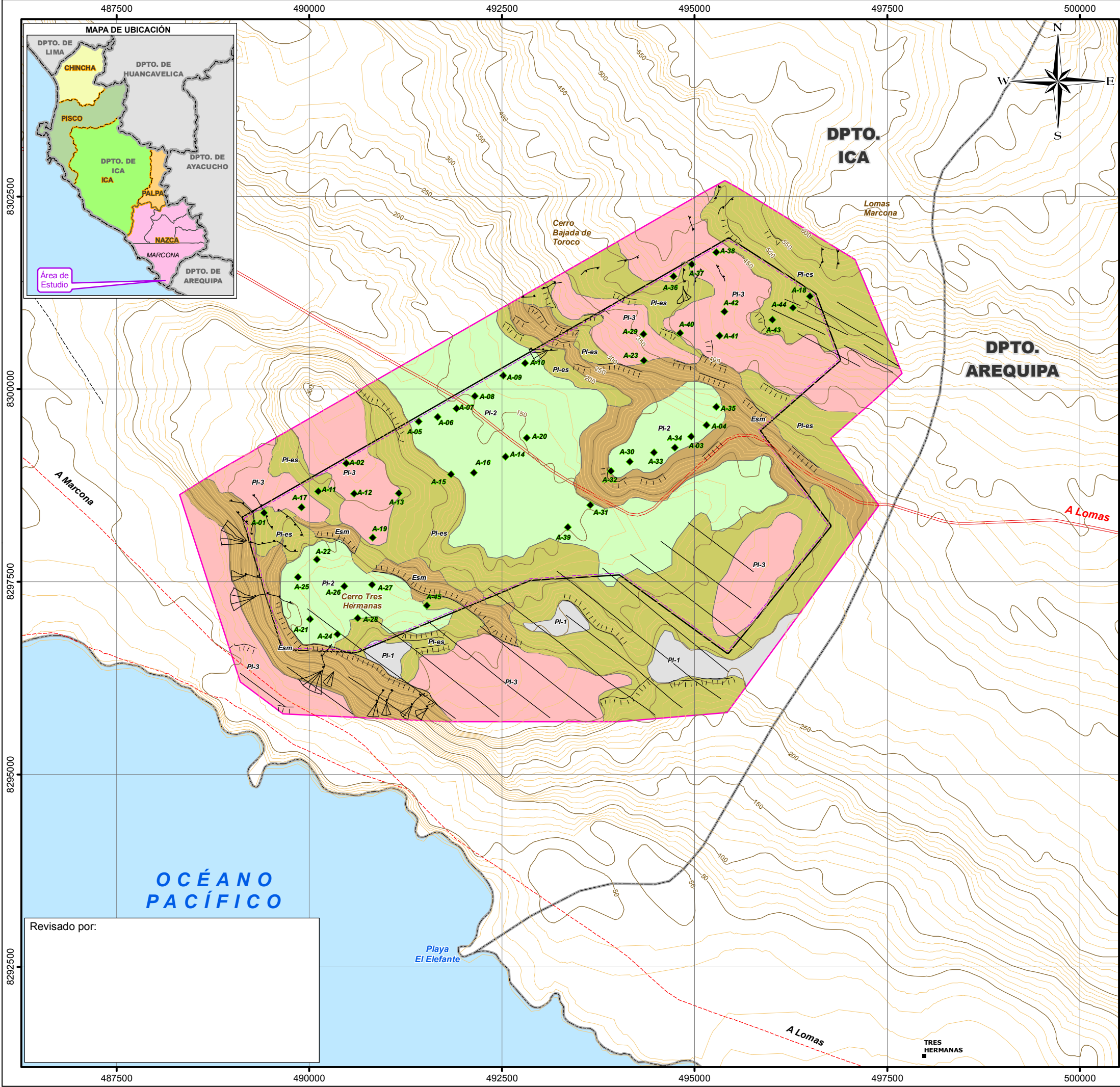
finales del cenozoico, producto de las grandes cargas de sedimentos, siendo depositados en las laderas de escarpes.

4.1.5.3.3 Procesos de origen hídrico

Estos procesos ocurren de manera muy esporádica en la escala temporal humana, por lo que su acción tiende a considerarse poco relevantes, a continuación se describe cada una de ellas.

Disecciones: estas se manifiestan principalmente al suroeste del área de estudio y de manera muy particular en las laderas del cerro Bajada de Toroco, su acción tiende a considerarse insignificante. Sin embargo, dada la ausencia de vegetación, las tormentas extraordinarias que ocurren en este ambiente desértico pueden generar importante escurrimiento.

Conos aluviales: esta forma de modelado se localiza principalmente al sur del Cerro Tres Hermanas. Tiene origen hídrico, los cuales se manifestaron a finales del cenozoico; producto de las grandes cargas de sedimentos, siendo depositados en las laderas de escarpes.



LEYENDA DE GEOMORFOLOGÍA						
Gran paisaje	Paisaje	Sub-paisaje	Pendiente	Símbolo	Superficie	
					Ha	%
Llanura estructural con cobertura eólica entallada en rocas metamórficas e ígneas de edad precámbrica	Terrazas marinas escalonadas	Planicies llanas	0 - 4%	<div>PI-1</div>	103.97	2.41
		Planicies llanas a ligeramente inclinadas	0 - 8%	<div>PI-2</div>	1003.48	23.22
		Planicies ligeramente inclinadas	4 - 8%	<div>PI-3</div>	1073.83	24.85
		Planicies inclinadas y escarpes	4 - 25%	<div>PI-es</div>	1478.49	34.22
		Escarpes mayores	25 - 75%	<div>Esm</div>	661.14	15.30
Total					4320.91	100.00

Procesos Geomorfológicos	
	Escarpe de terraza marina menor
	Disecciones
	Conos Aluviales
	Dunas Longitudinales

SIMBOLOGÍA	
Curva Principal	
Curva Secundaria	
Vía Afirmada	
Vía No Afirmada	
Trocha carrozable	
Límite Departamental	
Área de Influencia Directa	
Área de Influencia Indirecta	

COMPONENTES DEL PROYECTO	
Aerogeneradores	
Área de Concesión	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARQUE EÓLICO TRES HERMANAS

TÍTULO :

MAPA GEOMORFOLÓGICO

DEPARTAMENTO: ICA

PROVINCIA: NAZCA

DISTRITO: MARCONA

PROYECCIÓN Y DATUM:
Datum: WGS 1984 UTM - Zona 18 Sur
Proyección: Transverso Mercator
Falso Este: 500000.000000 Meridiano Central: -75.00
Falso Norte: 1000000.000000 Latitud de Origen: 0.00

Escala: 1:50,000
0 0.25 0.5 1 1.5 km

ELABORADO POR:

Ingenieros y Científicos Consultores

CLIENTE:
PARQUE EOLICO
TRES HERMANAS S.A.C.

FECHA:
Julio 2012

PLANO:
4.1-4

FUENTE: INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática)
IGN (Instituto Nacional Geográfico), COFOPRI (Comisión de Formalización de la Propiedad Informal)

4.1.4 GEOLOGÍA Y SISMICIDAD

4.1.4.1 GENERALIDADES

Para la elaboración del presente capítulo se ha tomado de manera referencial la información de geología y sismicidad, presentada en el Estudio de Impacto Ambiental del Parque Eólico Marcona y línea de transmisión, aprobado en junio del 2011 mediante Resolución Directoral N° 183-2011-MEM/AAE”.

El presente capítulo evalúa los aspectos geológicos y sísmicos del área de estudio donde se instalarán los aerogeneradores. La evaluación incluye, primero, una descripción litológica de las unidades rocosas que afloran superficialmente sintetizadas en su respectiva columna estratigráfica, las cuales van desde el Precambriano hasta el Cuaternario Pleistoceno; luego, se describen los aspectos estructurales, es decir la presencia de fallas, entre otros elementos similares; en tercer lugar se evalúa la geología histórica, presentada como marco explicativo de los rasgos estratigráficos y estructurales presentes; además, se presenta un análisis de la sismicidad, caracterizando el peligro sísmico del área de estudio; finalmente se presenta un análisis de mecánica de suelos de la zona donde se emplazarán los aerogeneradores.

Para el desarrollo de este capítulo se realizó una visita de campo en enero del 2012, complementado con la revisión del Cuadrángulo de San Juan, hoja 31-m (INGEMMET, 1998).

4.1.4.2 ESTRATIGRAFÍA

La cronoestratigrafía de la geología local del área de estudio muestra las formaciones en las que sobreyace desde la formación más antigua a la reciente; está constituida por rocas metamórficas regionales del Complejo Basal de la Costa (Precambrianas), metasedimentarias de la formación San Juan (Precambriano Superior - Paleozoico Inferior), sedimentarias de la formación Pisco (Terciario Superior) y los depósitos Cuaternarios de origen aluvial, residual y eólicos-residuales, estos últimos cubriendo en algunos lugares a las rocas intrusivas del Batolito de San Nicolás (Paleozoico Inferior).

En el Cuadro 4.1.4-1 se presenta la Columna estratigráfica regional y en el Mapa Geológico (Mapa 4.1-3) su representación cartográfica.

Cuadro 4.1.4-1 Columna cronoestratigráfica

Era	Sistema	Serie	Formación geológica	Descripción litológica	Rocas intrusivas
CENOZOICO	CUATERNARIO	PLEISTOCENO	Depósitos Aluviales (Qp - al)	Acumulaciones de cantos, gravas y arenas, englobadas en matriz arenolimsa; semiconsolidados; cubiertos localmente por depósitos de naturaleza eólica.	
	TERCIARIO	MIOCENO	Formación Pisco (Ts - Pl)	Areniscas conglomerádicas, tonalidades amarillentas, con arcillas bentoníticas y cenizas volcánicas, abundantes fósiles, microfósiles y vetillas de yeso, coquinas.	

Era	Sistema	Serie	Formación geológica	Descripción litológica	Rocas intrusivas
PROTEROZOICO	PRECAMBRIANO SUPERIOR	Paleozoico inferior	Formación San Juan (PE - sj)	Metasedimentos de origen calcáreo y lutáceo, transformado a esquistos de bajo grado térmico, mármoles calcáreos, dolomíticos de grano fino, blanco amarillentos y zonas granitizadas.	Batolito de San Nicolás
	PRECAMBRIANO		Complejo Basal de La Costa (PE -gr / PE - gn)	Rocas metamórficas conformados por esquistos micáceos, gneis, geisses de granitos y granodioritas, atravesados por una serie de diques sintectónicos y post-tectónicos de andesitas a básicos. Conocido como Complejo Lomas, se correlaciona con el Cratón brasileño.	Adamelita S.N. : adsn Granodiorita S.N. : gdsn Diorita S.N. : disn

Elaborado por: Walsh Perú S.A. 2012.

4.1.4.2.1 Rocas sedimentarias

Formación San Juan (PE-sj)

Esta formación está constituida por metasedimentos principalmente de origen calcáreo y lutáceo, transformada a esquistos de bajo grado por metamorfismo térmico. Estos esquistos calcáreos de tonos grises y rosados claros con superficies lustrosas presentan en muchos casos mármoles dolomíticos de grano fino, blanco amarillentos que se encuentran intensamente fracturados por la tectónica del área. También se encuentran en esta formación algunas zonas granitizadas.

Esta unidad se presenta al Sureste y Noroeste del Cerro Tres Hermanas donde se reconoce un sector con inclinación de sus metasedimentos de 50° SE.

La formación San Juan se estima tenga una potencia regional de 3 000 metros, es única por su naturaleza y posición, infrayace regionalmente a la formación Marcona y está intruida por el Batolito de San Nicolás, por el cual su edad es Precambriana Superior - Paleozoico Inferior, posiblemente Ordoviciana.

Formación Pisco (Ts-pi)

Esta formación está constituida por secuencias sedimentarias consolidadas, compuesta en su sección inferior por areniscas conglomerádicas de grano grueso con tonalidades amarillentas, en bancos anchos y horizontes conchíferos bastante triturados por el oleaje, con arcillas laminadas y interestratificadas, con bentonita y abundante ceniza volcánica y yeso; en su sección media y superior por areniscas limolíticas, limolitas, areniscas de grano fino con alternancia de areniscas tufáceas, concreciones de areniscas silíceas, tufos y cenizas retrabajadas, caracterizadas por ser livianas y frágiles, con tonalidades gris claro a gris blanquecino ligeramente anaranjado, presenta asimismo abundantes fósiles y microfósiles como foraminíferos, gasterópodos, braquiópodos y lamelibranquios.

Esta unidad se presenta al Noreste y Este del macizo Cerro Tres Hermanas, presenta como característica general una estratificación subhorizontal, ligeramente onduladas y con numerosas vetillas de yeso; en el área de San Juan tiene un espesor cercano a 500 metros y su edad corresponde al Mioceno del Terciario Superior.

Depósitos aluviales (Qp-al)

Los depósitos aluviales, ocurren en forma muy localizada; en el lecho de quebradas antiguas, estos depósitos están constituidos por mezclas de gravas con arenas, generalmente con cantos subredondeados a angulosos y matriz areno - limosa, lentes de arena sucias, lodolitas y materiales tufáceos; se hallan en estado suelto a ligeramente consolidados, de naturaleza heterogénea y heterométrica. Estos depósitos pertenecen al Pleistoceno. Se presentan asimismo esporádicos depósitos eólicos (transportados por el viento) en el área de estudio que por ser muy locales no han sido cartografiados.

4.1.4.2.2 Rocas metamórficas

Complejo basal de la Costa (PE-gr / PE-gn)

Este conjunto metamórfico de amplia extensión regional está conformada litológicamente por; esquistos micáceos, gneis, granitos gnéisicos, paragneis y migmatitas. Los esquistos ocupa aéreas marginales y constituyen la fase más joven del metamorfismo regional; sus tonos varían de gris verdoso oscuro a negruzco. Los gneis son principalmente graníticos (PE- gr) de tinte gris y rosáceo con granos u ojos de cuarzo y ortosa - microclina pertitizada, dentro de una matriz cuarzo feldespática de grano fino.

Este complejo en su composición también tiene granodiorita (PE- gn); plagioclasas y ortosa, en forma de bandas de tonalidades claras alternadas con segregaciones oscuras de minerales máficos. Estos se presentan atravesados por una serie de diques sintectónicos y postectónicos principalmente de composición andesítica a básica.

Estas rocas principalmente los granitos gnéisicos, se presentan en la zona meridional y central del área de estudio, con algunas inclusiones en la zona de litoral; en el afloramiento conocido como Cerro Tres Hermanas, Lomas de Marcona y Punta Colorada. Donde se han reconocido foliaciones de 35 - 80° y junturas con inclinaciones mayores a 50°. También se localiza en el Cerro Bajada de Toroco con foliaciones de 50 - 70° y algunas junturas con inclinaciones mayores a 45°.

Este basamento cristalino, es conocido también como Complejo Lomas, representa la unidad más antigua que ocurre en el área de San Juan de Marcona, se le correlaciona con las rocas del Cratón brasileño y su edad es asignada al Precámbrico.

4.1.4.3 TECTÓNICA

El área de estudio y su entorno ha sido moderadamente deformada por la tectónica; estas deformaciones corresponden a fallamientos cuyos alineamientos tienen orientación andina. Todas estas principales fallas están acompañadas por diaclasas, fracturas cuyas orientaciones no son preferenciales, de igual modo sus espaciamentos, persistencias y rellenos son muy variables.

Se estima que las unidades geológicas han sido afectadas por estos fallamientos; estas estructuras se encuentran hacia el sur de la península San Juan, cercanas a las ensenadas Chiquerio y Colorado (Tres Hermanas), principalmente son fallas del tipo gravitacional, tal como los dos fallamiento subparalelos con rumbo promedio de N 45° W y de aproximadamente 12 km de traza, afectando al basamento cristalino (PE-gr/PE-gn), los metasedimentos (PE-sj) y a las rocas sedimentarias Terciarias (Ts-pi).

Asimismo existen dos probables estructuras en loma Marcona, los rumbos de estas discontinuidades son de Noroeste a Sureste, que afectan principalmente a las rocas sedimentarias Terciarias (Ts-pi); la posibilidad de que algunas de las depresiones alineadas coincidan con otras estructuras o fallas locales, no se descarta, en todo caso las trazas de estas discontinuidades están cubiertas por los depósitos de cobertura. Ninguna de estas estructuras presenta algunos indicios de reactivación.

En general las principales estructuras presentan alineamiento andino y las tensionales son del sistema EW - NW - SE; las rocas intrusivas paleozoicas afloran muy fracturadas a regularmente fracturadas, con diferentes sistemas de dirección y las rocas sedimentarias del Terciario tienen estratificación ligeramente ondulada a subhorizontal.

El tectonismo regional en el área de San Juan de Marcona, está representado principalmente por los plegamientos de las rocas mesozoicas, el Domo de Marcona, probablemente relacionado al desarrollo de la Deflexión de Abancay y la Dorsal de Nazca, y los típicos fallamientos en bloques.

4.1.4.4 GEOLOGÍA ECONÓMICA

El área de estudio, no reviste mayor importancia en cuanto a la prospección por yacimientos metálicos o no metálicos, sin embargo existen algunas manifestaciones en algunos niveles de marmolización en los metasedimentos de la formación San Juan, que en general en el área de San Juan – Marcona existen canteras de este tipo no metálico como Bella Esperanza, Piedra Santa y junto al faro de San Juan.

4.1.4.5 SISMICIDAD

El Perú se localiza entre las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la Tierra, es considerado una zona de alta actividad sísmica, principalmente por encontrarse dentro del Cinturón Circumpacífico o Cinturón de Fuego del Pacífico, que conforma una de las zonas sísmicas más activas del mundo y por la subducción de la placa de Nazca debajo de la placa Sudamericana, cuyo índice de convergencia entre ambas placas es de unos 10 cm por año aproximadamente.

Es así que el área de interés está afectada por una sismicidad de elevada intensidad debido a su proximidad a la zona de colisión entre las placas mencionadas anteriormente.

La placa de Nazca entra en subducción bajo la placa Sudamericana a una profundidad de 650 a 700 km. Esta información ha permitido describir algunas características necesarias para la delineación de las fuentes generadoras de sismos.

4.1.4.5.1 Sismicidad histórica

La actividad sísmica ocurrida en el pasado, y de la cual se registra los datos más importantes y principales, es esencial para la estimación de la amenaza sísmica; su análisis permite valorar la periodicidad de ocurrencia de sismos de magnitud elevada y localizar las zonas de mayor potencial sísmico.

Del análisis histórico, se tiene registros de la ocurrencia de 25 sismos con magnitudes mayores o iguales a siete en la escala de Richter (magnitud IX en la escala modificada de Mercalli). Mientras

que cuatro de estos sismos superaron la magnitud 8 en la escala de Richter (X en la escala modificada de Mercalli).

El Cuadro 4.1.4-2, muestra un resumen de los movimientos telúricos más importantes registrados.

Cuadro 4.1.4-2 Sismos más importantes registrados en los últimos 500 años en el suroeste peruano.

Año	Epicentro	Magnitud (Richter)	Intensidad (Mercalli)	Pérdidas humanas
1582	Cerca de Arequipa	sd	X	350
1604	Cerca de Arequipa	sd	VIII	40
1664	Cerca de Ica	sd	X	300
1813	Cerca de Ica	sd	VII	32
1868	Cerca de Moquegua	8.5	X	sd
1942	Cerca de Ica (Nazca)	8.2	IX	30
1996	Cerca de Ica (Nazca)	7.7	VIII	17
2001	Costas de Arequipa	8.4	sd	100
2007	Cerca de Ica (Pisco)	7.9	VIII	500

Elaborado por: Walsh Perú S.A. 2012.

Los sismos generan fenómenos geológicos como los ocurridos en Nazca, de fecha 12 de Noviembre de 1996, donde se produjo un levantamiento del Puerto San Nicolás (Marcona, Ica), por el descenso del nivel del mar de aproximadamente 0.70 m, generándose agrietamientos, fisuramientos, y asentamientos diferenciales en varios sitios, incluyendo la explanada del rompeolas.

4.1.4.5.2 Marco sismotectónico

Al suroeste, el Perú está localizado sobre la placa Sudamericana, sobreimpuesta a la placa de Nazca. En esta región esta última placa viene subduciendo activamente bajo la primera placa con un ángulo de 30° y una velocidad de 110 mm/año. La zona de subducción entre ambas placas, que se desarrolla bajo el borde occidental del continente sudamericano, ha sido la fuente de algunos de los mayores sismos mundiales, como el reciente sismo de Concepción (Chile), de 8.3° en la escala de Richter. Pero sismos de gran intensidad también se producen dentro de las placas, preferentemente en las proximidades a la zona de subducción. El ejemplo más destacado es el devastador sismo que afectó el centro-oeste del Perú en 1970 (7.4° en la escala de Richter), generado en una falla dentro de la placa Sudamericana.

La región sudoccidental del Perú se divide en cinco provincias sismotectónicas: Zona de subducción, Cordillera de la Costa, Pampas costaneras, Zona de transición entre las pampas y el altiplano.

Se describe las tres primeras por estar relacionadas al marco sismotectónico del área de interés:

- Zona de subducción. Situada en el encuentro entre las placas de Nazca y Sudamericana, buza hacia el este con un ángulo de 25 – 35°, situándose debajo de las otras provincias. Se asocia a esta zona la mayoría de sismos producidos en esta parte del país.

- Cordillera de la Costa. Esta provincia, constituida por macizos paleozoicos regularmente disectadas, se extiende desde algunas zonas del litoral hasta unos 20 – 25 km tierra adentro. La tectónica está representado por fallas en bloques principalmente gravitacionales de rumbo andino.
- Pampas costaneras. Esta provincia está constituida por la llanura costera situada entre la cordillera de la Costa y de los Andes. En el área de estudio se presenta también entre el litoral y la cordillera de la Costa. Constituida por el basamento cristalino Precámbrico y sedimentos terciarios. Se encuentra en una cuenca intraarco terciaria donde los sedimentos terciarios depositados están plegados suavemente con rumbo nor-noroeste – sur-sureste. El fallamiento es menor, con desplazamientos de pocas decenas de metros. Las fallas generalmente paralelas y subparalelas a los márgenes de la cuenca tienen un rumbo noroeste, exhibiendo desplazamientos normales.

4.1.4.5.3 Fuentes sísmicas

Las fuentes sísmicas que afectan el área de estudio son:

- La zona de subducción. Correspondiente a la provincia sismotectónica homónima. En esta zona se han registrado, en el suroeste del Perú, durante los últimos 500 años, cinco sismos de magnitud superior a 8 Mw (magnitud momento). Consecuentemente, estos sismos han tenido una longitud de ruptura de 150 – 500 km. En base a las fechas de ocurrencia de estos sismos, se estima un tiempo de retorno de sismos de estas magnitudes de aproximadamente 100 años.
- Las fallas corticales. Al sur de Ica se han registrado desde 1471 numerosos sismos originados posiblemente a estas fallas regionales, cuyas magnitudes se estiman entre 6 y 6,5 Mw (magnitud momento).

Castillo y Alva (1993) han determinado la existencia de 20 fuentes sísmicas en el territorio peruano (Cuadro 4.1.4-3). De estas, son relevantes las fuentes F3, F4, F5, F8, y F16, localizadas en el centro occidental y sur del país. Las fuentes F3, F4 y F5 corresponden a la zona de subducción denominada superficial (0 – 70 km), la fuentes F16 corresponden a la zona de subducción denominada intermedia (70 – 300 km) y la fuente F8 corresponde a las fallas corticales (sismicidad continental).

Cuadro 4.1.4-3 Parámetros sismológicos de las fuentes sismogénicas.

Fuente	Mmin	Mmax	TASA	BETA	Profundidad (km)
F1	4,8	8,1	1,49	2,51	50
F2	4,8	7,9	3,28	2,60	40
F3	4,8	8,0	6,43	3,14	30,60
F4	4,8	8,2	3,79	3,24	40,60
F5	4,8	8,2	3,95	2,82	60
F6	4,9	7,4	0,44	2,67	50
F7	4,9	7,4	0,17	3,57	40
F8	4,9	7,0	0,19	2,42	65
F9	4,9	7,5	0,88	3,30	60
F10	4,9	7,3	0,71	2,57	50
F11	4,9	7,1	3,60	3,55	40,60
F12	4,9	7,1	0,75	4,55	50
F13	4,9	6,9	0,18	2,52	100
F14	4,9	6,5	0,86	4,75	100
F15	4,9	7,2	1,64	2,69	100

Fuente	Mmin	Mmax	TASA	BETA	Profundidad (km)
F16	4,9	7,2	3,09	3,76	115
F17	4,9	7,5	12,82	3,69	90,125,160
F18	4,9	7,5	2,43	2,29	110,180
F19	4,9	7,0	2,87	3,33	120,160
F20	4,9	7,5	0,75	1,69	610

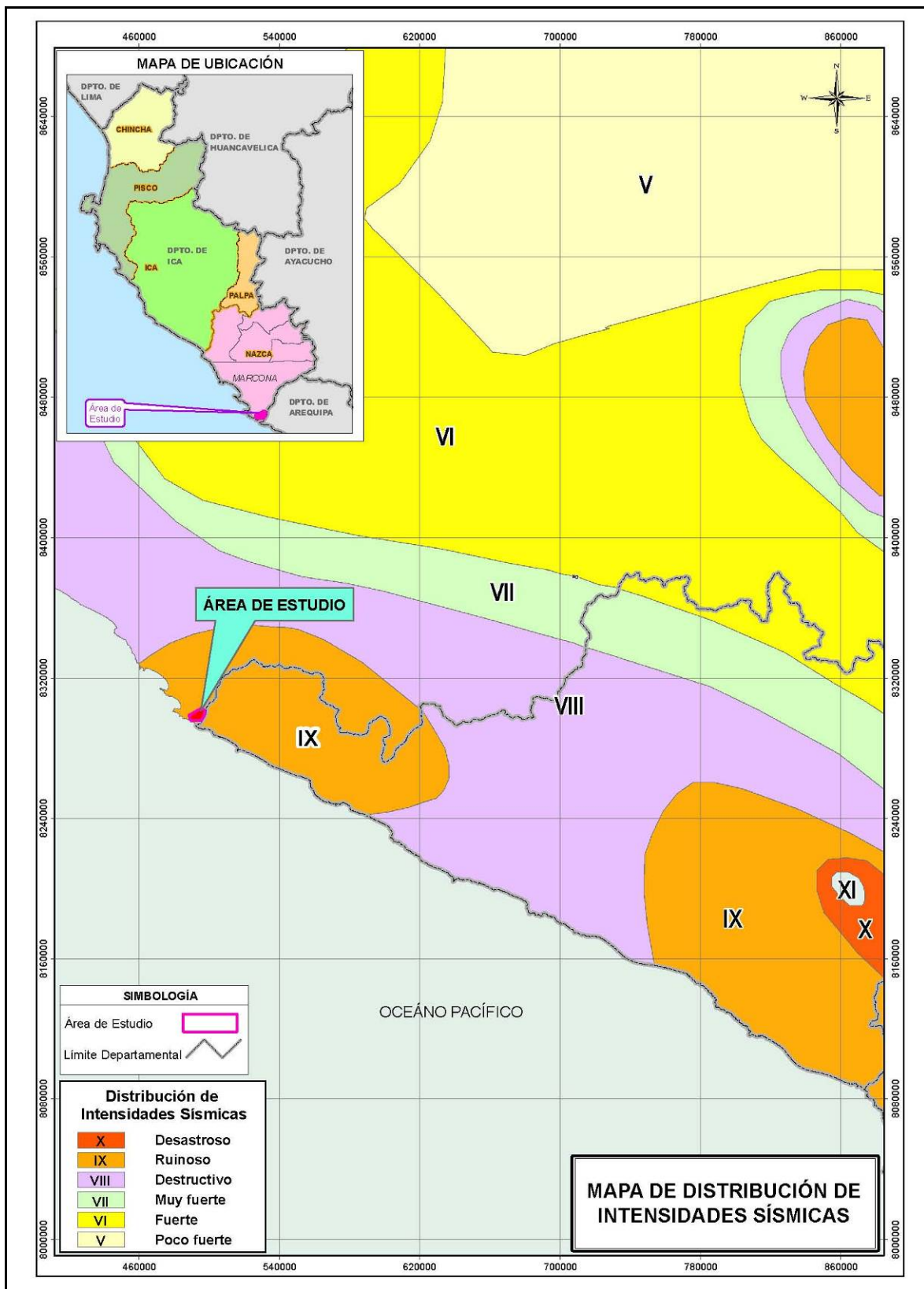
Fuente: Jorge Alva Hurtado, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil - CISMID - 1993.

4.1.4.5.4 Máximas intensidades sísmicas

De acuerdo al *Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas observadas* (Alva, 1984), el cual está basado en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades de sismos históricos, el área de interés se encuentra en una zona de intensidad IX, de acuerdo a la escala de Mercalli modificada. Esto quiere decir, que el sismo más intenso ocurrido destruyó las estructuras mal proyectadas o mal construidas y dañó severamente las bien construidas; los cimientos también fueron dañados, se quebraron las tuberías subterráneas y sufrieron daños considerables los reservorios; en los suelos secos aparecieron grietas y en los terrenos aluviales, pequeñas cantidades de lodo y arena fueron removidas.

La Figura 4.1.4-1, muestra el mapa de zonificación sísmica y de acuerdo a las Normas Sismo – Resistente E-030 del Reglamento Nacional de Construcciones (1997), el área de interés está comprendida en la Zona IX, zonificación sísmica del Perú, correspondiéndole una sismicidad alta.

Figura 4.1.4-1 Distribución de máximas intensidades sísmicas observadas



Elaborado por: Walsh Perú S.A. 2012.

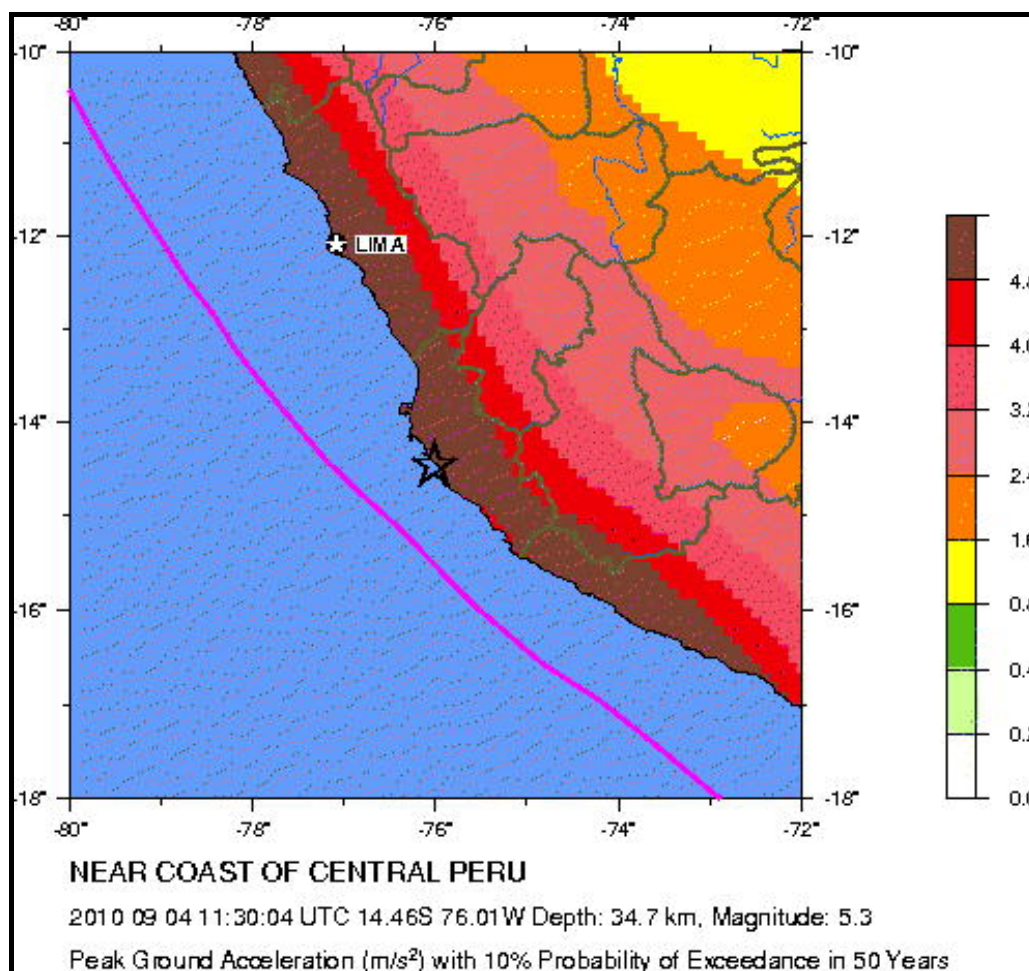
4.1.4.5.5 Peligro sísmico

Ubicada en una de las regiones sísmicas más activas de la costa del Perú, la zona tiene un factor de amenaza permanente originada por la interacción y subducción de la placa tectónica de Nazca con respecto a la placa continental o Sudamericana. Este choque de placas es y será fuente constante de acumulación de esfuerzos y tensiones que se liberan a través de los movimientos sísmicos.

Debe considerarse que en esta zona se han producido históricamente sismos muy grandes y además presenta una mayor tasa de ocurrencia de sismos que otras zonas.

De acuerdo al *Mapa de peligro sísmico del Perú*, de Castillo y Alva (1993), representado parcialmente en la Figura 4.1.4-2, en el área de estudio se tienen los valores más altos de aceleración sísmica del orden de 0.50 g - 0.60 g para 50 y 100 años de vida útil respectivamente (10 % de excedencia). Esta evaluación no toma en consideración los materiales superficiales y sus respectivas leyes de atenuación.

Figura 4.1.4-2 Peligro sísmico



Fuente: Peligro Sísmico en el Perú, Castillo y Alva (1993).

Esto se interpreta como el resultado de la fuerte atenuación de las ondas sísmicas en medios rocosos muy coherentes con escaso o nulo contenido de agua intersticial como es el caso del basamento cristalino y los macizos intrusivos del Paleozoico, ampliamente predominante en el área.

4.1.4.6 ASPECTOS GEOTÉCNICOS

Con la finalidad de caracterizar geotécnicamente el área de estudio, a un nivel de reconocimiento, se tomó seis (06) muestras de suelos en enero del 2012 en diversos sectores del área de estudio, además se ha considerado cuatro (04) puntos de muestreo del EIA Parque Eólico Marcona y línea de transmisión, aprobado por RD N° 183-2011-MEM/AAE. Dichas muestras corresponden principalmente a los depósitos residuales y depósitos cuaternarios, las cuales fueron enviadas al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, con el objeto de establecer sus características granulométricas (ASTM D422) y determinar sus clasificaciones SUCS; asimismo obtener los límites de consistencia de Atterberg (ASTM D4318), los cuales constituyen parámetros indispensables para juzgar las condiciones de plasticidad y liquidez de estos sedimentos.

El Cuadro 4.1.4-4 muestra las coordenadas de dichas calicatas, en el Mapa Geológico se indican su ubicación geográfica y en el Anexo C4 se presenta los resultados de laboratorio.

Cuadro 4.1.4-4 Ubicación de calicatas.

Calicatas	Coordenadas UTM		Altitud msnm	Unidad geológica
	Norte	Este		
G-01	8 299 844	492 307	145	Deposito Aluvial
G-02	8 299 034	492 458	138	Deposito Aluvial
G-03	8 298 063	495 627	234	Complejo Basal de la Costa
G-04	8 301 295	495 126	426	Complejo Basal de la Costa
G-05	8 300 739	495 144	388	Complejo Basal de la Costa
G-06	8 299 363	494 436	295	Formación Pisco
G-01*	492 438	8 296 039	328	Complejo Basal de la Costa
G-02*	491 302	8 296 566	372	Complejo Basal de la Costa
G-03*	490 132	8 297 150	333	Formación San Juan
G-09*	494 136	8 296 107	328	Formación San Juan

Elaborado por: Walsh Perú S.A., 2012.

* Calicatas EIA, 2011.

La evaluación geotécnica reviste particular importancia especialmente en los ambientes desérticos de la cadena costanera en donde son relativamente abundantes las acumulaciones de gravas (94 – 2%) y de arenas (92 – 6%), mientras que los finos, en general los limos y arcillas son escasas (24 – 0%), de nula a baja propiedades plásticas.

El Cuadro 4.1.4-5, presenta los resultados de la clasificación SUCS para las muestras colectadas, nombre del grupo, humedad y rango granulométrico.

Cuadro 4.1.4-5 Resultados de los ensayos estándar de clasificación de suelos SUCS

Muestra	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Clasificación SUCS	Tipo de depósito	Humedad (%)	Granulometría		
							Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
G-01	NT	NP	-	SP	Aluvial	4.09	11	88	1
G-02	NT	NP	-	SP - SM	Aluvial	0.68	2	92	6
G-03	31.47	22.91	8.56	SC con grava	Residual / Eólico	4.67	29	58	13
G-04	32.66	20.79	11.87	SC	Residual / Eólico	6.39	12	64	24
G-05	30.52	21.83	8.69	SC	Residual / Eólico	7.26	8	78	14
G-06	NT	NP	-	GP	Residual	-	94	6	0
G-01*	NT	NP	-	SP - SM con grava	Residual	5.32	45	46	9
G-02*	NT	NP	-	SP - SM con grava	Residual / Eólico	4.91	40	52	8
G-03*	NT	NP	-	SM con grava	Residual / Eólico	6.02	41	43	16
G-09*	NT	NP	-	SM con grava	Residual / Eólico	4.88	18	66	16

Elaborado por: Walsh Perú S.A. 2012

* Calicatas EIA, 2011.

LL = Límite Líquido LP = Límite Plástico IP = Índice Plástico

NT= No tiene NP= No presenta

En términos generales se puede mencionar, que las características geotécnicas de los suelos donde se localiza el área de interés, son las siguientes:

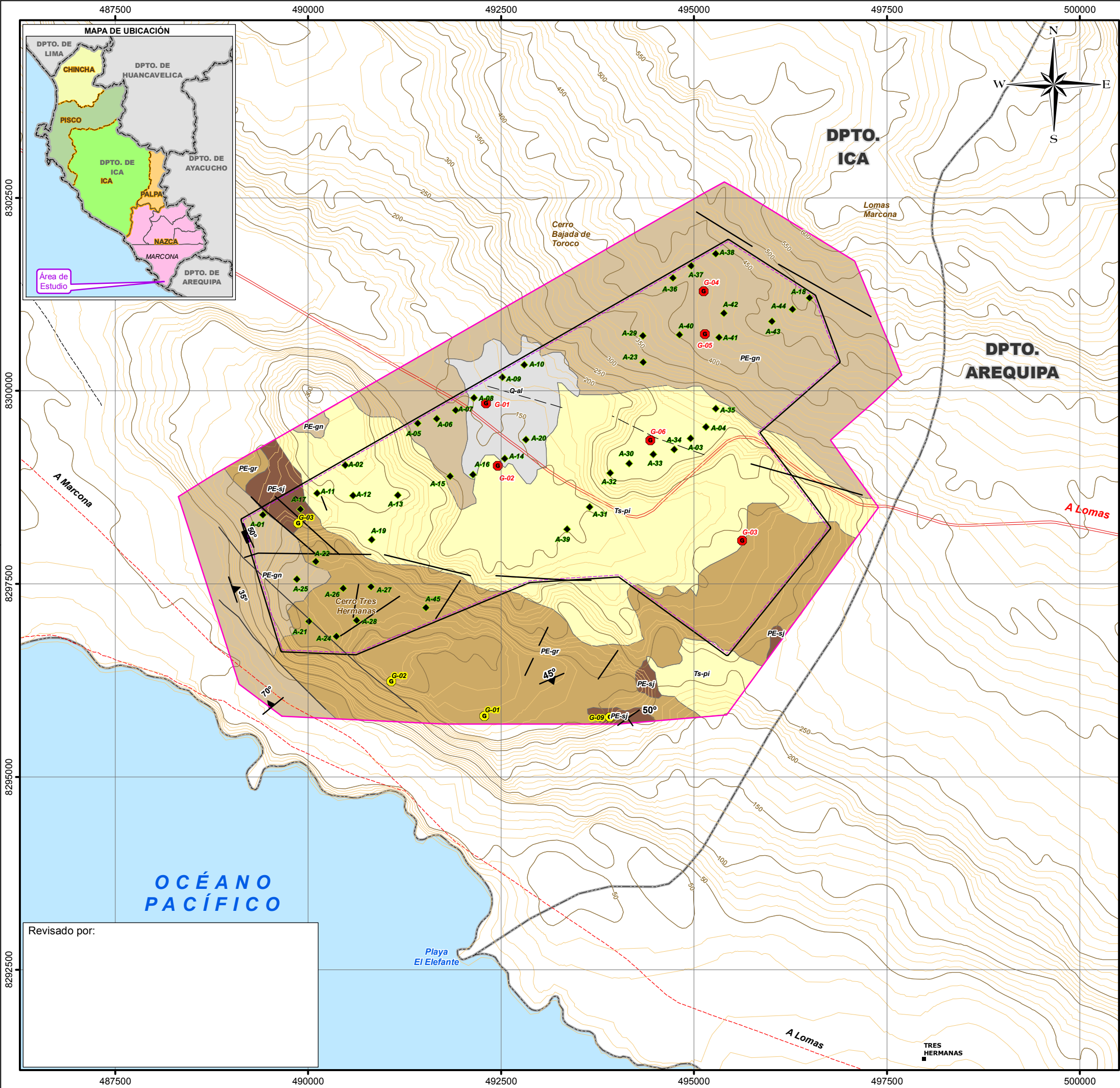
- El suelo de la muestra G-01, obtenida del depósito aluvial, al Noroeste del Cerro Tres Hermanas corresponde, según la clasificación SUCS, a suelos SP, caracterizados por contener arenas (88%) de regular a pobre selección; algo de grava (11%) media a fina con muy escasos elementos finos (1%) que pasan la malla 200 y que no afectan al drenaje interno ni a las características del suelo. Se caracteriza por su nula plasticidad, en tanto que su compresibilidad y expansión es casi nula. Presenta excelente características de drenaje, el riesgo de deslizamiento de taludes es bajo a muy bajo. Generalmente, es un material permeable, y si además se halla compactado presenta una buena resistencia a la cizalladura y asentamientos. Son suelos no cohesivos con una capacidad portante media, por lo que su valor como cimiento es regular a bueno.
- El suelo de la muestra G-02, obtenida también del depósito aluvial cercano al contacto con la formación Pisco, ubicada al Noroeste del Cerro Tres Hermanas, se encuentra conformado por suelos SP - SM, caracterizados por contener arenas (92%) algo graduadas, con poca gravas (2%) y bajo contenido de finos (6%); presenta una ligera compresibilidad y expansión, buena a media resistencia a rotura, buena a moderada compactabilidad, regular a rápida dilatación y ligera a nula plasticidad. El riesgo de deslizamientos de taludes es bajo, presenta buena a regular característica de drenaje, su capacidad portante es media, por lo que su valor como cimiento es moderado. Su textura refleja la litología de las partes distales de los depósitos aluviales y la suave pendiente de la superficie.
- El suelo de la muestra G-03, obtenida en las cercanías del contacto entre las rocas metamórficas del Complejo basal de la Costa y la formación Pisco, ubicada en una ladera del Cerro Tres Hermanas, al Sureste del área de estudio; corresponde de acuerdo a la clasificación SUCS a los suelos SC con grava. Estos suelos se caracterizan por presentar arenas arcillosas (58%), algo a moderada grava (29%), y pocos elementos finos (13%); de ligera a media compresibilidad y expansión, buena a regular compactabilidad, moderada resistencia a rotura, lenta a ninguna dilatación y moderada plasticidad. El riesgo de deslizamientos de taludes es bajo a moderado, nula a pobre característica de drenaje (debido al contenido de arenas), su

capacidad portante es moderada a baja, por lo que su valor como cimiento es moderado a pobre.

- El suelo de las muestras G-04 y G-05, ubicadas al Sureste del Cerro Bajada de Toroco, al Norte del área de estudio, corresponde de acuerdo a la clasificación SUCS a los suelos SC. Se caracterizan por presentar por arenas arcillosas (64 - 78%), algo de grava (8 - 12%), y algo a moderado elementos finos (14 - 24%); de similares características al suelo de la muestra G-03; presentan ligera a moderada compresibilidad y expansión, buena a regular compactabilidad, moderada resistencia a rotura, lenta a ninguna dilatación y moderada plasticidad. El riesgo de deslizamientos de taludes es bajo a moderado, impermeable a ligera permeabilidad como característica de drenaje (debido al contenido de arenas), su capacidad portante es moderada a baja, por lo que su valor como cimiento es moderado a pobre.
- El suelo de la muestra G-06, obtenida de la formación Pisco, ubicada en una ladera al Noreste del Cerro Tres Hermanas, se encuentra conformado por suelos del tipo GP según la clasificación SUCS. Estos suelos se caracterizan por contener alto contenido de gravas (94%) pobremente graduadas, algo de arenas (6%), con nulo contenido de finos (0%); presenta casi ninguna compresibilidad y expansión, de nula plasticidad (ausencia de finos) y buena compactabilidad. El riesgo de deslizamientos de taludes es muy bajo a bajo, presenta excelente característica de drenaje, el riesgo de asentamiento es muy bajo, su capacidad portante es moderada a alta, por lo que su valor como cimiento es medio a alto. Su textura reflejaría la litología de la sección inferior de la secuencia sedimentaria de la formación Pisco, caracterizada por secuencias de areniscas conglomerádicas de grano grueso.
- De los resultados de las muestras tomadas en el EIA Marcona aprobado (RD N° 183-2011-MEM/AAE), se tiene que; las muestras G-01* y G-02*, recolectadas sobre el Cerro Tres Hermanas, macizo donde se asentarán los aerogeneradores, corresponde según la clasificación SUCS a suelos SP – SM con gravas, caracterizados por contener arenas (52 – 46%) algo graduadas, con gravas (45 – 40%) y bajo o escaso contenido fino (9 – 8%), presenta casi ninguna a muy ligera compresibilidad y expansión, buena a alta resistencia a rotura, buena a media compactabilidad, lenta a ninguna dilatación y ligera a nula plasticidad. El riesgo de deslizamientos de taludes es bajo, presenta excelente a buena característica de drenaje, su capacidad portante es alta a media, por lo que su valor como cimiento es alto a media. Su textura refleja la litología del substrato rocoso (granitos gnéissicos) y la suave a regular pendiente de la superficie.
- El suelo de la muestra G-03*, obtenida de los residuales, ubicada de una ladera al Noreste del Cerro Tres Hermanas cercano al contacto entre el Complejo Basal de la Costa y la formación San Juan, se encuentra conformado por suelos SM con gravas, caracterizado por contener 43% de arenas limosas, con 16% de limo-arcillas y 41% de gravas, estaría relacionadas a suelos *in situ* de la formación San Juan. Este suelo presenta muy ligera a media capacidad de compresibilidad y expansión, media a buena resistencia a rotura, ligera a media compactabilidad y escasa plasticidad. El riesgo de deslizamientos de taludes es medio a bajo, su capacidad portante es media a alta, por lo que su valor como cimiento es bueno a regular.
- El suelo de la muestra G-09*, corresponde al tipo SM con gravas, se caracteriza por presentar 66% de arenas limosas, pero con 16% de limo-arcillas y 18% de gravas, estaría también relacionada a suelos *in situ* de la formación San Juan. Como se mencionó en la muestra anterior, este suelo presenta muy ligera a media capacidad de compresibilidad y expansión, media a buena resistencia a rotura, ligera a media compactabilidad y escasa plasticidad. El

riesgo de deslizamientos de taludes es medio a bajo, su capacidad portante es media a alta, consecuentemente su valor como cimiento es bueno a regular.

Se aprecia que la mayoría de las muestras analizadas, según los ensayos estándar, presentan buenas condiciones geotécnicas preliminares para suelos de fundición u obras de cimentaciones en general, debido a la naturaleza litológica de las rocas emplazadas en el área de interés.



000087

LEYENDA GEOLÓGICO

Era	Sistema	Serie	Unidad Estratigráfica
CENOZOICO	CUATERNARIO	Reciente	Déposito Aluvial
	TERCIARIO	Mioceno	Formación Pisco
PROTEROZOICO	PRECAMBRIANO	Superior	Formación San Juan
			Complejo Basal de la Costa

PUNTOS DE GEOTECNIA 2012

Código	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
G-01	492307	8299844
G-02	492458	8299034
G-03	495627	8298063
G-04	495126	8301295
G-05	495144	8300739
G-06	494436	8299363

PUNTOS DE GEOTECNIA 2011

Código	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
G-01	492287	8295758
G-02	491078	8296204
G-03	489874	8298253
G-09	493912	8295745

Fuente : EIA, Parque Eólico y Línea de transmisión Marcona - 2011.
R.D. N° 183-2011-MEM/AEE

SIMBOLOGÍA

Curva Principal

Curva Secundaria

Vía Afirmada

Vía No Afirmada

Trocha carrozable

Límite Departamental

Área de Influencia Directa

Área de Influencia Indirecta

COMPONENTES DEL PROYECTO

Aerogeneradores

Área de Concesión

ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS

50° Rumbo y Buzamiento de Estratos

35° Rumbo y Buzamiento de Foliación

50 Juntura / Diaclasas

Fracturamiento

Falla / Fractura Inferida

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARQUE EÓLICO TRES HERMANAS

TÍTULO :

MAPA GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: ICA PROVINCIA: NAZCA DISTRITO: MARCONA

PROYECCIÓN Y DATUM:
Datum: WGS 1984 UTM - Zona 18 Sur
Proyección: Transverso Mercator
Falso Este: 500000.000000 Meridiano Central: -75.00
Falso Norte: 1000000.000000 Latitud de Origen: 0.00

Escala: 1:50,000

0 0.25 0.5 1 1.5 km

CLIENTE:
PARQUE EOLICO
TRES HERMANAS S.A.C.

ELABORADO POR:
Walsh Perú S.A.
Ingenieros y Científicos Consultores

PROYECTO:
ELE1189

FECHA:
Julio 2012

PLANO:
4.1-3

FUENTE: INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática)
IGN (Instituto Nacional Geográfico), COFOPRI (Comisión de Formalización de la Propiedad Informal)

4.1.3 CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Esta sección presenta los niveles de campos electromagnéticos registrados en el área concerniente al Proyecto Parque Eólico Tres Hermanas, que se conectará en media tensión por cableado subterráneo a la subestación existente de Parque Eólico Marcona.

Se debe señalar que la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), realizan diversos estudios sobre el posible efecto de los campos electromagnéticos de baja frecuencia en el ser humano. Como resultado de estas investigaciones se concluye que para bajas frecuencias de hasta 10 MHz, es factible que se produzca la inducción de corriente eléctrica en los tejidos y en las células.

En ese sentido, la presente sección muestra los resultados de las mediciones de campos electromagnéticos realizados en la zona de estudio. Los valores obtenidos son comparados con los límites o estándares recomendados por los entes gubernamentales nacionales y entidades internacionales, que garantizarían minimizar los posibles efectos sobre la salud humana, principalmente.

Para la elaboración del presente capítulo, se tomó como referencia la información presentada en el EIA Parque Eólico Marcona y línea de transmisión, aprobado mediante Resolución Directoral N° 183-2011-MEM/AAE.

4.1.3.1 ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RADIACIONES NO IONIZANTES

La exposición a los campos magnéticos en los diversos ambientes de trabajo puede afectar negativamente a la salud humana. Al respecto la normativa internacional más exigente y comúnmente aceptada es la promulgada por la Comisión Internacional para la Protección Contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP, International Comisión foro Non Ionizing Radiation Protection) en 1998.

ICNIRP es un organismo científico vinculado a la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.), creado en 1992 con el objetivo de investigar los riesgos que pudieran resultar de la exposición a este tipo de radiaciones electromagnéticas y desarrollar técnicas de protección.

El D.S. N° 010-2005-PCM aprobó los *Estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes*, los cuales se basaron en las recomendaciones establecidas por la Comisión internacional para la protección contra radiaciones no ionizantes - ICNIRP. Las mediciones de radiación no ionizantes se han llevado a cabo tomando en cuenta estos estándares.

En el Cuadro 4.1.3-1 se presenta el ECA para exposición a las radiaciones no ionizantes producidas por las líneas eléctricas de 60Hz y los límites señalados por el ICNIRP. Este último especifica la diferenciación para exposición de tipo ocupacional y de tipo poblacional.

Cuadro 4.1.3-1 Estándares nacionales de calidad ambiental nacional e ICNIRP - para radiaciones de baja frecuencia- (60-Hz)

Frecuencia "f"(Hz)		E(kV/m)	H(A/m)	B(μT)
Límites ECA (*)	60Hz	250 / f	4 / f	5 / f
Límites ICNIRP para Exposición Ocupacional		8,3	336	420
Límites ICNIRP para Exposición del público en general (Poblacional)		4,2	66,4	83

Fuente: (*) D.S N° 010-2005-PCM, aplica a redes de energía eléctrica, líneas de energía para trenes, monitores de video
Comisión Internacional para la protección contra Radiaciones no Ionizantes ICNIRP.

Donde:

E: Intensidad de Campo Eléctrico, medida en kVoltios/metro (k.V/m)

H: Intensidad de Campo Magnético, medido en Amperio/metro (A/m)

B: Inducción Magnética (μT)

4.1.3.2 PROTOCOLO DE MEDICIÓN PARA REDES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El protocolo de medición fue desarrollado tomando como referencia el estándar IEEE 644 *Standard Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines* (1994) que, entre otros aspectos, establece que las mediciones deben ser realizadas a una altura de un metro sobre el piso, considerándose mediciones en otras alturas cuando sea necesario. En el caso de los campos eléctricos se recomienda que el operador mantenga una distancia mínima de 2,5 m de la sonda.

Ubicado el punto de medición, se procede con la medición RMS de la inducción magnética B (μt) para 60 Hz y se toma nota de los valores máximos. Luego se toman lecturas del máximo porcentaje de exposición poblacional, de acuerdo a las recomendaciones del ICNIRP. Terminada la medición de campo magnético se calibra la sonda de campo eléctrico, repitiendo los pasos anteriores.

Durante las mediciones se debe recolectar valores máximos de la siguiente información: intensidad de campo eléctrico y magnético en kVoltios/metro (kV/m) y Amperio/metro (A/m), inducción magnética B (μt); así como el porcentaje (%) de exposición poblacional y laboral.

4.1.3.2.1 Procedimiento de medición

El siguiente procedimiento fue establecido para el personal de campo responsable de la ejecución de las mediciones. Para esta evaluación se utilizó el medidor isotrópico:

- El medidor isotrópico se mantuvo apartado de cualquier estructura metálica u otros obstáculos. Esta distancia debe ser por lo menos tres veces mayor que la dimensión del sensor, o sea, aproximadamente 10 cm.
- Utilizando el medidor isotrópico se evaluó los niveles de radiación en puntos cercanos a estructuras metálicas como portones y rejas, donde las difracciones y ponderaciones pueden alterar localmente los niveles de señal.
- En cada punto de medición seleccionado se movió el sensor del medidor con el objetivo de encontrar la región con los mayores valores de radiaciones.

4.1.3.2.2 Equipos de medición

El instrumental e infraestructura utilizados para las mediciones se especifica a continuación:

- Medidor de campo electromagnético marca EXTECH, Modelo 480 826.

- GPS Marca GARMIN, Modelo ETREX.
- Además de la descripción precedente, se utilizó distintos accesorios para permitir la máxima calidad y confiabilidad en los resultados.

El certificado de calibración del medidor de campo electromagnético se muestra en el Anexo C3-1.

4.1.3.3 UBICACIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN

El trabajo de campo consistió en medir y evaluar cuantitativamente las radiaciones electromagnéticas no ionizantes en la zona donde se ubicará el Parque Eólico. La ubicación en coordenadas de los puntos de medición se presenta en el Cuadro 4.1.3-2. La ubicación espacial de los se observa en el mapa de puntos de muestreo de calidad ambiental (Mapa 4.1-2) presentado en el capítulo 4.1.2 Calidad de aire y ruido.

Cuadro 4.1.3-2 Puntos de medición

Punto	Fecha de medición	Descripción del punto	Fecha	Coordenadas UTM WGS84		Elevación (m.s.n.m.)
				Este	Norte	
CE-01	29/01/2012	Área de influencia directa del proyecto.	29/01/2012	492 812	8 299 230	152
CE-01 ⁽¹⁾	25/06/2010	Dentro del área de influencia directa del proyecto	25/06/2010	493 398	8 298 301	162
CE-02 ⁽¹⁾	25/06/2010	Área de influencia directa del proyecto.	25/06/2010	492 607	8 296 946	360

Elaboración: Walsh Perú, 2012.

⁽¹⁾ Tomado del EIA PE Marcona, 2011.

4.1.3.4 RESULTADOS

Las mediciones que se llevaron a cabo fueron las siguientes:

- Inducción magnética B (μT) en porcentaje de cumplimiento de las recomendaciones ICNIRP para exposición ocupacional y poblacional.
- Intensidad de campo magnético en 60 Hz. H (en A/m) en porcentaje de cumplimiento de las recomendaciones ICNIRP para exposición ocupacional y poblacional.
- Intensidad de campo eléctrico en 60 Hz. E (kV/m) en porcentaje de cumplimiento de las recomendaciones ICNIRP para exposición ocupacional y poblacional.

Los Cuadros 4.1.1-3 al 4.1.1-5 muestran los resultados de las mediciones de exposición a la inducción magnética, campo magnético y campo eléctrico y sus respectivas comparaciones con los límites establecidos por el ICNIRP, el mismo que es adoptado por el ECA nacional.

Los resultados son comparados con los límites ocupacional y poblacional.

Cuadro 4.1.3-3 Mediciones de exposición a la inducción magnética Brms (μT)

Punto	Descripción del punto	Flujo magnético	Brms(μT) 60Hz	LMP _{icnirp} B(μT)	
				Ocupacional	Poblacional
CE-01	Futura Sub Estación	X: <0.01	<0.01	420	83
		Y: <0.01			
		Z: <0.01			

Punto	Descripción del punto	Flujo magnético	B _{rms} (μT) 60Hz	LMP _{ICNIRP} B(μT)	
				Ocupacional	Poblacional
CE-01 ⁽¹⁾	Área del proyecto	X: <0.01	<0,02	420	83
		Y: <0.01			
		Z: <0.01			
CE-02 ⁽²⁾	Trazo de la línea de transmisión	X: <0.01	<0,02	420	83
		Y: <0.01			
		Z: <0.01			

Elaboración: Walsh Perú, 2012.

⁽¹⁾ y ⁽²⁾ puntos de medición correspondiente al EIA PE Marcona.

Cuadro 4.1.3-4 Mediciones de exposición a la intensidad de campo magnético H(A/m)

Punto	Descripción del punto	H(A/m) 60Hz	LMP _{ICNIRP} H(A/m)	
			Ocupacional	Poblacional
CE-01	Futura Sub Estación	<0.01	336	66,4
CE-01 ⁽¹⁾	Área del proyecto	<0.01	336	66,4
CE-02 ⁽²⁾	Trazo de la línea de transmisión	<0.01	336	66,4

Elaboración: Walsh Perú, 2012.

⁽¹⁾ y ⁽²⁾ puntos de medición correspondiente al EIA PE Marcona.

H(A/m): 60 Hz Valor de la intensidad de campo magnético medido en 60 Hz (Valor máximo registrado)

Cuadro 4.1.3-5 Mediciones de exposición a la intensidad de campo eléctrico E (kV/m)

Punto	Descripción del punto	E _{rms} (kV/m) 60Hz	LMP _{ICNIRP} E(kV/m)	
			Ocupacional	Poblacional
CE-01	Futura Sub Estación	<0.01	8,3	4,2
CE-01 ⁽¹⁾	Área del proyecto	<0,00001	8,3	4,2
CE-02 ⁽²⁾	Trazo de la línea de transmisión	<0,00001	8,3	4,2

Elaboración: Walsh Perú, 2012.

⁽¹⁾ y ⁽²⁾ puntos de medición correspondiente al EIA PE Marcona.

E_{rms} (V/mT): 60 Hz Valor rms de la intensidad de campo eléctrico medida en 60 Hz (Valor máximo registrado)

%E_{ICNIRP}: 60 Hz Relación entre el valor de la medición de la intensidad de campo eléctrico.

El Límite Máximo Permissible ICNIRP para Exposición Ocupacional en 60 Hz es 8.3 kV/m

Según los resultados mostrados, los niveles de radiaciones electromagnéticas medidos se encuentran por debajo de los niveles máximos permisibles para radiaciones no ionizantes indicados en el ECA y los límites ICNIRP.

Cabe resaltar que los puntos en los cuales se llevaron a cabo las mediciones se encuentran alejados de poblaciones como se muestra en el Mapa 4.1-2.

4.1.2 CALIDAD DE AIRE Y NIVELES DE RUIDO

4.1.2.1 CALIDAD DE AIRE

El presente capítulo muestra los resultados de la evaluación de calidad del aire y ruido en el área de influencia del proyecto Parque Eólico Tres Hermanas. La finalidad del mismo es establecer las condiciones iniciales existentes en el sector de estudio respecto a las concentraciones de partículas y gases.

Los parques eólicos, o centrales eólicas, se basan en la utilización de la fuerza del viento como energía primaria para la producción de energía eléctrica. Las principales emisiones a la atmósfera corresponderán al material particulado (PM_{10}) y se presentarán durante la etapa de construcción, producto de los movimientos de tierra relacionados con excavaciones, carga, descarga y transporte de materiales inertes y de la operación de la planta de concreto. Sin embargo, dada la envergadura de las obras y su carácter puntual y esporádico, las emisiones de material particulado se consideran poco significativas. El área del proyecto, presenta buenas condiciones de ventilación dada su proximidad al borde costero permitiendo la dispersión y desplazamiento de los contaminantes.

El muestreo de parámetros de calidad del aire se desarrolló de acuerdo con el *Protocolo de monitoreo de calidad del aire del Ministerio de Energía y Minas*. Las actividades de muestreo estuvieron a cargo del Laboratorio CORPLAB.

Adicionalmente, para la elaboración del presente capítulo se tomará de manera referencial la información de calidad de aire y ruido ambiental, presentada en el *Estudio de Impacto Ambiental del Parque Eólico Marcona y línea de transmisión* aprobado en junio del 2011 mediante Resolución Directoral N° 183-2011-MEM/AEE.

La ubicación de los puntos de muestreo de calidad ambiental (aire, ruido, campos electromagnéticos y calidad de suelo) se presenta en el Mapa 4.1-2

4.1.2.2 ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AIRE

Los Estándares de Calidad Ambiental para Aire han sido fijados por el Estado Peruano mediante el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire del Perú, aprobado por el D.S. N° 074-2001-PCM y el D.S. N° 003-2008-MINAM "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire", adicionalmente también el D.S. N° 069-2003-PCM, el cual establece el valor del Plomo en periodo Anual. El Cuadro 4.1.2-1 muestra los Estándares aplicables al presente estudio.

Cuadro 4.1.2-1 Estándares nacionales de calidad ambiental para aire

Parámetro	Periodo	Forma del estándar	
		Valor	Formato
		($\mu g/m^3$)	
PM_{10}	24 horas	150	NE más de 3 veces / año
$PM_{2.5}$	24 horas	50	Media aritmética.
Dióxido de Azufre (SO_2)	24 horas	80	Media Aritmética
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas	10 000	Promedio móvil
	1 hora	30 000	NE más de 1 vez / año

Parámetro	Periodo	Forma del estándar	
		Valor	Formato
		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	Anual	100	Promedio Aritmético anual
	1 hora	200	NE más de 24 veces / año
Ozono (O_3)	8 horas	120	NE más de 24 veces / año
Plomo (Pb)	Mensual	1,5	NE más de 4 veces / año
Hidrógeno Sulfurado (H_2S)	24 horas	150	Media aritmética.
Benceno	Anual	4	Media aritmética.
Hidrocarburos Totales (HT) Expresado como Hexano	24 horas	100	Media aritmética.

Fuente: D.S. N° 074-2001-PCM y D.S. N° 003-2008MINAM

NE: No exceder

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2012

4.1.2.3 PARÁMETROS DE MUESTREO

Calidad de Aire

Los parámetros de muestreo fueron seleccionados de acuerdo a lo indicado en los *Estándares de calidad ambiental para aire*, expresados en el D.S. N° 074-2001-PCM y el D.S. N° 003-2008-MINAM. El Cuadro 4.1.2-2 presenta los parámetros muestreados, los métodos de análisis y los límites de detección empleados por el laboratorio.

Cuadro 4.1.2-2 Parámetros muestreados – calidad de aire

Parámetro	Límite de Detección($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Método de Referencia	Descripción
PM_{10}	3,594	EPA/625/R-96/010a – Compendium Method IO-2.3, June 1999	Sampling of Ambient Air for PM_{10} Concentration Using The Rupprecht And Patashnick (R&P) Low Volume Partisol® Sampler
$\text{PM}_{2.5}$	3,594	Basado en EPA/625/R-96/010a – Compendium Method IO-2.3, June 1999	Sampling of Ambient Air for PM_{10} Concentration Using The Rupprecht And Patashnick (R&P) Low Volume Partisol® Sampler
CO	623	CORPLAB-CA-003, Noviembre 2007	Método del Ácido p-Sulfoaminobenzoico (Colorimétrico)
NO_2	3,502	CORPLAB-CA-002, Noviembre 2007	Método del Arsenito-Colorimétrico
SO_2	13,72	EPA – 40 CFR – Appendix A-2 to Part 50	Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method)
O_3	1,725	Methods of Air Sampling and Analysis (Third Edition)-411	Determination of Oxidizing Substances in the Atmosphere
Pb	0,01	EPA IO-3.4 – June 1999	Determination of Metals in Ambient Particulate Matter using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy
H_2S	2,372	Methods of Air Sampling and Analysis (Third Edition)-701	Determination of Hydrogen Sulfide Content of the Atmosphere

Parámetro	Límite de Detección($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Método de Referencia	Descripción
Benceno, Vocs	0,6	Basado en ASTM D3687-07, 2007	Standard Practice for Analysis of Organics Compound Vapors Collected by the Activated Charcoal Tube Adsorption Method
Hidrocarburos Totales (Expresados como Hexano) *	11	ASTM D3687-07, 2007	Standard Practice for Analysis of Organics Compound Vapors Collected by the Activated Charcoal Tube Adsorption Method

Fuente: Corplab Perú S.A.

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2012

* Expresado en mg/m^3

Parámetros meteorológicos

Paralelamente con el muestreo de calidad del aire, en las cinco estaciones, se realizó el registro de parámetros meteorológicos como velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa y presión atmosférica. Estos datos caracterizan las condiciones atmosféricas durante el muestreo de calidad del aire.

El Cuadro 4.1.2-3 muestra las características de los sensores meteorológicos que conforman la estación portátil.

Cuadro 4.1.2-3 Sensores meteorológicos

Variable	Unidades
Velocidad de Viento	m/s
Dirección de Viento	-
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$
Presión Atmosférica	mbar
Humedad Relativa	%

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2012.

4.1.2.4 METODOLOGÍA DE MUESTREO

La metodología y criterios para la evaluación de la calidad del aire siguió lo señalado en el *Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire* (D.S. N° 074-2001-PCM y D.S. N° 003-2008-MINAM) y en el *Protocolo de monitoreo de calidad del aire y gestión de los datos* (R.D. N° 1404/2005/DIGESA/SA).

Se realizó el muestreo de partículas en suspensión (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$), plomo, gases (SO_2 , O_3 , CO y NO_2) e hidrocarburos totales de petróleo expresados como hexano y compuestos orgánicos volátiles expresados como benceno.

Los puntos de muestreo de calidad del aire fueron seleccionados en base a los criterios siguientes:

- Ubicación de los componentes del proyecto.
- Las condiciones meteorológicas de la zona de estudio (dirección y velocidad de viento).

- Características fisiográficas de la zona evaluada.

4.1.2.5 PUNTOS DE MUESTREO

Se estableció un (01) punto de muestreo de calidad del aire ubicado dentro de la zona de influencia del proyecto y se tomó referencialmente un (01) punto de monitoreo del capítulo de calidad de aire del EIA del PE Marcona y línea de transmisión. Ambos puntos de muestreo caracterizarán la zona de estudio ya que de acuerdo a la actividad que se realizará, ésta no representa una fuente de emisión importante en la zona del proyecto. Para efectos de evitar confusión en la presentación de resultados, se llamará CA-02 al punto de muestreo tomado en el PE Marcona, identificado originalmente como CA-01.

El Cuadro 4.1.2-3 muestra la descripción de cada uno de los puntos de muestreo de calidad de aire y cuya ubicación se muestra en el Mapa de Calidad de Aire, Ruido, Campos Electromagnéticos y Calidad de Suelos (Mapa 4.1-2).

En el Anexo C2-1 se adjuntan los certificados de calibración de los equipos utilizados durante el muestreo y determinación de parámetros.

Cuadro 4.1.2-4 Puntos de muestreo de calidad del aire

Puntos de Muestreo	Descripción	Coordenadas UTM WGS84		Altitud (msnm)
		Este	Norte	
CA-01	Dentro del área del proyecto	495 307	8 300 887	436
CA-02 ⁽¹⁾	A 500 m de la zona del proyecto, dirección sur	492 421	8 296 452	327

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2012.

⁽¹⁾ Tomado del EIA PE Marcona, 2011, para efectos de evitar confusión se le llamará CA-02.

4.1.2.6 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Parámetros meteorológicos

En el Cuadro 4.1.2-4 se presentan los valores que fueron registrados durante el período de muestreo. En el Anexo C2-2 se muestra la información horaria para cada uno de los parámetros meteorológicos registrados en la zona de estudio.

Cuadro 4.1.2-4 Valores mínimos, máximos y promedio de parámetros meteorológicos

Punto de Muestreo	Temperatura Ambiental (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Dirección del Viento Predominante
CA-01 ⁽¹⁾	21,9	74,6	4,6	ESE
CA-02 ⁽²⁾	16,1	71,9	5,3	SSW

⁽¹⁾ Informe de Ensayo Corplab N° 1860/2012

⁽²⁾ EIA PE Marcona, Informe de Ensayo SAG N° 04394-2010, valor promedio del 24 al 27 de junio del 2010

Elaboración Walsh Perú S.A., 2012

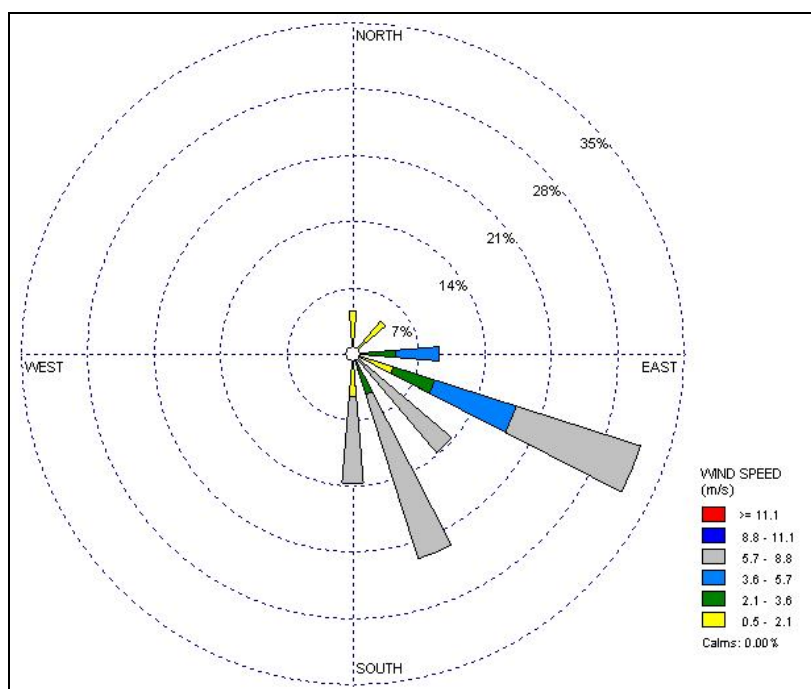
Dirección del viento

La Figura 4.1.2-1 muestra la rosa de vientos, registrada durante los días 24 al 27 de junio del 2010 para el punto de muestreo ubicado dentro del PE Marcona y la Figura 4.1.2-2 muestra la rosa de vientos registrada durante el día 29 de enero del 2012 ubicado en la zona de influencia del PE Tres Hermanas. Durante el periodo de muestreo la dirección del viento predominante según los puntos de muestreo CA-01 (PE Tres Hermanas) y CA-02 (PE Marcona), fue este sureste y sur suroeste respectivamente. Las velocidades del viento estuvieron en mayor proporción entre 6,7 y 7,6 m/s y la velocidad promedio fue 5,1 m/s.

Según la escala de Beaufort, donde describe el tipo de viento, expresándolo también en números considerando 0 como calma absoluta (mínima) y 12 como condiciones de huracán (máxima), los vientos en la zona fueron de tipo brisa leve (5,1 m/s) perteneciente a la escala 3.

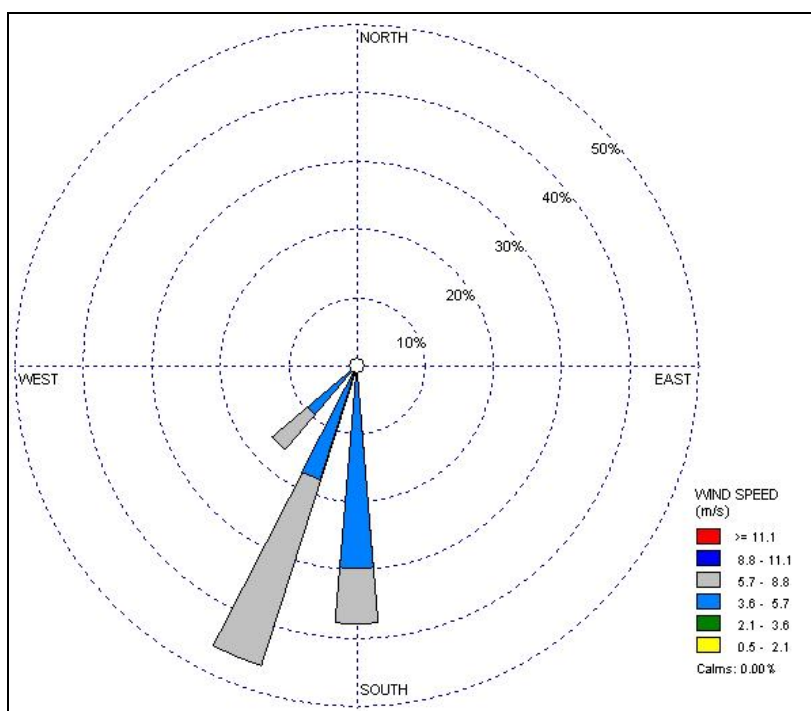
En el Anexo C2-2 se muestran las hojas de registro de los parámetros meteorológicos durante el periodo de muestreo.

Figura 4.1.2-1 Rosa de vientos – punto de muestreo CA-01 (PE Tres Hermanas).



Elaboración Walsh Perú S.A., 2012

Figura 4.1.2-2 Rosa de vientos – punto de muestreo CA-02 (PE Marcona).



Material particulado y Plomo

El Cuadro 4.1.2-5 muestra las concentraciones obtenidas en 24 horas correspondientes a $PM_{2.5}$, PM_{10} y Pb en cada punto de muestreo. En el Anexo C2-3 se presentan los informes reportados por el laboratorio.

Cuadro 4.1.2-5 Resultados de $PM_{2.5}$, PM_{10} y Pb

Punto de Muestreo	$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	PM_{10} ($\mu g/m^3$)	Pb ($\mu g/m^3$)
	24 Horas	24 Horas	24 Horas
CA-01 ⁽¹⁾	4,34	5,79	< 0,01
CA-02 ⁽²⁾	1,7	48,0	< 0,01
ECA ⁽³⁾	50	150	1,5

⁽¹⁾Informe de Ensayo Corplab N° 1860/2012

⁽²⁾Extraído del EIA PE Marcona

⁽³⁾D.S. N° 003-2008-MINAM y D.S. N° 074-2001-PCM

Elaboración Walsh Perú S.A., 2012

Partículas menores a 2.5 micras

Los resultados de concentración de $PM_{2.5}$, para un período de 24 horas se encuentran por debajo del valor que indica el ECA-Aire ($50 \mu g/m^3$), siendo el máximo valor registrado en el punto CA-01 ubicado en el PE Tres Hermanas de $4,34 \mu g/m^3$, mientras que el punto tomado del EIA del PE Marcona registró una concentración de $1,7 \mu g/m^3$, ambos resultados no representan riesgo para la salud de la población.

Partículas menores a 10 micras

Los resultados de concentración de PM_{10} , para un período de 24 horas, se encuentran por debajo del valor que indica el ECA-Aire. El máximo valor ($48 \mu g/m^3$) fue registrado en el punto de muestreo CA-01 situado dentro del área de influencia del PE Marcona a 900 metros con dirección sur de la zona del proyecto del EIA PE Tres Hermanas, mientras que el valor obtenido en el punto CA-01 situado dentro del área de influencia del PE Tres Hermanas registró un valor mínimo de $5,79 \mu g/m^3$, encontrándose estos valores muy por debajo del ECA-Aire ($150 \mu g/m^3$).

Plomo

La concentración de plomo (Pb) obtenida en los filtros de PM_{10} , en ambos puntos de monitoreo, se encuentran por debajo de los niveles indicados en los estándares de calidad ambiental y del límite de detección según laboratorio ($0,01 \mu g/m^3$). El valor registrado en el punto CA-01 dentro del área de influencia del PE Tres Hermanas fue de $< 0,01 \mu g/m^3$, al igual que en el punto situado dentro del PE Marcona, valor que se encuentra por debajo del ECA-Aire de $1,5 \mu g/m^3$.

Gases, hexano y benceno

El Cuadro 4.1.2-6 muestra los resultados de gases, hexano y benceno en cada punto de muestreo. Los resultados obtenidos muestran que las concentraciones de los parámetros evaluados se encontraron por debajo de los ECAs – Aire.

En algunos casos los resultados estuvieron por debajo del límite de detección del método del laboratorio.

Cuadro 4.1.2-6 Resultados de gases para calidad del aire

Punto de Muestreo	CO ($\mu g/m^3$)	SO ₂ ($\mu g/m^3$)	NO ₂ ($\mu g/m^3$)	O ₃ ($\mu g/m^3$)	H ₂ S ($\mu g/m^3$)	Benceno ($\mu g/m^3$)	Hexano (mg/m^3)
	8 Horas	24 Horas	1 Hora	8 Horas	24 Horas	4 Horas	24 Horas
CA-01 ⁽¹⁾	< 623	< 13,72	5,23	< 1,725	< 2,372	< 0,6	< 11
CA-02 ⁽²⁾	611	6,9	5,6	16,5	2,4	< 0,6	9,7
ECA ⁽³⁾	10000	80	200	120	150	4 ⁽²⁾	100

⁽¹⁾Informe de Ensayo Corplab N° 1860/2012

⁽²⁾EIA PE Marcona, Informe de Ensayo SAG N° 04394-2010

⁽³⁾D.S. N° 003-2008-MINAM y D.S. N° 074-2001-PCM

Elaboración Walsh Perú S.A., 2012

Monóxido de carbono

Las concentraciones de monóxido de carbono (CO) registradas en los puntos de muestreo son inferiores al nivel de referencia para ocho horas de $10\,000 \mu g/m^3$ indicados en los ECA-Aire.

El valor máximo fue registrado en el punto de muestreo CA-02, tomado del EIA PE Marcona con una concentración de $611 \mu g/m^3$, mientras que la concentración obtenida en el punto CA-01 del PE Tres Hermanas fue de $< 623 \mu g/m^3$, es decir, menor al límite de detección de laboratorio.

Dióxido de nitrógeno

Las concentraciones de dióxido de nitrógeno registradas en los puntos muestreados se encuentran por debajo del ECA-Aire para una hora fijado en $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La mayor concentración se registró en el punto de muestreo CA-01 con un valor de $5,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tomado del EIA PE Marcona, mientras que, el punto de muestreo CA-01 situado dentro del área de influencia del PE Tres Hermanas registró una concentración de $5,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dióxido de azufre

El muestreo de dióxido de azufre (SO_2) se realizó durante 24 horas, en el punto CA-01 ubicado dentro del área de influencia del PE Tres Hermanas, se registró una concentración de $< 13,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$, es decir, menor al valor de límite de detección de laboratorio. La concentración obtenida dentro del PE Marcona fue de $6,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ siendo el máximo valor y encontrándose por debajo del ECA-Aire.

Los valores registrados de SO_2 se encuentran muy por debajo del ECA-Aire establecido en $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, siendo un valor no perjudicial para la salud.

Sulfuro de hidrógeno

El punto ubicado dentro del área de influencia del PE Tres Hermanas, registró una concentración de $< 2,372 \mu\text{g}/\text{m}^3$, es decir, menor al valor de límite de detección de laboratorio.

La concentración obtenida del PE Marcona fue de $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, siendo el valor más alto de ambos puntos de monitoreo, sin embargo se encuentra muy por debajo del ECA-Aire establecido en $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, siendo un valor no perjudicial para la salud.

Ozono

En el punto de monitoreo dentro del área de influencia del PE Tres Hermanas, CA-01, se registró un valor de $< 1,725 \mu\text{g}/\text{m}^3$, es decir, menor al límite de detección de laboratorio, mientras que en el punto de monitoreo del PE Marcona se registró una concentración de $16,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Estos valores obtenidos se encuentran por debajo del ECA-Aire, establecido en $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Benceno

Las concentraciones obtenidas de benceno en ambos puntos de monitoreo, ubicado dentro del área de influencia del PE Hermanas y del PE Marcona es menor al límite de detección en laboratorio, $< 0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hexano

La concentración obtenida de hexano en el punto CA-01, el cual se encuentra ubicado dentro del área de influencia del PE Tres Hermanas, es menor al límite de detección en laboratorio, $< 11 \text{mg}/\text{m}^3$ y la concentración obtenida en el punto tomado como referencia del PE Marcona fue de $9,7 \text{mg}/\text{m}^3$. Estos valores se encuentran por debajo del ECA-Aire de $100 \text{mg}/\text{m}^3$, no representando un riesgo para la salud.

Adicionalmente, en el EIA del PE Marcona y línea de transmisión, se evaluaron los niveles de material particulado y gases dentro de la ciudad de San Juan de Marcona, la cual se sitúa a un poco más de 8 km de la zona del proyecto, donde las concentraciones obtenidas como resultado de este monitoreo resultaron estar por debajo de los ECA-Aire, cumpliendo de esta manera con la normativa actual vigente.

4.1.2.7 NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL

En esta sección se describe los niveles actuales de presión sonora (ruido ambiental) en la zona de estudio, con el propósito de establecer la línea base ambiental e identificar futuros impactos generados por las actividades del Proyecto PE Tres Hermanas.

Los niveles de ruido obtenidos son comparados con los *Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido* (ECA-Ruido), establecidos por el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.

4.1.2.8 ESTÁNDARES DE CALIDAD PARA RUIDO AMBIENTAL

Los estándares de calidad ambiental para ruido han sido fijados por el Estado Peruano mediante el *Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido* aprobado por el D.S. N° 085-2003-PCM *Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido* (ECA-Ruido). Estos estándares se muestran en el cuadro 4.1.2-7.

Cuadro 4.1.2-7 Estándares de calidad ambiental para ruido

Zonas de aplicación	ECA-Ruido, Valores Expresados en L_{AeqT}	
	Horario Diurno ⁽¹⁾	Horario Nocturno ⁽²⁾
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

⁽¹⁾ de 07:01 hrs a 22:00 hrs

⁽²⁾ de 22:01 hrs a 07:00 hrs

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2012

4.1.2.9 METODOLOGÍA DE MEDICIÓN

Las mediciones de ruido se realizaron según lo señalado en el D.S. N° 085-2003-PCM, que cita como referencia la Norma ISO serie 1996 (ISO/NTP 1996-1:2007 Acústica - Descripción, medición y valoración del ruido ambiental, Parte 1: Índices básicos y procedimientos de valoración, ISO 1996-2:2007 Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels).

La medición de ruido consistió en el registro del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (L_{AeqT}) cuyos valores son expresados en decibeles A (dB(A)). Las mediciones fueron realizadas en 6 puntos por 15 minutos para los periodos diurno y nocturno.

Para efectuar las mediciones de niveles de ruido se utilizó un sonómetro. En el Cuadro 4.1.2-8 se presenta las características del instrumento utilizado durante el registro del nivel sonoro. En el Anexo C2-1, se muestra el certificado de calibración del sonómetro empleado.

Cuadro 4.1.2-8 Características técnicas del sonómetro

Equipo	Marca	Modelo	Uso	Serie
Sound Vibration Analyzer	QUEST	2900	Sonómetro	CD6010023

Fuente: Manual de equipo

4.1.2.10 PUNTOS DE MEDICIÓN

Se establecieron seis (06) puntos de medición de ruido ambiental dentro de la zona de influencia del proyecto, en donde se tomó como referencia los resultados de un (01) punto de medición proveniente del EIA PE Marcona. La selección de puntos de medición se realizó considerando la cercanía de la población al proyecto. Asimismo, se consideró la proximidad a potenciales fuentes de generación de ruido del proyecto; como vías de acceso.

El Cuadro 4.1.2-9 muestra la ubicación de los puntos de medición de ruido. El Mapa 4.1-2 muestra la ubicación de los mismos.

Cuadro 4.1.2-9 Puntos de medición de ruido

Puntos de medición	Descripción del lugar	Zona de aplicación	Coordenadas UTMWGS84		Altitud (msnm)
			Este	Norte	
RU-1	Ubicada a 600 m aproximadamente de la antigua carretera San Juan de Marcona.	Industrial	492 781	8 300 183	161
RU-2	Al suroeste del proyecto.		496 639	8 301 164	506
RU-3	A 1 km de la carretera San Juan de Marcona.		494 844	8 298 113	185
RU-4	A 500 m de la antigua carretera Marcona.		490 993	8 297 667	269
RU-5	A 30 m de la antigua carretera San Juan de Marcona.		493 004	8 299 158	160
CR-01 ⁽¹⁾	A 900 m, al sur del proyecto.		492 421	8 296 452	313

Elaboración: Walsh Perú S.A., 2012.

⁽¹⁾ Tomado del EIA PE Marcona, 2011

4.1.2.11 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

En el Cuadro 4.1.2-10 se muestran los niveles sonoros obtenidos en los puntos de medición de ruido ambiental en los horarios diurno y nocturno. Los resultados son expresados en decibeles A (dB(A)) y comparados con los ECA establecidos por D.S. N° 085-2003-PCM. Los certificados de calibración del sonómetro se encuentran en el Anexo 3.2.2-5.

Cuadro 4.1.2-10 Niveles de ruido ambiental

Puntos de Medición	Descripción del lugar	LAeqT (dBA)	
		Diurno (07:01 a 22:00 horas)	Nocturno (22:01 a 07:00 horas)
RU-01	A 600 metros de la carretera San Juan de Marcona	50,8	45,7
RU-02	Al suroeste del proyecto	43,6	40,9
RU-03	A 1 km de la carretera San Juan de Marcona.	55,5	40,0

Puntos de Medición	Descripción del lugar	LAeqT (dBA)	
		Diurno (07:01 a 22:00 horas)	Nocturno (22:01 a 07:00 horas)
RU-04	A 500 m de la antigua carretera Marcona.	54,2	39,5
RU-05	A 30 m de la antigua carretera San Juan de Marcona.	57,1	45,9
CR-01 ⁽¹⁾	Zona proyecto PE Marcona	70,2	68,1
ECA (D.S. N° 085-2003-PCM) Zona Industrial		80	70

Informe de Ensayo Corplab N° 1860/2012

⁽¹⁾Tomado del EIA PE Marcona,

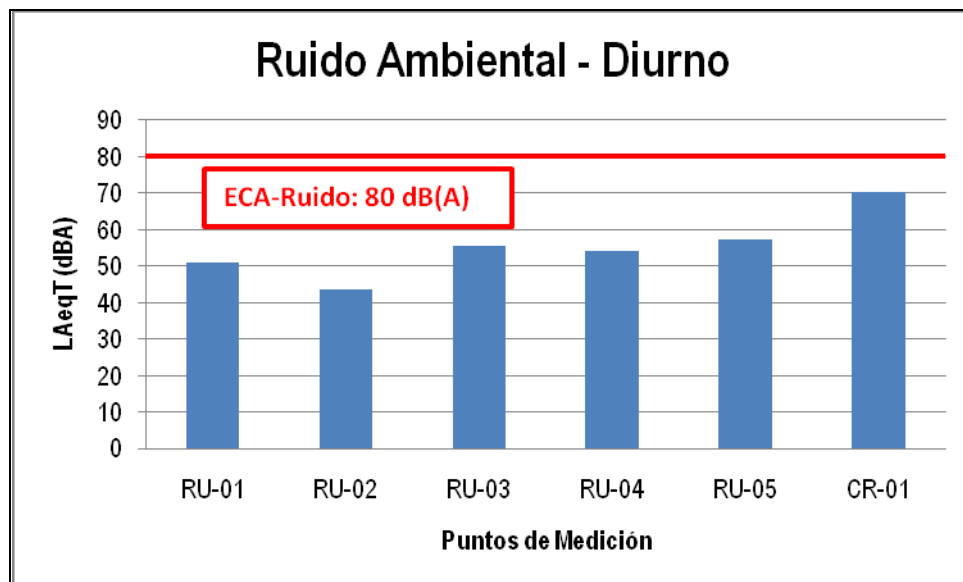
Elaboración Walsh Perú S.A., 2012

Durante el horario diurno, los niveles registrados en los puntos de medición no superan el valor del estándar ambiental para ruido en zona industrial establecido en 80 dB(A). El punto CR-01, correspondiente al PE Marcona, registra un valor promedio de 70,2 dBA, debido principalmente al paso de viento en la zona de medición, mientras que en el punto RU-02 se registró el menor valor de medición, 43,6 db(A) en horario diurno.

Para el horario nocturno, los niveles registrados en los puntos de medición, no exceden el estándar de calidad ambiental para ruido 70 dB(A). Es en el punto CR-01, tomado referencialmente del EIA PE Marcona, el cual registra el mayor valor de medición, 68,1 dB(A) ocasionado principalmente por el paso de viento durante la medición, mientras que en el punto RU-04, se registró el menor valor en 39,5, para horario nocturno.

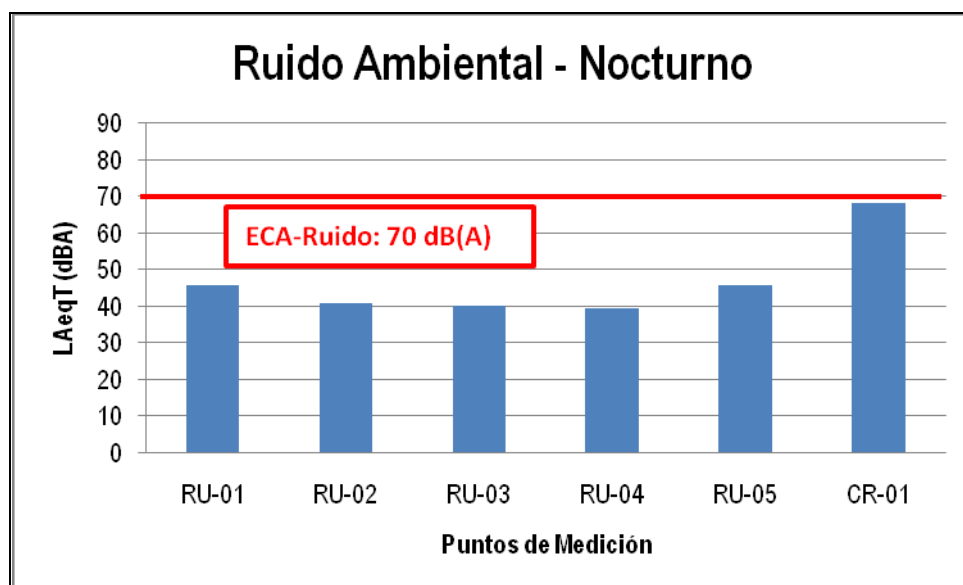
En las Figuras 4.1.2-3 y 4.1.2-4 se muestran los niveles de ruido registrados, en los puntos de medición, en los horarios diurno y nocturno respectivamente.

Figura 4.1.2-3 Nivel de ruido ambiental, horario diurno

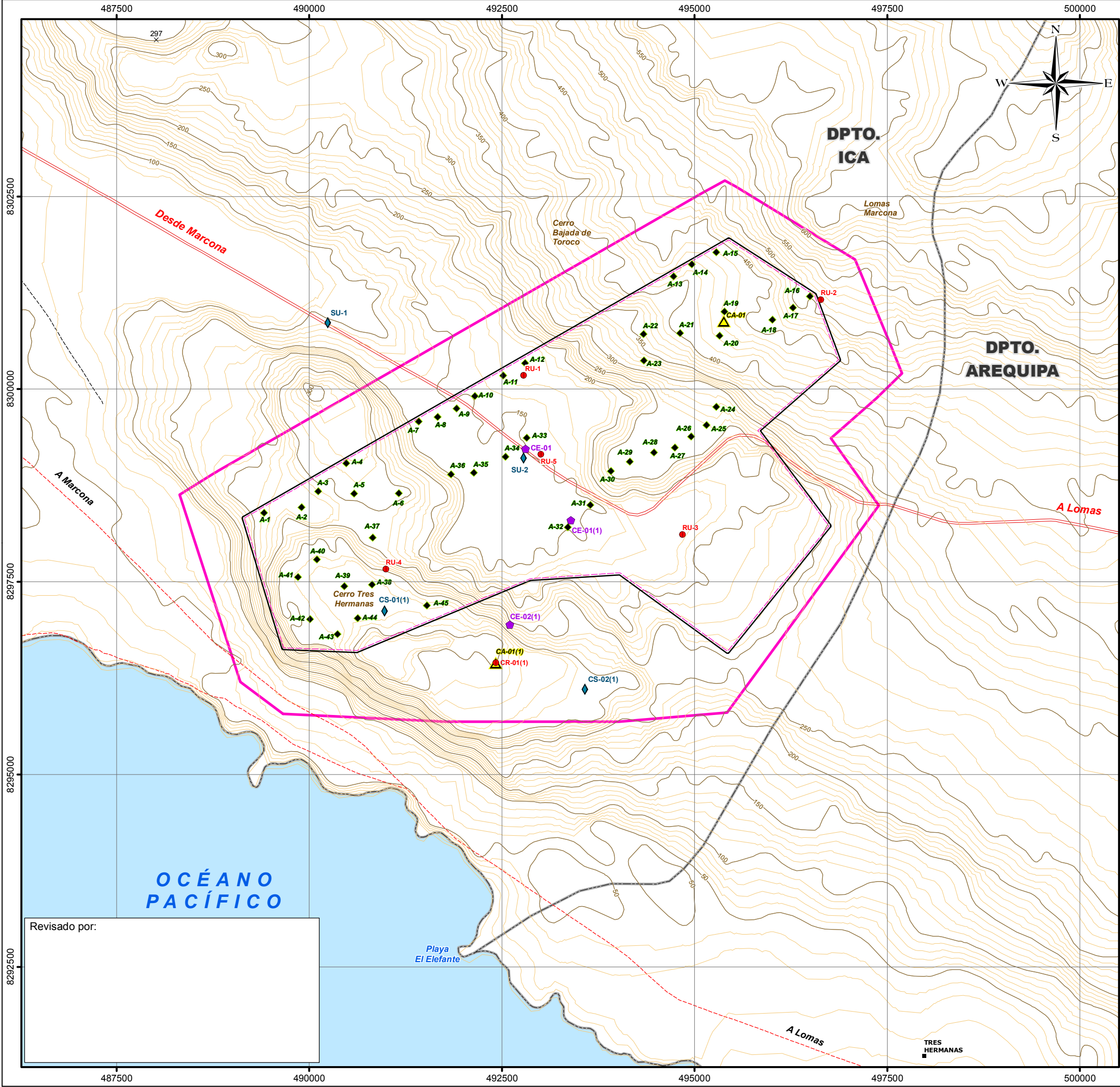


Elaboración: Walsh Perú S.A. 2012.

Figura 4.1.2-4 Nivel de ruido ambiental, horario nocturno



Elaboración: Walsh Perú S.A. 2012.



UBICACIÓN DE RADIACIONES NO IONIZANTES			
Código	Coordenadas UTM WGS84		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
CE-1	492812	8299230	149
CE-01	493398	8298301	162
CE-02	492607	8296946	360

UBICACIÓN DE CALIDAD DE AIRE			
Código	Coordenadas UTM WGS84		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
CA-01	495307	8300887	436
CA-02	492421	8296452	340

UBICACIÓN DE CALIDAD DE SUELOS			
Código	Coordenadas UTM WGS84		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
SU-1	490240	8300865	104
SU-2	492781	8299110	149
CS-01	490978	8297124	318
CS-02	493578	8296108	319

UBICACIÓN DE CALIDAD DE RUIDO			
Código	Coordenadas UTM WGS84		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
RU-1	492781	8300183	161
RU-2	496639	8301164	506
RU-3	494844	8298113	185
RU-4	490993	8297667	269
RU-5	493004	8299158	160
CR-01	492421	8296452	340

SIMBOLOGÍA

Curva Principal

Curva Secundaria

Vía Afirmada

Vía No Afirmada

Trocha carrozable

Límite Departamental

Área de Influencia Directa

Área de Influencia Indirecta

COMPONENTES DEL PROYECTO

Aerogeneradores

Área de Concesión

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARQUE EÓLICO TRES HERMANAS

TÍTULO :

MAPA DE CALIDAD AMBIENTAL

DEPARTAMENTO: ICA
PROYECCIÓN Y DATUM:
Datum: WGS 1984 UTM - Zona 18 Sur
Proyección: Transverso Mercator
Falso Este: 500000.000000 Meridiano Central: -75.00
Falso Norte: 1000000.000000 Latitud de Origen: 0.00

PROVINCIA: NAZCA
ESCALA: 1:50,000
0 0.25 0.5 1 1.5 km

DISTRITO: MARCONA
CLIENTE:
PARQUE EOLICO
TRES HERMANAS S.A.C.

ELABORADO POR:
Walsh Perú S.A.
Ingenieros y Científicos Consultores

PROYECTO:
ELE1189

FECHA:
Julio 2012

PLANO:
4.1-2

FUENTE: INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática)
IGN (Instituto Nacional Geográfico), COFOPRI (Comisión de Formalización de la Propiedad Informal)



4.0
LÍNEA BASE SOCIOAMBIENTAL

4.0

LÍNEA BASE SOCIOAMBIENTAL

4.1 LÍNEA BASE FÍSICA**4.1.1 CLIMA Y METEOROLOGÍA****4.1.1.1 GENERALIDADES**

En este capítulo se analizan las características climáticas presentes en el área de estudio; para ello se hace un análisis detallado de cada uno de sus parámetros, se incide fundamentalmente en las cuatro principales variables como: precipitación, temperatura, humedad relativa y vientos; los mismos que condicionan las características hídricas, el suelo y la cobertura vegetal. Bajo esta visión, el análisis del clima se constituye en un aspecto central no sólo de la línea base física sino también de la línea base biológica.

El capítulo explica las características climáticas a un nivel regional y continental para luego definir las características a nivel local, la caracterización en estos dos niveles se realiza ya que existe una relación directa entre ambas, una vez realizado ello, se considera la información meteorológica de estaciones referentes y administradas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, SENAMHI, además se considera la utilización de información de estudios en la región, esta información ha sido revisada y analizada, los resultados caracterizan plenamente cada parámetro meteorológico.

Para la definición del clima existente se utilizan los sistemas de clasificación climática de Köppen y Thornthwaite, así como el sistema de clasificación bioclimática de Leslie R. Holdridge.

4.1.1.2 FACTORES CLIMÁTICOS

Los principales factores climáticos que dominan el área de estudio son: La Corriente de Humboldt, el Anticiclón del Pacífico Sur y la posición del área de estudio respecto a la circulación general de los vientos, de este modo el clima del área de estudio presenta características particulares.

Uno de los factores dominantes en la costa sur del Perú es la dominancia de los vientos alisios, que desplazan las corrientes frías (Corriente de Humboldt) hacia la costa peruana, en ellas dominan los vientos paralelos a la costa, que ponen en movimiento la cálida y poco profunda capa superficial del océano. Para compensar esto, el agua fría sube de las partes más profundas. A causa de ello, el aire se enfría en bajos niveles y se origina una marcada circulación de aire casi permanente durante todo el día entre el mar y la tierra que arrastra la niebla marina tierra adentro. Esta niebla marina al desplazarse hacia el continente choca con las colinas costeras y ocasiona una lluvia muy fina, durante los meses de invierno, particularmente en la costa central y sur del país.

Otro factor de gran importancia es el Anticiclón del Pacífico Sur. Se trata de un sistema de alta presión que produce condiciones muy estables en la tropósfera baja (inversión térmica de

subsistencia), temperaturas del mar relativamente bajas, vientos predominantes desde el sur y una extensa cubierta de nubes. Esta cubierta juega un papel importante en el balance de radiación superficial, enfriando la superficie del mar y la columna de aire en directa interacción con la **capa límite marina (CLM)**; la mezcla interior de la CLM se mantiene por el enfriamiento del tope de la nubosidad y la mezcla mecánica que produce el viento en su interior. Por esta característica el aire descendente se calienta y pierde humedad, lo que hace poco probable la generación de lluvias, constituyendo así una de las zonas más áridas en el mundo.

Finalmente la posición a sombra orográfica de la costa, se refiere al sentido en que se desplazan los vientos planetarios, en la costa sur del país, donde la mayor parte del año, estos vientos provienen del oriente amazónico y en su proceso de desarrollo se elevan y enfrían, al encontrarse con los Andes orientales cruzan las montañas más elevadas y luego inician el descenso hacia la costa. En este descenso se produce igualmente un calentamiento paulatino del aire y la pérdida creciente de su humedad relativa, de este modo al llegar a estos sectores el aire llega en condiciones de extrema sequedad.

4.1.1.3 PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

Los datos meteorológicos son obtenidos de la estación Lomas y San Nicolás, la primera ubicada a unos 30 km al sur del área de estudio y la segunda a aproximadamente 7 km al norte del área de estudio; las altitudes en el área de estudio varían desde los 20 hasta los 750 msnm, las estaciones se localizan entre 20 y 18 msnm, cumpliendo de esta manera con uno de los principales criterios (es decir altitud y cercanía al proyecto).

En ambos casos se presenta datos bastante actualizados, se considera que estas estaciones son representativas por su cercanía, afectación por los mismos factores climáticos, similitud de relieve, exposición a radiación solar y vientos; por lo tanto los datos de estas estaciones caracterizan plenamente las condiciones climáticas para el área de estudio.

En el Cuadro 4.1-1 se muestra la información básica de las estaciones consideradas, en el Anexo C1-1 se presenta los datos meteorológicos y su ubicación geográfica se presenta en el Mapa de Zonas de Vida (4.1-1).

Cuadro 4.1-1 Datos y ubicación general de estaciones

Nombre	Departamento	Distrito	Propietario	Coordenadas Geográficas			Parámetros meteorológicos	Periodo (años)
				Latitud	Longitud	Altitud		
Lomas	Arequipa	Lomas	SENAMHI	15° 34'	74° 49'	20 msnm	Precipitación total mensual	1999-2011
							Temperatura máxima media	2009-2011
							Temperatura promedio	1999-2011
							Temperatura mínima media	2009-2011
							Humedad Relativa media	1999-2011
							Dirección y velocidad media del viento	2000-2011
San Nicolás	Ica	Marcona	SENAMHI	15° 20'	75° 09'	18 msnm	Temperatura	2001-2008

Nombre	Departamento	Distrito	Propietario	Coordenadas Geográficas			Parámetros meteorológicos	Periodo (años)
				Latitud	Longitud	Altitud		
							máxima media	
							Temperatura promedio	2001-2008
							Temperatura mínima media	2001-2008
							Dirección y velocidad media del viento	2001-2008

Elaborado por: Walsh Perú S.A. 2012.

4.1.1.3.1 Precipitación

A la costa sur del Perú, por su ubicación, le correspondería mayores precipitaciones pero ello no ocurre debido fundamentalmente a la influencia de la Corriente marina de Humboldt, la que se caracteriza por ser fría, esta corriente corre paralela a la costa en dirección sur a norte por gran parte del litoral peruano, contribuyendo a aumentar la aridez de la costa producto de la estabilización del aire en contacto con la superficie del agua fría. La estabilización del aire genera que la superficie circundante se sature de humedad formando una nubosidad muy marcada y casi permanente por varios meses generando una precipitación estacional exigua debida a las microgotas que forman las nieblas, en una lluvia débil conocida como garúas.

En el Cuadro 4.1-2 se presentan los valores de precipitación correspondientes a la estación Lomas. La condición pluviométrica de Lomas es la de una zona extremadamente desértica, donde hay años frecuentes sin lluvia alguna, salvo débiles humectaciones del suelo como producto de las nieblas invernales o ligeras lloviznas, las cuales totalizan solo trazas de lluvias no medibles.

Cuadro 4.1-2 Precipitación mensual y anual

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1999	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0,7
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	4,3	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	0	0
Prom.	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0

Elaborado por: Walsh Perú S.A. 2012.

Fuente: SENAMHI

Como se observa en el cuadro precedente las lluvias son prácticamente inexistentes salvo en el mes de julio del año 2004, propio de meses fríos y nublados, y en un volumen mucho menor en diciembre de 1999; con estos valores no es posible realizar ningún análisis, en general las precipitaciones son inexistentes, además el terreno no evidencia ninguna forma erosiva desarrollada por las lluvias lo que indicaría que el régimen anual e interanual es justamente la de una condición de extrema aridez.

4.1.1.3.2 Temperatura

La temperatura en el área de estudio está condicionada básicamente por la inversión térmica, fenómeno característico de la costa central y sur del país, con temperaturas invernales marinas y la formación de nieblas estacionales. En años normales, la temperatura invernal de las aguas frías de la corriente costera y afloramientos varía de 14 a 16 °C, lo que hace que el viento más cálido (debido a estar fuera de la influencia de las masas frías de la corriente) y cargado de humedad, que proviene de los anticiclones de altamar, se enfríe por contacto con el agua fría de la corriente cuando llega en su marcha hacia el continente.

El aire enfriado condensa con frecuencia las nieblas invernales, y las nieblas reducen considerablemente la radiación, reduciendo las temperaturas diurnas, y moderando las temperaturas nocturnas. De este modo se presenta una situación de inversión térmica, de invierno, cuando las temperaturas del litoral, son menores que las que se hallan al interior del continente.

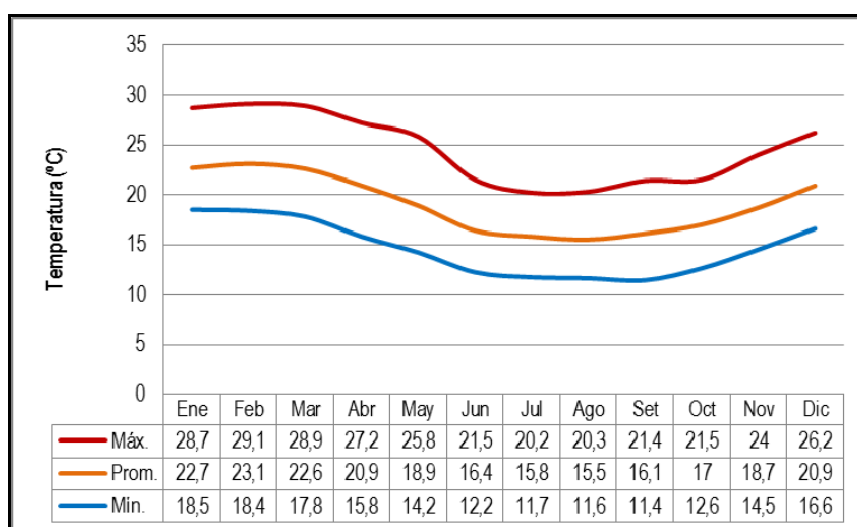
En los Cuadros 4.1-3 y 4.1-4 se presenta los valores mensuales correspondientes y las Figuras 4.1-2 y 4.1-3 se muestran el comportamiento de la temperatura durante el año.

Cuadro 4.1-3 Temperatura media mensual estación San Nicolás

Temperatura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
Máxima	28,7	29,1	28,9	27,2	25,8	21,5	20,2	20,3	21,4	21,5	24	26,2	24,5
Promedio	22,7	23,1	22,6	20,9	18,9	16,4	15,8	15,5	16,1	17	18,7	20,9	19
Mínima	18,5	18,4	17,8	15,8	14,2	12,2	11,7	11,6	11,4	12,6	14,5	16,6	14,6

Fuente: SENAMHI

Figura 4.1-2 Régimen anual



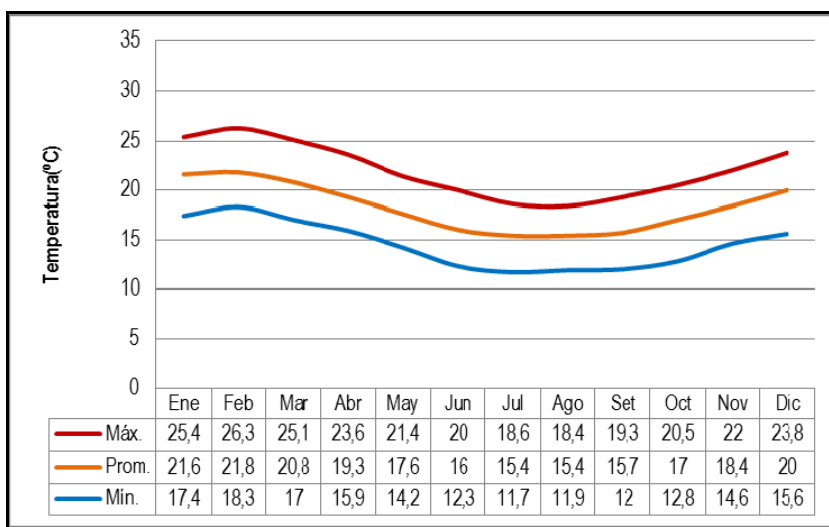
Elaboración: Walsh Perú 2012

Fuente: SENAMHI

Cuadro 4.1-4 Temperatura media mensual estación Lomas

Temperatura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
Máx.	25,4	26,3	25,1	23,6	21,4	20	18,6	18,4	19,3	20,5	22	23,8	22
Prom.	21,6	21,8	20,8	19,3	17,6	16	15,4	15,4	15,7	17	18,4	20	18,2
Mín.	17,4	18,3	17	15,9	14,2	12,3	11,7	11,9	12	12,8	14,6	15,6	14,4

Fuente: SENAMHI

Figura 4.1-3 Régimen anual

Elaboración: Walsh Perú 2012

Fuente: SENAMHI

La temperatura media está entre 18 y 19 °C con una variación anual entre 6 y 7 °C. El promedio de las temperaturas máximas medias está entre 22 y 24 °C, llegando incluso entre 28 y 29 °C que corresponde a los meses de enero a marzo, esto por la mayor incidencia de los rayos solares, todo ello se ve favorecido además por la escasa presencia de nubes en estos meses. En el caso de las temperaturas mínimas, ésta presenta un promedio alrededor de 14 °C, descendiendo incluso hasta cerca a los 11°C en los meses de invierno (junio – setiembre).

4.1.1.3.3 Humedad relativa

La humedad relativa sigue una marcha inversa, en general, a la temperatura. Esto es así, porque, al aumentar la temperatura, se incrementa la presión de saturación, con lo que la humedad relativa disminuye. Si, por el contrario, la temperatura desciende, disminuye también la presión de saturación, con lo que la humedad relativa aumenta. En la región de la costa central y sur del Perú, las temperaturas no son muy elevadas y la abundancia de agua en el océano produce valores considerables de humedad relativa; este hecho está relacionado también a la abundante nubosidad.

Para la evaluación de la humedad relativa en el área de estudio se trabajó con la estación Lomas, cuyos valores medios mensuales se presentan en el Cuadro 4.1-5. En la Figura 4.1-4 se muestra el régimen anual.

La humedad relativa promedio en el área de estudio está alrededor de 88% y pocas veces baja a menos de 80%, en gran parte de la costa peruana durante el invierno están cubiertas de una niebla

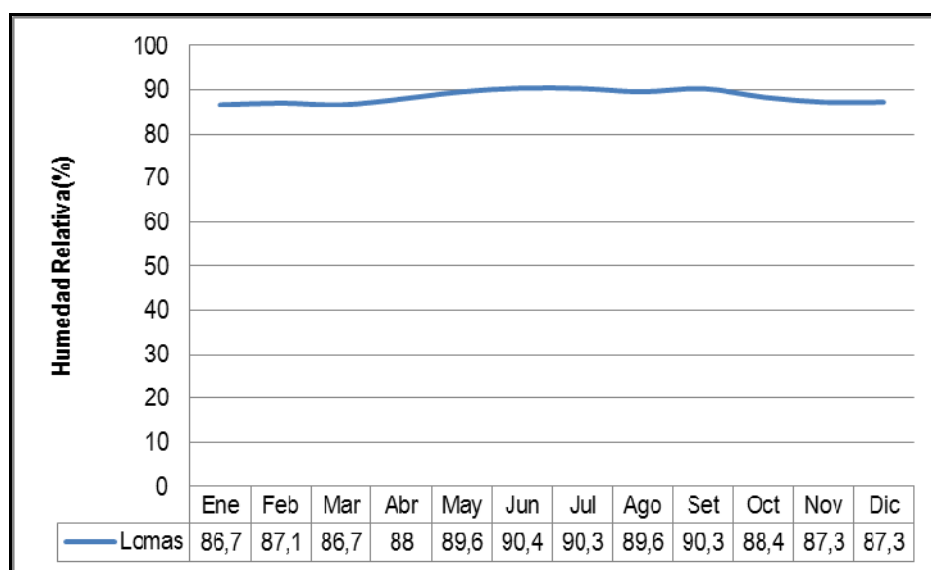
persistente que no deja pasar los rayos del sol pero por otro lado estas generan la acumulación de la humedad relativa.

Cuadro 4.1-5 Humedad relativa media mensual

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
Lomas	86,7	87,1	86,7	88	89,6	90,4	90,3	89,6	90,3	88,4	87,3	87,3	88.4

Fuente: SENAMHI

Figura 4.1-4 Régimen anual - humedad relativa



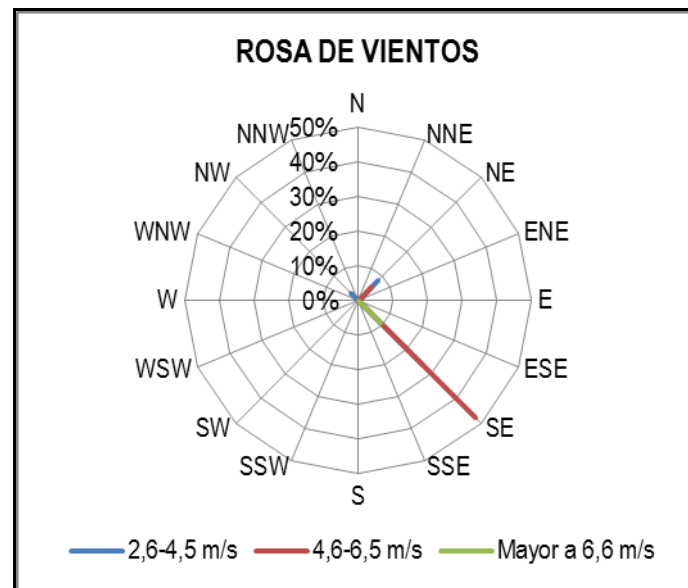
Elaboración: Walsh Perú 2012

Fuente: SENAMHI

4.1.1.3.4 Vientos

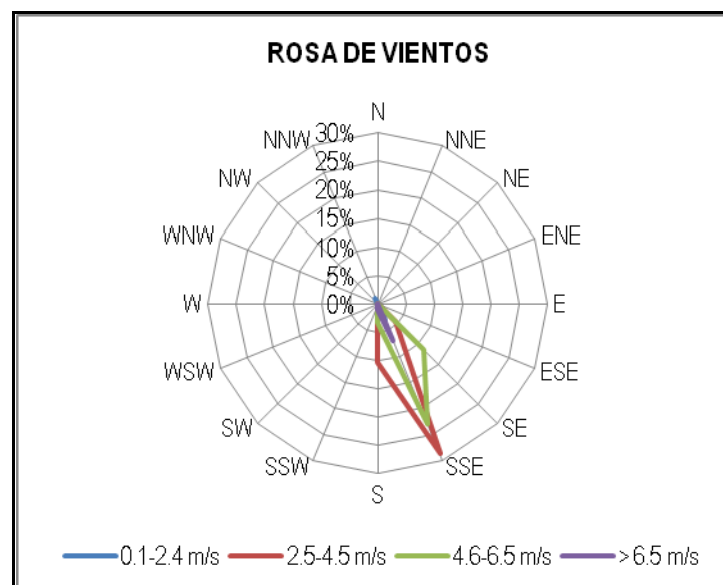
La costa peruana está dominada principalmente por las brisas costeras. Éstas, por el diferente comportamiento térmico existente entre el mar y la tierra, determinan que en las líneas de costa se generen habitualmente ciertas diferencias de temperatura. Durante el día, la tierra se recalienta mucho más que el mar en tanto que por la noche el mar conserva su calor mucho más que la tierra. Estas diferencias térmicas originan diferencias de densidad que propician la aparición de circulaciones del aire, esta circulación mar-continente se ve reflejada en la dirección general que siguen los vientos en el área de estudio, véase Figuras 4.1-5 y 4.1-6.

Figura 4.1-5 Estación Lomas



Elaboración: Walsh Perú 2012
Fuente: SENAMHI

Figura 4.1-6 Estación San Nicolás



Elaboración: Walsh Perú 2012
Fuente: SENAMHI

Durante el día, el aire más frío y denso del océano se dirige hacia la superficie terrestre, en la cual el aire cálido y ligero presenta una tendencia a subir; se organiza así una circulación dirigida desde el mar a la tierra en superficie y contrarrestada por una circulación de sentido opuesto en las capas más altas del aire. Se trata de la brisa marina o "virazón", que se inicia en las primeras horas del día y alcanza su máxima intensidad en las horas centrales del día.

En las Figuras 4.1-5 y 4.1-6 se muestra la dominancia promedio anual del viento que proviene del SE y SSE respectivamente; ésta se debe a que la Corriente Peruana de Humboldt recorre paralela a la costa peruana siguiendo la línea de contacto entre el continente y el mar; siendo la impulsadora

en la generación y propagación del viento. Las velocidades correspondientes están entre los 2 m/s y 6 m/s (valor que puede ser superado), éstos según la escala de Beaufort corresponde a vientos flojitos.

4.1.1.4 CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS

4.1.1.4.1 Clasificación de Köppen

La determinación climática Köppen se apoya en varias variables; primero a partir del régimen térmico, de este modo en el área de estudio la temperatura media del mes más frío es de 15°C, por ende se cataloga como un clima seco B, luego en base al índice de aridez K se establece que este es cero así se presenta como una **zona desértica subhúmedo**. Teniendo en cuenta la precipitación se evalúa finalmente el régimen de precipitaciones en donde el promedio de éste es cero y por tanto $K=0$.

Finalmente clima del área se define como de tipo **BW, Desértico** (árido) éstos se caracterizan por su aridez, fruto primordialmente de escasas precipitaciones, unido a elevados valores de evaporación que crean un balance de agua deficitario durante todo año.

4.1.1.4.2 Clasificación de Thornthwaite

Esta clasificación se basa en el concepto de la evapotranspiración potencial y en el balance de vapor de agua, lo que determina el déficit o excedente de agua.

La evapotranspiración potencial (ETP) se determina a partir de la temperatura media mensual y corregida según la duración de la radiación solar en el día; y el exceso de déficit se calcula a partir del balance de vapor de agua, considerando la humedad, que junto con la ETP permite definir los tipos climáticos, en función del momento del año con exceso o falta de agua y de la concentración estacional de la eficacia térmica. Según esto se determina el tipo climático.

En conclusión, el clima correspondiente al área de estudio se define como **C₁d B₃'a'**, que se lee **clima seco subhúmedo, mesotérmico, con déficit de agua todo el año y baja concentración de eficacia térmica en verano**.

4.1.1.5 ZONAS DE VIDA

La costa sur del Perú presenta una homogeneidad climática, con valores muy bajos de precipitación, tal como se describe líneas arriba, sin embargo por la diferencia de altitud que presenta el área de estudio se presentan cuatro zonas de vida. Las unidades correspondientes a las zonas de vida del área de estudio se desarrollan sobre la base de lo establecido en la Guía Explicativa del Mapa Ecológico del Perú (ONERN 1976), su representación cartográfica se muestra en el Mapa 4.1-1.

4.1.1.5.1 Desierto desecado – Templado cálido (dd-Tc)

En la zona de vida desierto desecado – Templado cálido, la biotemperatura media anual máxima se ubica alrededor de los 19,4 °C, mientras que la media anual mínima se ubica alrededor de los 16,3 °C, el promedio de precipitación total por año oscila entre 15,1 mm y 4,4 mm, lo que corresponde a los valores máximos y mínimos promedios respectivamente.

De acuerdo al diagrama de Holdridge, el promedio de la evapotranspiración potencial total por año es mucho más de 64 veces la precipitación, lo que la ubica en la provincia de humedad: **desecado**.

4.1.1.5.2 Desierto superárido – Templado cálido (ds-Tc)

En esta zona de vida la biotemperatura media anual máxima es de 19,5 °C y la media anual mínima 16 °C, el promedio máximo de precipitación total por año es de 47,3 mm y el promedio mínimo, de 3,4 mm.

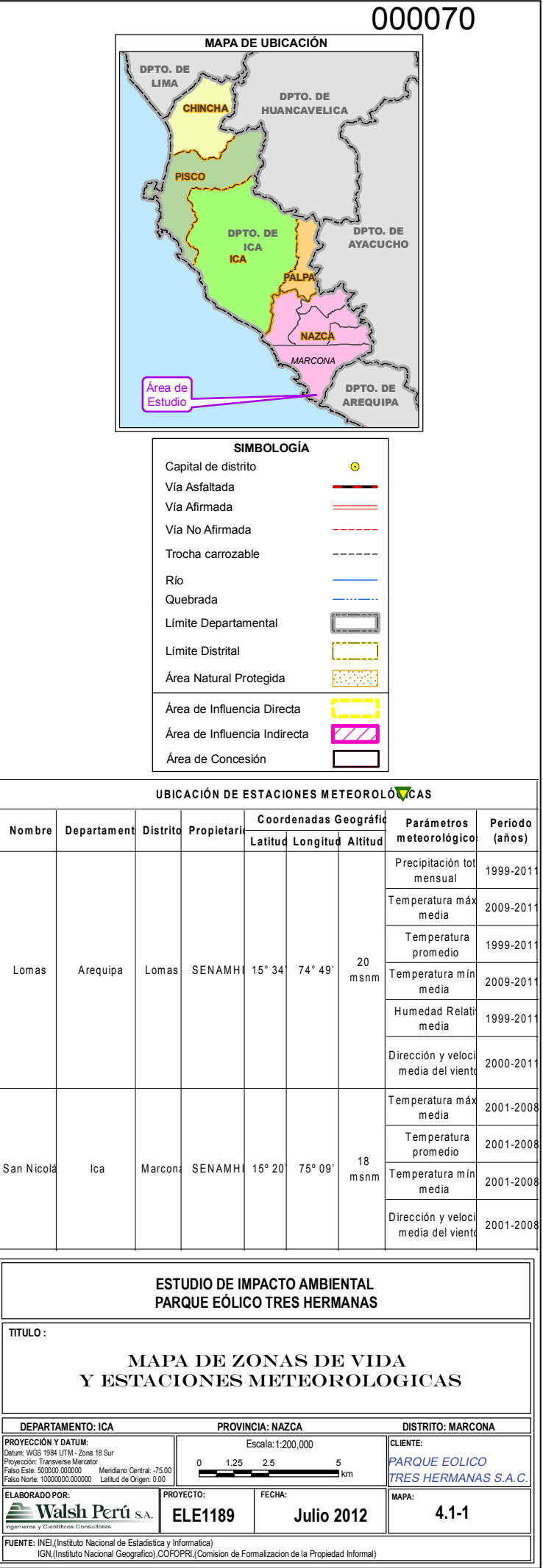
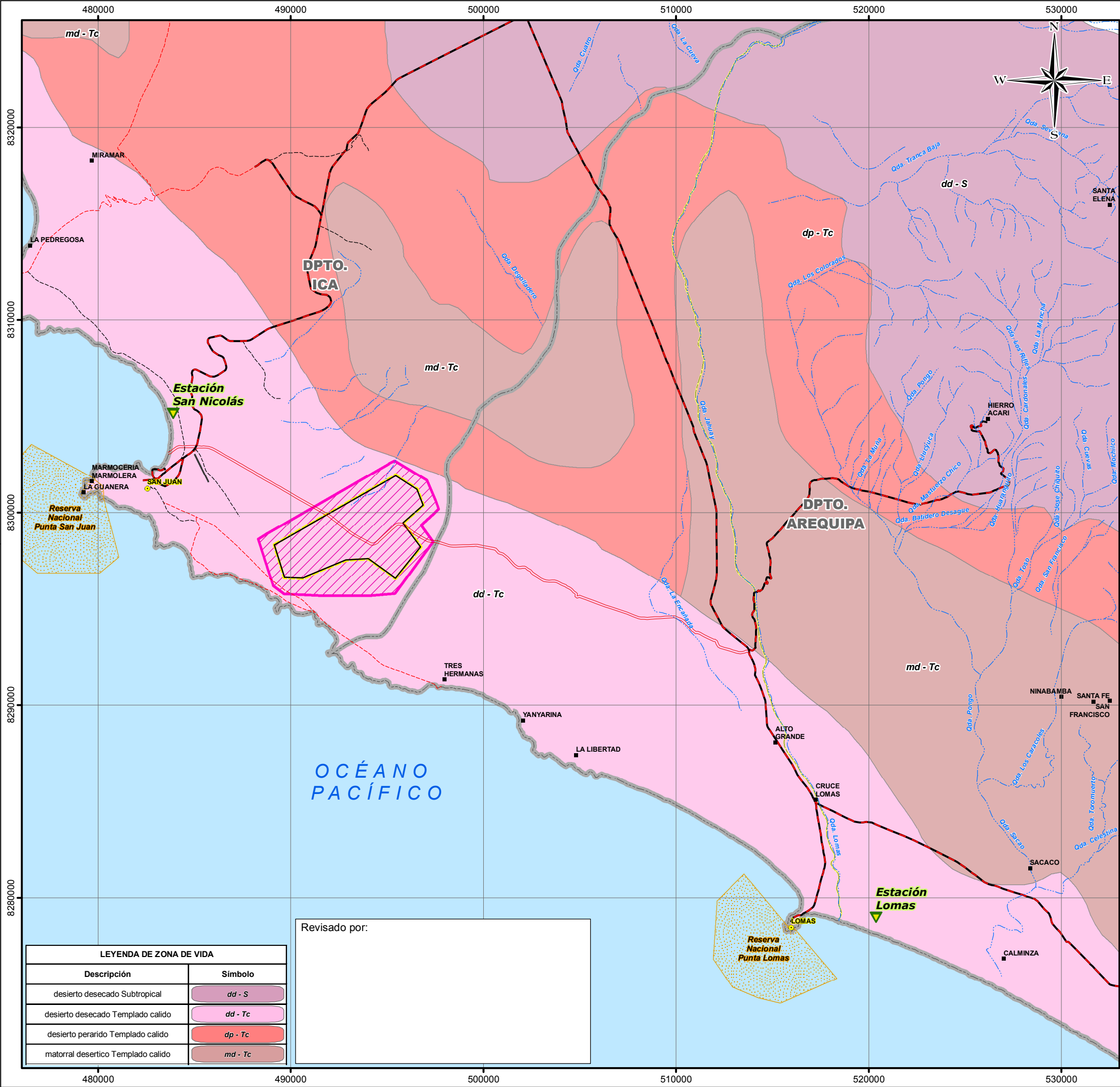
Según el sistema de Holdridge, el promedio de la evapotranspiración potencial total por año fluctúa entre 16 y 32 veces la precipitación, por ello encontrándose en la provincia de humedad: **superárido**.

4.1.1.5.3 Desierto perárido – Templado cálido (dp-Tc)

En esta zona de vida la biotemperatura media anual es de 18.3 °C. De acuerdo al sistema de Holdridge, la evapotranspiración potencial total por año varía entre 8 y 16 veces la precipitación, siendo característica la provincia de humedad: **perárido**.

4.1.1.5.4 Matorral desértico – templado cálido (md-Tc)

En esta zona de vida no existen estaciones meteorológicas. Mediante el Diagrama Bioclimático de Holdridge se ha estimado que la biotemperatura media anual varía entre 12 y 17. La evapotranspiración potencial por año varía entre 4 y 8 veces la precipitación, ubicándola consiguientemente, en la provincia de humedad: **árido**.



4.2.4 MAMÍFEROS

4.2.4.1 GENERALIDADES

4.2.4.1.1 Introducción

La importancia de los mamíferos dentro de un ecosistema es sumamente grande, ya que abarcan una gran diversidad de nichos y funciones ecológicas. La presencia de determinado tipo de especies nos indica el grado de mantenimiento de un ecosistema, pudiendo utilizar a ciertos mamíferos como indicadores de la calidad de hábitat. Los mamíferos pequeños son importantes elementos de los ecosistemas, ya que afectan la estructura, composición y dinámica de las comunidades al realizar actividades como la dispersión de semillas, polinización, impactos sobre poblaciones de insectos y servir como fuente de alimento para carnívoros; por su naturaleza pueden ser buenos indicadores biológicos al ser más sensibles a las perturbaciones, las cuales según el grado podrían ocasionar la ausencia o muerte de estas especies silvestres. Los mamíferos medianos y grandes debido a sus requerimientos espaciales amplios, también son especialmente sensibles a alteraciones ambientales, tales como la fragmentación y degradación del hábitat; los carnívoros por situarse en la cima de la cadena alimenticia pueden afectar la abundancia de otras especies que son parte de su dieta, o de la dieta de sus presas, jugando un rol importante en la regulación de las poblaciones de varias especies en un ecosistema, utilizándolas como especies indicadoras de la condición de un ecosistema.

La disminución de las especies de mamíferos se da por varias causas que alteran las condiciones ambientales, pero la principal amenaza actual es la perturbación y destrucción del hábitat, esto debido al incremento desordenado de la población humana y al uso de los recursos de espacio, alimentos, vivienda y salud que ello genera (Pacheco, 2002).

El Perú es uno de los países con mayor diversidad de mamíferos en el mundo, ocupa el quinto lugar en diversidad de mamíferos en el mundo (Pacheco et al. 2009); sin embargo el conocimiento que se tiene de ellos es incipiente. Esta alta diversidad está relacionada a la gran complejidad geográfica, climática y de ambientes; características relacionadas a la presencia de la Cordillera de los Andes y la Corriente Peruana (Pacheco et al. 2011). En el Perú actualmente se encuentran registradas 508 especies de mamíferos nativos, en los que se incluye a cinco géneros y 65 especies endémicas (Pacheco et al. 2009). Los endemismos son resultado de diversas variables topográficas, biológicas, etc. que han influenciado las poblaciones de animales por periodos de tiempo prolongados. El estudio de endemismos es importante por que puede indicar áreas de alta diversificación y especiación (Pacheco, 2002).

El área de estudio se encuentra al sureste del centro poblado de San Juan de Marcona, capital del distrito de Marcona, en el departamento de Ica. El proyecto Parque Eólico Tres hermanas, que se encuentra al lado del Parque Eólico Marcona, se ubicará en una zona de lomas costeras, ecosistema que alberga organismos de flora y fauna especialmente adaptados a condiciones de aridez, los que se encuentran vulnerables debido a la incipiente protección que recibe el desierto costero en el Perú y al crecimiento desordenado urbano e industrial.

4.2.4.1.2 Objetivos de la Evaluación

- Evaluar cualitativa y cuantitativamente los mamíferos registrados en el área de estudio.
- Identificar y describir los impactos que las actividades del proyecto podrían generar sobre los mamíferos.
- Proponer y describir las medidas de control, prevención y mitigación para los impactos identificados.
- Proponer especies indicadoras para considerarlas en el programa de monitoreo biológico.
- Proponer lineamientos de proyectos para la gestión de la diversidad de mamíferos identificada en el área de estudio.

4.2.4.1.3 Antecedentes

Algunos estudios mayormente muy localizados se han realizado en lomas, desiertos y valles en los que se ha dado mayor énfasis al estudio de mamíferos pequeños, roedores y marsupiales, terrestres (Zuñiga, 1942; Brack Egg, 1974; Pearson, 1975, 1982; Aguilar, 1985; Dávila et al., 1987; Luna, 2000). Por otro lado, los registros de especies de murciélagos en las áreas costeras del Perú fueron proporcionados por los estudios de Ortiz de la Puente (1951), Tuttle (1970), La Val (1973), Koopman (1978) y Mena y Williams (2002). Ascorra et al. (1996) y Pacheco (2002) indican que la zona costera presenta alto grado de endemismo en quirópteros, señalándola como una zona de vacíos de información. Respecto a mamíferos mayores de la zona costera, la única información disponible parece estar en las listas presentadas por Grimwood (1969), Brack Egg (1974), Aguilar (1985) y Dávila *et al.* (1987). Los dos primeros trabajos inclusive, se refieren únicamente a especies de las lomas costeras, mas no a otros hábitats. Además se cuenta con el estudio de diversidad y abundancia de mamíferos terrestres realizado por Walsh (2011) como parte del Estudio de Impacto Ambiental del Parque Eólico Marcona y línea de transmisión (aprobado en junio del 2011 mediante Resolución Directoral N° 183-2011-MEM/AEE). La biodiversidad y los procesos ecológicos en los ambientes terrestres del extremo sur de la costa peruana son prácticamente desconocidos (Ramírez et al. 2000), la mayoría de estudios se basan sobre todo en ecosistemas costeros y de lomas (Zeballos et al. 2001).

Poca información se encuentra disponible sobre la diversidad y distribución de mamíferos a lo largo de la región costera, esta carencia de información se refleja en la existencia de sólo dos áreas de conservación que protegen hábitats costeros: Reserva Nacional de Lachay (Chancay, Lima) y Reserva Nacional de Paracas (Pisco, Ica) que son insuficientes para la conservación de estos ecosistemas.

El área donde se ubicará el Parque Eólico Tres Hermanas se encuentra emplazada en una zona de lomas costeras, gramadal y desierto sin vegetación o escasa vegetación con una altitud máxima de 485 m.

Para obtener una mejor representatividad, en el área de estudio, los transectos de muestreo fueron establecidos entre las diferentes formaciones vegetales. Se evaluó un total de diez transectos de muestreo (Ma-01, Ma-02, Ma-03, Ma-04, Ma-05, Ma-06, Ma-07, Ma-08, Ma-09 y Ma-10), los cuales se presentan en el Cuadro 4.2-1. Adicionalmente se incluyen datos cualitativos de cuatro transectos (Ma-01*, Ma-02*, Ma-03*, Ma-04*) obtenidos durante las evaluaciones del Parque Eólico Marcona, usando la misma metodología y esfuerzo, que se encuentran dentro del área de estudio del

presente proyecto y que se localizan en lugares diferentes a los muestreados durante esta evaluación.. Todos los transectos están representados en el Mapa de transectos de muestreo de mamíferos (Mapa 4.2-4).

La metodología de evaluación se detalla en el Anexo D4-1 Metodología

Cuadro 4.2-1 Transectos de muestreo evaluados en el área de estudio

Formación vegetal	Símbolo	Número de transectos de muestreo	Código de los transectos de muestreo
Desierto costero	Dc	5	Ma-03, Ma-04, Ma-05, Ma-06, Ma-10
Lomas	Lo	6	Ma-07, Ma-08, Ma-01*, Ma-02*, Ma-03*, Ma-04*
Gramadal	Gr	3	Ma-01, Ma-02, Ma-09

Nota: Ma = Transectos para mamíferos mayores y menores terrestres.

Referencia: Datum WGS 84 Zona UTM 18S

* Sitios de muestreo establecidos en la evaluación del Parque Eólico Marcona.

Elaboración: Walsh Perú S.A.

4.2.4.2 COMPOSICIÓN DE ESPECIES

4.2.4.2.1 Área de estudio

La diversidad de especies de los ambientes desérticos es considerablemente baja comparada con otros tipos de hábitats. Sin embargo, es necesario caracterizar el ambiente biológico a fin de identificar los individuos de especies que componen estos ecosistemas que se localizan en el Desierto Pacífico Subtropical (Rodríguez, 1996), en la zona costera del sur del Perú.

Se registró un total de tres especies de mamíferos, pertenecientes a tres familias distribuidas en tres órdenes taxonómicos (Ver Figuras 4.2.4-1 y 4.2.4-2), dentro de las formaciones vegetales presentes. El orden Rodentia con la familia Cricetidae estuvo representado por el ratón orejón de Lima *Phyllotis limatus*; el orden Carnívora con la familia Canidae por el zorro colorado *Lycalopex culpaeus* y el orden Cetartiodactyla con la familia Camelidae por el guanaco *Lama guanicoe*.

El ratón orejón de Lima *Phyllotis limatus*, es una especie encontrada en las costas y laderas áridas de los andes occidentales, se ha registrado desde el nivel del mar hasta los 2 500 msnm en la zona norte del Perú, y desde el nivel del mar hasta los 4 000 msnm en el sur del Perú. Esta especie ha sido reportada en los departamentos de Ayacucho, Huancavelica, Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna en Perú, y en Antofagasta (San Pedro de Atacama) y Tarapacá en Chile (Cabrera, 1961; Hershkovitz, 1962). Se distribuye en hábitats rocosos alimentándose en áreas abiertas con poca cobertura vegetal (Kramer y Birney, 2001), la dieta de la especie incluye semillas, frutos e insectos (Eisenberg y Redford, 1999; Zeballos, et al., 2000), constituye una parte importante de la dieta del zorro colorado (Cornejo y Jiménez, 2001) y se considera la única especie de roedor pequeño de ambientes naturales registrada en la zona (Zeballos et al., 2001). Esta especie se puede encontrar en cerros áridos, áreas rocosas, lomas y ambientes desérticos donde están presentes la vegetación herbácea y las cactáceas. Se esperaba que esta especie existiera en las áreas de estudio, ya que estas se superponen con el rango conocido para la especie y los tipos de hábitats preferidos están disponibles. Aun cuando sólo fue registrada mediante métodos indirectos, se recolectaron restos óseos, se han reportado grandes poblaciones para las regiones de Arequipa, Moquegua y Tacna.

El zorro colorado *Lycalopex culpaeus* es una especie controversial, porque desde el punto de vista ecológico resulta clave en los ecosistemas andinos, pero para la economía humana resulta perjudicial, razón por la cual es muy repudiado y perseguido. Tiene un amplio rango de distribución a lo largo de los Andes, que comprende desde Colombia hasta el extremo sur de América del Sur y puede descender hasta el nivel del mar a lo largo de las Costas del Pacífico y Atlántico. A lo largo de su distribución, esta especie ocupa una variedad de hábitats, desde desiertos secos hasta bosques tropicales (Eisenberg y Redford, 1999; Sillero-Zubiri et al. 2004), se distribuye en todo el altiplano hasta los 4500 m aproximadamente (Grimwood, 1969). En el Perú se encuentra distribuido a lo largo de toda la cordillera de los Andes y hacia las costas del Pacífico a partir de la provincia de Ica hacia el sur (Sillero-Zubiri et al. 2004). Es un depredador generalista que consume principalmente pequeños vertebrados tales como lagartijas, aves y pequeños mamíferos y ocasionalmente consume invertebrados y plantas (Cornejo y Jiménez, 2001; Eisenberg y Redford, 1999; Novaro, 1997; Sillero-Zubiri et al. 2004). Además busca alimento en las orillas de playas aprovechando cuanta presa animal, aves marinas y peces, encuentre en su camino (Tantaleán et al. 2007), por lo que se le considera como un omnívoro oportunista que cambia sus hábitos alimenticios dependiendo de la disponibilidad de presa local y estacional (Romo, 1995). Esta especie fue registrada en las tres formaciones vegetales, mediante métodos directos (avistamiento) e indirectos (huellas), pero es más frecuente en lugares con ganadería ovina y camélida.

En el desierto resalta como dispersor de semillas y controlador de poblaciones de roedores silvestres (Cornejo y Jiménez, 2001). Su presencia es significativa ya que, a pesar de los problemas que enfrenta por la expansión urbana desordenada, demuestra su participación activa como predador de mamíferos menores terrestres, especialmente roedores, convirtiéndose en el principal controlador de plagas e incrementando su valor ecológico.

Desde el punto de vista de estrategia alimentaria, el zorro colorado, opta por tomar los recursos disponibles y que requieren el menor gasto de energía, de este modo optimiza su eficacia depredatoria en ecosistemas desérticos, mostrando su comportamiento oportunista. Su espectro abarca un porcentaje importante de roedores, principalmente *Phyllotis*, que lo convertirán en un controlador de las poblaciones de este roedor (Cornejo y Jiménez, 2001).

El guanaco *Lama guanicoe* tiene el rango más amplio entre todos los camélidos sudamericanos (Franklin, 1982), y además ocupa los hábitat más diversos en su rango de distribución. Originalmente esta especie estuvo distribuida desde el norte de Perú, sur y sureste de Chile y en gran parte del territorio argentino (Eisenberg y Redford, 1999). Las poblaciones se han reducido drásticamente en Sudamérica, ha sido eliminada del norte de Argentina (Franklin, 1982), pero es aún común en la región sur del continente (Eisenberg y Redford, 1999). Actualmente se extiende desde el norte del Perú hasta el sur de Chile y Argentina, y hay una pequeña población en Bolivia (Wheeler, 1995). Viven principalmente en las estepas andinas entre los 1 000 y 4 000 msnm, pero debido a su migración a diversas altitudes, estos se pueden encontrar desde el nivel del mar hasta los 5 000 msnm (Rundel y Palma, 2000). El guanaco *Lama guanicoe* ha sufrido una fuerte presión de cacería por el comercio de su piel y además ha sido perseguido por los terratenientes ganaderos quienes alegaban que el guanaco competía con su ganado (Franklin, 1982). La presencia del guanaco en el área de estudio parece ser estacional y está relacionada principalmente con la disponibilidad de vegetación de lomas durante el invierno. Esta especie fue registrada mediante métodos indirectos (huellas y restos óseos).

Figura 4.2.4-1 Porcentaje de especies de mamíferos terrestres por orden taxonómico.

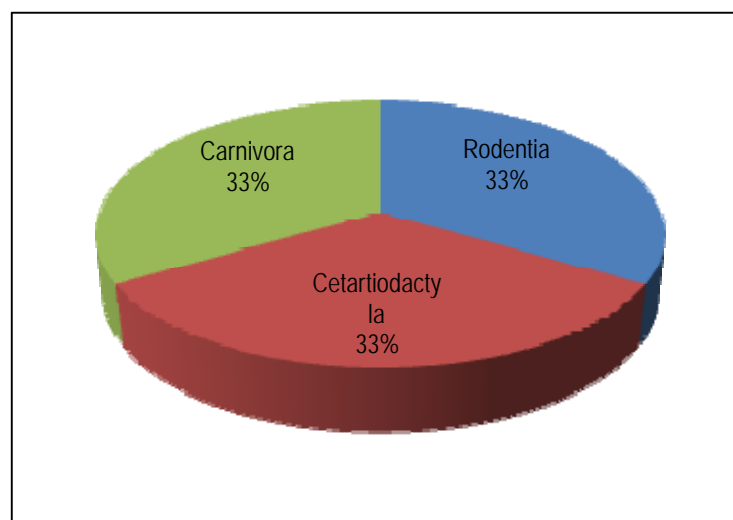
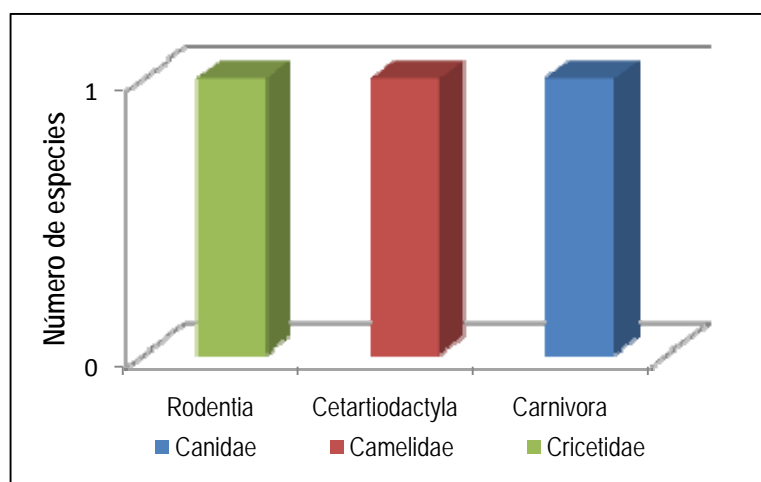
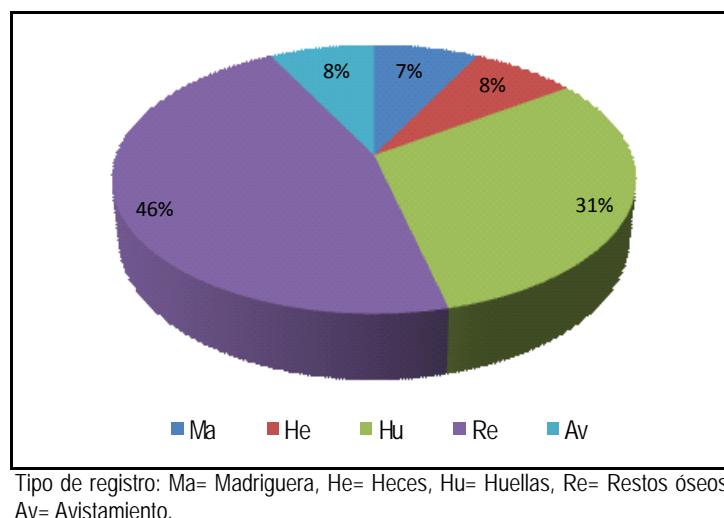


Figura 4.2.4-2 Número de especies de mamíferos terrestres por familia, dentro de cada orden registrado.



Además de los tipos de registros obtenidos (Ver Figura 4.2.4-3). Los registros de mamíferos en el área de estudio por formación vegetal se detallan en el Anexo D4-2.

Figura 4.2.4-3 Porcentaje de tipo de registro para las especies de mamíferos terrestres.



4.2.4.2.2 Formación vegetal

Desierto costero

En esta formación vegetal se registró dos especies: el zorro colorado *Lycalopex culpaeus* y el ratón orejón de Lima *Phyllotis limatus*. Ambas especies fueron registradas mediante métodos indirectos, *Lycalopex culpaeus* por huellas y *Phyllotis limatus* por restos óseos (esqueleto completo y hemimandíbulas).

Lomas

Se registró tres especies en esta formación vegetal: el guanaco *Lama guanicoe*, el zorro colorado *Lycalopex culpaeus* y el ratón orejón de Lima *Phyllotis limatus*. Durante la presente evaluación se registró mediante métodos directos (avistamiento) un ejemplar adulto de *Lycalopex culpaeus*, pero en la evaluación del Parque Eólico Marcona se obtuvo registros, mediante métodos indirectos (restos óseos y huellas), de las tres especies.

Gramadal

Se registró tres especies en esta formación: el guanaco *Lama guanicoe*, el zorro colorado *Lycalopex culpaeus* y el ratón orejón de Lima *Phyllotis limatus*. Ambas especies fueron registradas mediante métodos indirectos, *Lama guanicoe* por restos óseos (cráneo y mandíbulas) y *Phyllotis limatus* por heces dentro de una madriguera.

Cuadro 4.2.4-2 Especies, familias y órdenes de mamíferos terrestres registrados por formación vegetal

Formación vegetal	Símbolo	Especies	Familia	Órdenes
Desierto costero	Dc	2	2	2
Lomas	Lo	3	3	3
Gramadal	Gr	3	3	3

Elaboración: Walsh Perú S.A.

4.2.4.3 ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD

4.2.4.3.1 Área de estudio

No se pudieron calcular los índices de abundancia y diversidad debido a que sólo una especie de mamífero fue registrada por métodos directos, por lo que los datos son insuficientes para el cálculo.

4.2.4.4 ESPECIES EN CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN

4.2.4.4.1 Especies en alguna categoría de conservación nacional

El guanaco peruano *Lama guanicoe cacsilensis*, única subespecie reportada en el Perú (Wheeler, 1991; Marín *et al.* 2008), está incluido en la categoría en peligro (EN) según la categorización de especies amenazadas de fauna silvestre, a través de un decreto supremo (D.S. 034-2004-AG) del Ministerio de Agricultura, por la legislación peruana.

Cuadro 4.2.4-4 Especies de mamíferos terrestres consideradas en categorías de conservación nacional.

Familia	Especie	Nombre común	D.S. 034-2004-AG	Punto de muestreo
Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	EN	Ma-02

Categoría de conservación: EN = En peligro.
Elaboración: Walsh Perú S.A.

Está prohibida su caza, captura, tenencia, transporte o exportación con fines comerciales. Se encuentra también protegido por otros dispositivos legales como la ley de la vicuña y el guanaco (Ley N° 26496), la ley forestal y de fauna silvestre (Ley N° 27308) y su respectivo Reglamento (Decreto Supremo N° 014-2001-AG), actualmente esta ley se encuentra en proceso de cambio. Se encuentra amenazado debido a la caza irracional, falta de protección y destrucción de su hábitat por actividades humanas como la minería, la agricultura y la ganadería (Zuñiga, 1999). Además, el contacto entre guanacos y el ganado doméstico conlleva a posibles transmisiones de parásitos gastrointestinales entre especies, atentando de esta manera contra su conservación (Castillo et al. 2008).

La población de guanacos en Perú es pequeña y existen posiblemente varias áreas en donde pequeños grupos de poblaciones se encuentren en alto riesgo de extinción, como la población de Puno. Los departamentos que tienen las poblaciones mayores de guanacos son Ica y Arequipa. Un censo de 1997 estimaba la población de guanacos en 3 900 individuos en todo el Perú (CONACS, 1997). Debido al crecimiento descontrolado y desorganizado de pueblos y carreteras, muchas de las rutas migratorias de los guanacos se han visto alteradas. La administración activa de las poblaciones se lleva a cabo por el CONACS (Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos) y las comunidades locales. En el Perú existen tres áreas protegidas con guanacos: La Reserva Nacional de Calipuy, la Reserva Nacional Salinas y Aguada Blanca, y las zonas aledañas a la Reserva Nacional Pampa Galeras.

4.2.4.4.2 Especies en alguna categoría de conservación internacional

Lista roja de la IUCN

El total de especies de mamíferos registradas en el área de estudio se encuentran consideradas en la Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2011). Todas ellas dentro de la categoría preocupación menor (LC) de la reciente lista ya que son consideradas relativamente comunes y de amplia distribución, pero que han sido evaluadas y sus poblaciones aunque no sufren una amenaza latente de disminución se están viendo afectadas por diversas causas y debe ponerse cierto énfasis en su conservación.

Apéndices de CITES

Dos especies, el zorro colorado *Lycalopex culpaeus* y el guanaco *Lama guanicoe*, están incluidas en el apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2012), es decir en situación vulnerable. Estas especies que si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro, podrían llegar a esa situación a menos que el comercio de dichos especímenes no esté sujeto a una reglamentación estricta. Suelen tener amplia distribución, pero se hallan en dicha categoría de conservación pues se sabe que son cazados y/o capturados ilegalmente sobre todo para el comercio de carne de monte, mascotas y/o pieles.

Cuadro 4.2.4-5 Especies de mamíferos terrestres consideradas en categorías de conservación internacionales (IUCN y CITES).

Familia	Especie	Nombre común	IUCN	CITES	Punto de muestreo
Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Ratón orejón de Lima	LC		Ma-01, Ma-03, Ma-05
Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	LC	II	Ma-01, Ma-06, Ma-07
Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	LC	II	Ma-02

IUCN: LC= Preocupación menor.

CITES: II = Apéndice II

Elaboración: Walsh Perú S.A.

Estas especies se encuentran incluidas en las categorías de conservación internacional de IUCN y CITES, debido a que las poblaciones en todo su rango de distribución enfrentan los mismos problemas que tienen dentro del territorio nacional.

El ratón orejón de Lima *Phyllotis limatus* es una especie común que mantiene poblaciones estables y en vista de su amplia distribución, presumible gran población, tiene un margen de tolerancia a la modificación del hábitat, y porque es poco probable que este disminuyendo lo suficientemente rápido para calificar en una categoría más amenazada.

El zorro colorado *Lycalopex culpaeus* se encuentra en situación vulnerable debido a la cacería para la comercialización de su piel y por ser considerado plaga, en muchos lugares, como depredador de animales domésticos (Jiménez y Novaro, 2004). La pérdida de hábitat no parece ser una amenaza importante para la especie, pero la depredación por perros ferales y domésticos puede ser importante en algunas áreas (Novaro, 1997). En Perú, no es considerado en peligro y su caza puede ser legal si un plan de manejo es aprobado por el gobierno (Cossíos com. pers.).

El guanaco *Lama guanicoe* se encuentra en situación vulnerable principalmente al deterioro de su hábitat, pero el futuro de esta especie depende de la aplicación de una gestión orientada a la conservación a nivel local, nacional e internacional, pues la caza furtiva sigue siendo intensa.

4.2.4.5 ESPECIES EMPLEADAS POR LAS POBLACIONES LOCALES

No se reportan especies de mamíferos empleadas o comercializadas por los pobladores de los centros poblados más próximos.

4.2.4.6 ESPECIES ENDEMICAS CON DISTRIBUCIÓN RESTRINGIDA NACIONALES

Ninguna de las especies registradas tiene distribución restringida al territorio nacional.

4.2.4.7 CONCLUSIONES

Durante los trabajos de campo en el área de estudio se registraron, mediante métodos directos e indirectos, tres especies de mamíferos pertenecientes a tres familias. Estas especies incluyeron al ratón orejón de Lima *Phyllotis limatus*, al zorro colorado *Lycalopex culpaeus* y al guanaco *Lama guanicoe*.

El ratón orejón de Lima *Phyllotis limatus* fue registrado por métodos indirectos, tales como restos óseos (esqueleto completo y hemimandíbulas) en el desierto costero y las lomas, así como heces ubicadas en el interior de una madriguera activa en el gramadal.

El zorro colorado *Lycalopex culpaeus* se registró por métodos directos (avistamiento) entre las lomas e indirectos (huellas) en todas las formaciones vegetales. Se avistó un individuo adulto al caer la tarde (17:00 horas) buscando comida entre un pequeño afloramiento rocoso entre lomas.

El guanaco *Lama guanicoe* se registró por métodos indirectos (cráneos y mandíbula) exclusivamente en el gramadal, pero su presencia es significativa pues demuestra que el área de estudio fue usada como parte de su ruta de migración interaltitudinal.

El guanaco peruano *Lama guanicoe cacsilensis*, está incluido en la categoría en peligro (EN) por la legislación peruana, debido principalmente a la caza furtiva y a la destrucción de su hábitat. En cuanto a categorías de conservación internacional, las tres especies registradas se encuentran incluidas como de preocupación menor (LC) para IUCN y dos de ellas, el zorro colorado y el guanaco, se consideran en situación vulnerable (Apéndice II) para CITES.

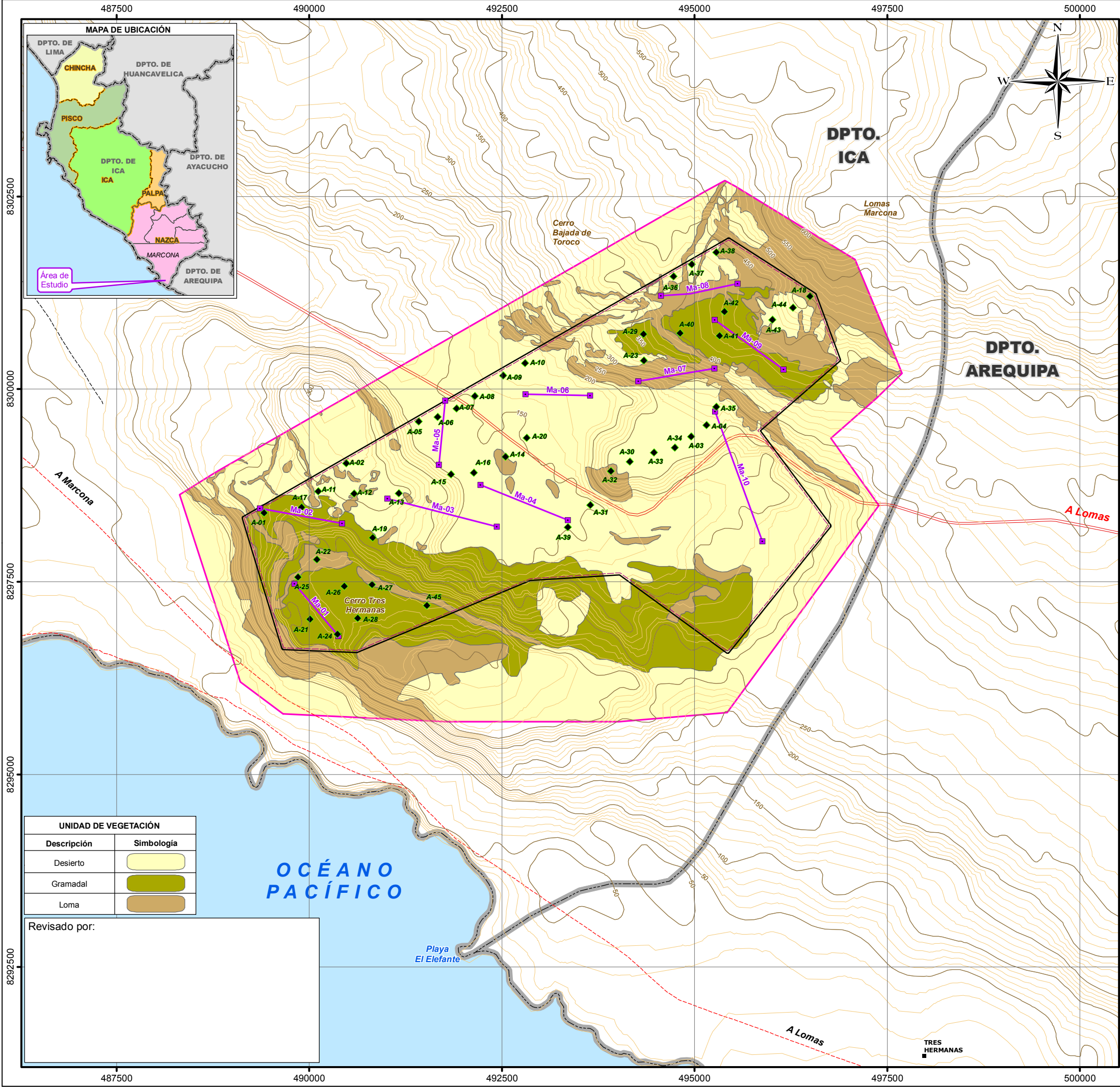
Cabe señalar que en la ciudad de San Juan de Marcona se reporta la presencia de dos roedores silvestres introducidos, la rata negra *Rattus rattus* y el ratón doméstico *Mus musculus*, principalmente entre las áreas urbanas abandonadas y los lugares de congregación de residuos domésticos y de construcción. Estas especies están incluidas en la lista de especies potenciales ya que son plagas consideradas importantes transmisores de enfermedades zoonóticas (e.g. rabia y peste bubónica) que deberían ser controladas para evitar epidemias locales, sobre todo en lugares donde escasea el agua y las condiciones de higiene no son las óptimas. Según el personal del Ministerio de Salud y del programa ambiental de la Municipalidad de Marcona en el distrito no se han presentado casos de rabia por mordedura de roedores, pero sí hay registros para la ciudad de Nazca.

4.2.4.8 RECOMENDACIONES

Priorizar la conservación de las lomas, los que son ahora ecosistemas frágiles por la disminución de áreas costeras y ausencia de agua, su desarrollo y permanencia depende principalmente de las condiciones de humedad. Estos ecosistemas representan fuente de refugio, agua y alimento, para lograr la supervivencia de muchas especies de mamíferos costeros nativos, que utilizan las zonas como lugares de protección, reproducción y alimentación.

Informar a los trabajadores, de las empresas involucradas, y pobladores del centro poblado de San Juan de Marcona sobre la importancia de conservar el entorno, considerando dentro de ello, la importancia de las especies de flora y fauna residentes.

Realizar periódicamente monitoreos de mastofauna, para registrar fluctuaciones en la diversidad y abundancia de especies indicadoras del estado de conservación de ecosistemas costeros, como el guanaco, ligados a eventos naturales, como cambios estacionales, y descartar disminuciones producto de las actividades de la empresa.



Evaluación de Mamíferos			
Código	Transecto	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
Ma-01	Inicio	489808	8297475
	Final	490382	8296797
Ma-02	Inicio	489361	8298456
	Final	490425	8298260
Ma-03	Inicio	491016	8298579
	Final	492432	8298215
Ma-04	Inicio	492221	8298758
	Final	493356	8298301
Ma-05	Inicio	491764	8299857
	Final	491684	8299022
Ma-06	Inicio	492805	8299935
	Final	493644	8299918
Ma-07	Inicio	494270	8300107
	Final	495257	8300271
Ma-08	Inicio	494563	8301215
	Final	495560	8301369
Ma-09	Inicio	495262	8300900
	Final	496155	8300256
Ma-10	Inicio	495267	8299713
	Final	495878	8298024

SIMBOLOGÍA

- Curva Principal
- Curva Secundaria
- Vía Afirmada
- Vía No Afirmada
- Trocha carrozable
- Límite Departamental
- Área de Influencia Directa
- Área de Influencia Indirecta

COMPONENTES DEL PROYECTO

- Aerogeneradores
- Área de Concesión

UNIDAD DE VEGETACIÓN	
Descripción	Simbología
Desierto	
Gramadal	
Loma	

Revisado por:

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARQUE EÓLICO TRES HERMANAS**

TÍTULO :
**MAPA DE TRANSECTOS
DE EVALUACIÓN DE MAMÍFEROS**

DEPARTAMENTO: ICA

PROVINCIA: NAZCA

DISTRITO: MARCONA

PROYECCIÓN Y DATUM:
Datum: WGS 1984 UTM - Zona 18 Sur
Proyección: Transverso Mercator
Falso Este: 500000.000000 Meridiano Central: -75.00
Falso Norte: 1000000.000000 Latitud de Origen: 0.00

ESCALA:
Escala: 1:50 000
0 0.25 0.5 1 1.5 km

CLIENTE:
PARQUE EOLICO
TRES HERMANAS S.A.C.

ELABORADO POR:
Walsh Perú S.A.
Ingenieros y Científicos Consultores

PROYECTO:
ELE1189

FECHA:
Julio 2012

PLANO:
4.2-4

FUENTE: INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática)
IGN (Instituto Nacional Geográfico), COFOPRI (Comisión de Formalización de la Propiedad Informal)

4.2.3 AVES

Debido a la dificultad que entraña el estudio de todos los organismos que ocupan un área determinada, es que suelen utilizar ciertos grupos que pueden ser buenos indicadores de la riqueza de los otros taxones y cuya protección podría garantizar por tanto la de muchos otros organismos. Las aves son utilizadas frecuentemente como posibles indicadores debido a la gran cantidad de información disponible de su biología y su relativa facilidad de estudio con respecto a los otros organismos (Ramirez, 2000, Tenorio *et al*, 2007). Son consideradas además como indicadores biológicos de cambios de hábitat a gran escala, además son especialmente capaces de detectar cambios inesperados que no pueden ser observados por medidas físicas preseleccionadas y parámetros químicos (Koiskimies, 1989).

Poseen también una serie de características que las hacen ideales para inventariar comunidades, caracterizar ecosistemas y los hábitats en que residen, estas son: comportamiento llamativo, facilidad de detección y ser sensibles a perturbaciones de su hábitat; es por eso que los muestreos de las comunidades de aves son útiles para diseñar e implementar políticas de conservación y manejo de ecosistemas y hábitats, su estudio además proporciona un medio rápido, confiable y replicable de evaluación del estado de conservación de la mayoría de hábitats terrestres y acuáticos (Villareal *et al*, 2006). Estos fundamentos se basan en que debido a su posición en la escala trófica se verán afectados por una gran cantidad de factores como la pérdida de hábitat (Green & Figuerola, 2003).

El área de estudio se encuentra al sureste del centro poblado de San Juan de Marcona, capital del distrito de Marcona. El parque eólico se ubicará en una zona de lomas costeras, estos ecosistemas son únicos e importantes desde el punto de vista biológico por registrar un alto número de endemismos.

4.2.3.1 OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN

- Evaluar cualitativa y cuantitativamente las aves registradas y potencialmente presentes en el área de estudio.
- Identificar las especies sensibles que puedan ser afectadas por el proyecto, también a las especies se encuentren bajo alguna categoría nacional o internacional de amenaza o que sean exclusivas del territorio nacional.

4.2.3.2 ANTECEDENTES

Las investigaciones realizadas en las lomas de Marcona están relacionadas a la Reserva Nacional San Fernando.

4.2.3.3 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La concesión otorgada a Parque Eólico Tres Hermanas S.A.C. para la instalación del parque eólico se encuentra ubicada en la ecorregión del desierto de Sechura (NT 1315, denominación dada por la WWF)

El desierto de Sechura es el desierto más extenso de la costa oeste de Sudamérica. Aunque está sujeto a una gran intervención antrópica aún contiene asociaciones singulares de plantas que

protegen a las especies endémicas tales como las lomas. Esta ecorregión sirve también como un importante corredor para las aves migratorias. La densidad de las poblaciones humanas es alta en esta área y aunque hay pocas áreas protegidas la expansión urbana es la causa del mayor daño a esta ecorregión

Según la BirdLife y Conservation International (2005), la zona evaluada corresponde al Bioma del Pacífico Subtropical y al Área Endémica para Aves (EBA) 052 denominada Vertiente Pacífica de Perú y Chile (En: BirdLife International & Conservation International, 2005).

La zona donde se ubicará el parque eólico se encuentra emplazada en una zona de lomas costeras, gramadal y desierto con alturas que van desde los 136 a 488 metros de altitud.

Se evaluó un total de 13 transectos de muestreo, de los cuales cuatro están ubicados en la formación de lomas, seis en desierto y dos en gramadal. Se complementa la información con cinco transectos evaluados en la línea base biológica del EIA Parque Eólico Marcona y línea de transmisión (aprobado en junio del 2011 mediante Resolución Directoral N° 183-2011-MEM/AEE). Todos estos transectos están representados en el Mapa de puntos de muestreo de aves (Mapa 4.2.-2).

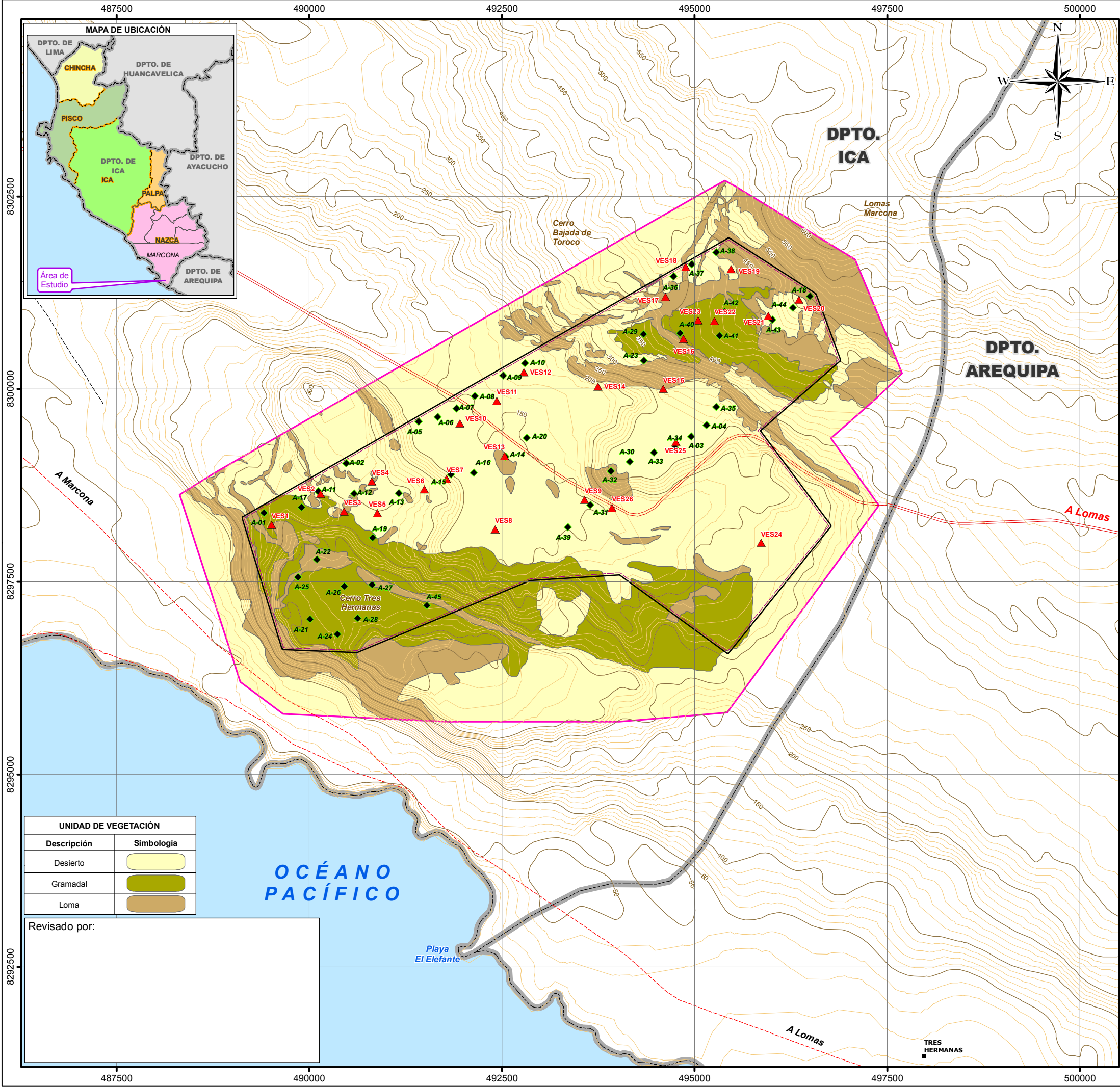
La metodología de evaluación se detalla en el Anexo D3-1.

Cuadro 4.2.3-1 Sitios de muestreo evaluados en el área de estudio

Formación vegetal	Símbolo	Punto de muestreo
Lomas	Lo	Av-01, Av-02, Av-08, Av-11, AvPEM-01*, AvPEM-02*, AvPEM-03*, AvPEM-04*
Gramadal	Gr	Av-10, Av-12, Av-13
Desierto costero	Dc	Av-03, Av-04, Av-05, Av-06, Av-07, Av-09, AvPEM-09*

*Unidades de muestreo del EIA Parque Eólico Marcona y línea de transmisión.

Fuente: Walsh Perú S.A. 2012



Evaluación de Herpetología			
Código	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
	Este	Norte	
VES1	489512	8298244	223
VES2	490149	8298645	249
VES3	490451	8298415	243
VES4	490813	8298804	256
VES5	490886	8298393	250
VES6	491493	8298704	220
VES7	491781	8298838	150
VES8	492411	8298182	138
VES9	493574	8298569	139
VES10	491954	8299558	142
VES11	492433	8299851	183
VES12	492786	8300224	183
VES13	492536	8299137	156
VES14	493747	8300037	205
VES15	494593	8300006	294
VES16	494855	8300655	424
VES17	494621	8301201	413
VES18	494887	8301590	438
VES19	495474	8301561	445
VES20	496356	8301163	497
VES21	495957	8300954	486
VES22	495258	8300889	438
VES23	495046	8300896	436
VES24	495863	8298007	243
VES25	494759	8299317	299
VES26	493930	8298463	179

SIMBOLOGÍA

Curva Principal

Curva Secundaria

Vía Afirmada

Vía No Afirmada

Trocha carrozable

Límite Departamental

Área de Influencia Directa

Área de Influencia Indirecta

COMPONENTES DEL PROYECTO

Aerogeneradores

Área de Concesión

UNIDAD DE VEGETACIÓN	
Descripción	Simbología
Desierto	
Gramadal	
Loma	

Revisado por:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARQUE EÓLICO TRES HERMANAS

TÍTULO :

MAPA DE VES
EVALUACIÓN DE HERPETOLOGÍA

DEPARTAMENTO: ICA

PROVINCIA: NAZCA

DISTRITO: MARCONA

PROYECCIÓN Y DATUM:
Datum: WGS 1984 UTM - Zona 18 Sur
Proyección: Transversa Mercator
Falso Este: 500000.000000 Meridiano Central: -75.00
Falso Norte: 1000000.000000 Latitud de Origen: 0.00

Escala: 1:50,000
0 0.25 0.5 1 1.5 km

CLIENTE:
PARQUE EOLICO
TRES HERMANAS S.A.C.

ELABORADO POR:
Walsh Perú S.A.
Ingenieros y Científicos Consultores

PROYECTO:
ELE1189

FECHA:
Julio 2012

PLANO:
4.2-2

FUENTE: INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática)
IGN (Instituto Nacional Geográfico), COFOPRI (Comisión de Formalización de la Propiedad Informal)

4.2.3.4 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD

4.2.3.4.1 Área de estudio

En toda el área de estudio se registró un total de ocho especies incluidas en ocho familias y cinco órdenes. De estos registros cinco especies fueron registradas en la evaluación para el presente estudio y tres son registros únicamente de la evaluación realizada para el EIA Parque Eólico Marcona y línea de transmisión.

Los registros del EIA del Parque Eólico Marcona y línea de transmisión solo serán considerados como cualitativos.

En el Cuadro 4.2-5 se muestra la lista de especies registradas con su respectiva clasificación taxonómica.

Las listas de especies por formación vegetal, número de especies, número de individuos e índices de diversidad se presentan en el Anexo D3-2.

Cuadro 4.2.3-2 Especies registradas en el área del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabeza roja
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Oreopholus ruficollis</i> ¹	Chorlo de campo
Charadriiformes	Thinocoridae	<i>Thinocorus rumicivorus</i>	Agachona chica
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza de los arenales
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus megalopterus</i> ¹	Caracara cordillerano
Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero común
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscigralla brevicauda</i> ¹	Dormilona de cola corta
Passeriformes	Emberizidae	<i>Phrygilus alaudinus</i>	Fringilo de cola bandeada

¹ especies registradas en EIA PEM

Clasificación taxonómica: Plenge, 2012; Schulenberg et. al 2007

Nombres comunes: Koepcke, 1964; Plenge, 2012

Elaboración: Walsh Perú, 2012

4.2.3.4.2 Formación vegetal

LOMAS

En esta formación vegetal se evaluó cuatro transectos de muestreo.

Se registró un total de 16 individuos de tres especies.

La especie con mayor número de individuos registrados fue la agachona chica *Thinocorus rumicivorus* (familia Thinocoridae, orden Charadriiformes) con 12 individuos; un individuo en el transecto Av01 y 11 en el transecto Av11.

Esta especie es un residente común de matorrales desérticos bajo los 400 m (Schulenberg et al., 2007), generalmente cerca de zonas pedregosas. Son de vuelo rápido y se les suele encontrar en parejas forrajeando en el suelo donde se mimetizan con el entorno, siendo difíciles de distinguir

hasta que se asustan y vuelan. Caminan rápido dando la sensación de estar pegadas al suelo. Anidan en el invierno en las lomas costeras.

Es la única especie de esta familia que se encuentra en zonas de poca elevación (Aves de Lima). Se alimenta de granos y semillas (Costa, 2011).

Esta especie fue registrada en los transectos del EIA Parque Eólico Marcona y línea de transmisión.

El gallinazo cabeza roja *Cathartes aura* (familia Cathartidae, orden Cathartiformes) fue registrado volando sobre el transecto Av02, alcanzando alturas de vuelo de entre 80 - 200 m. Se registró tres individuos.

Esta ave es ampliamente común en las tierras bajas de la costa, valles internos y en la Amazonía sobre los 2200 m. Una de sus características es que vive en hábitats abiertos como playas (a lo largo de las orillas y ríos), campos y pastos. Usualmente son vistos volando solos o en grupos (Schulenberg et al., 2007) aprovechando las corrientes termales ascendentes lo que le permite mantenerse en el aire casi sin batir las alas y manteniéndolas en forma de V. Es de tamaño grande (70 cm) y con envergadura de 80 cm. Tiene los sentidos de olfato, vista y oído muy desarrollados, por lo que puede encontrar alimento oliéndolo o viéndolo a grandes distancias. Se alimenta principalmente de animales muertos, pero también de grass, hojas y semillas (Aves de Lima).

Esta especie también se registró en los transectos evaluados para el EIA Parque Eólico Marcona y línea de transmisión.

El minero común *Geositta cunicularia* (familia Furnariidae, orden Passeriformes) fue registrado en el transecto Av01. Se avistó un individuo.

Este minero es el más ampliamente distribuido, Una población costera discontinua es común en las lomas del sur del Perú bajo los 900 m (Schulenberg et al., 2007).

Son vistas en solitario, pares o en grupos familiares (Fjeldsá & Krabbe, 1990).

En este transecto se encontró también restos óseos del pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti*, del piquero peruano *Sula variegata*, del cormorán neotropical *Phalacrocorax brasilianus* y el pelicano peruano *Pelecanus thagus*, esto se debería a que son cazados en la playa por los zorros que habitan en estas lomas.

En esta misma formación vegetal se registran cuatro transectos evaluados para el EIA del Parque Eólico Marcona y línea de transmisión. Aparte del gallinazo de cabeza roja y la agachona chica se registró al chorlo de campo *Oreopholus ruficollis*, el caracara cordillerano *Phalcoboenus megalopterus* y a la dormilona cola corta *Muscigralla brevicauda*.

El caracara cordillerano *Phalcoboenus megalopterus* (familia Falconidae, orden Falconiformes) tiene por hábitat el pajonal de puna y su rango de distribución es la puna desde los 3 500 – 5 000 msnm, algunas veces llega a los 760 msnm y regularmente puede ser visto en la costa del Pacífico al sur del Perú (Fjeldsá, 1990).

El chorlo del campo *Oreopholus ruficollis* (familia Charadriidae, orden Charadriiformes) es un ave llamativa por la coloración canela de la garganta y la parte superior del cuello. Suele habitar las

laderas secas y rocosas de la costa del Pacífico, hasta los 3 500 msnm. Se distribuye desde los Andes del Ecuador hasta el noroeste de Argentina y el centro de Chile (Aves de Lima). Según Schulenberg et al. (2007) es un residente poco común de la costa norte del país mientras que para la costa sur está registrado con migratorio austral.

La dormilona de cola corta *Muscigralla brevicauda* (familia Tyrannidae, orden Passeriformes) es común en la costa y los valles secos del Marañón, es conspicua en matorrales áridos y campos no productivos. Corren a lo largo del suelo, cazando insectos o siguiéndolos con movimientos delicados, pueden perchar también en matorrales bajos pero permaneciendo cerca al suelo (Schulenberg et al., 2007).

El índice de diversidad de Shannon Wiener obtenido para esta formación vegetal fue de 1.01 bits/ind., y el índice de dominancia de Simpson fue de 0.40 probits/ind.

GRAMADAL

En esta formación vegetal se evaluó tres transectos de muestreo.

Se registró un total de 19 individuos de dos especies.

La agachona chica *Thinocrus rumicivorus* fue registrada en el transecto Av13 con ocho individuos.

Mientras que el minero común *Geositta cunicularia* fue registrado en los transectos Av12 y Av13 con cinco y seis individuos respectivamente.

El índice de diversidad de Shannon Wiener obtenido para esta formación vegetal fue de 0,98 bits/ind., y el índice de dominancia de Simpson fue de 0.49 probits/ind.

DESIERTO COSTERO

En esta formación vegetal se evaluó seis transectos de muestreo.

Se registró un total de 21 individuos de cinco especies, lo que lo hace la formación vegetal con mayor número de registros a nivel de especies y de abundancia de individuos.

La especie más abundante es el minero común *Geositta cunicularia* con siete individuos registrados en los transectos Av03, Av06 y Av09, le siguen con seis individuos el gallinazo cabeza roja *Cathartes aura* registrado en los transectos Av03, Av05, Av09 (en este transecto se ubicó una fuga de agua de la tubería que abastece de agua a la ciudad de Marcona y que forma un pequeño parche de vegetación, acá se registró individuos de gallinazos tomando agua); con cinco individuos se reporta a la lechuza de los arenales *Athene cunicularia* registrada en el transecto Av03.

Se registró también los restos no identificados de una rapaz en el transecto Av06.

La lechuza de los arenales *Athene cunicularia* (familia Strigidae, orden Strigiformes) es una especie común y ampliamente distribuida en las laderas occidentales de la costa, en el valle seco del Marañón y en los altos Andes sobre los 4600 m. Se encuentra en sitios abiertos tales como campos y pastizales. Son altamente terrestres (raramente perchan lejos del suelo) y parcialmente diurnas. Anidan en madrigueras subterráneas, que por lo general tienen dos a tres entradas y una longitud de hasta 5 m, donde ponen entre seis a nueve huevos que son incubados por un periodo de 28 a 30 días; a menudo son vistos en pequeños grupos paradas en o cerca a la entrada de las madrigueras.

Vuelan en semicírculos alrededor del intruso, su vuelo característico es muy ondulante. Se alimentan de escarabajos, grillos, lagartijas, anfibios y rodeos pequeños. Luego de digerir a sus presas, regurgita los restos no digeridos en un bolillo que contiene huesos y partes duras de insectos y pelos (Schulenberg et al., 2007; Tabini y Paz-Soldán, 2007).

Se registró también dos individuos del fringilo de cola bandeada *Phrygilus alaudinus* (familia Embarizidae, orden Passeriformes) en el transecto Av09, en este transecto se ubicó una fuga de agua de la tubería que abastece de agua a la ciudad de Marcona y que forma un pequeño parche de vegetación.

El fringilo de cola bandeada *Phrygilus alaudinus* es un emberízido raro a localmente común en matorrales montanos, bordes de campos de cultivo y común en matorrales secos. Es encontrado comúnmente en elevaciones bajas en el centro y sur del Perú. Son geográficamente variables en tamaño, en el desierto costero son más pequeños (Schulenberg et al., 2007).

Se le encuentra solo o en parejas, casi nunca forrajea en bandadas en lo que lo distingue de otros fringilos y semilleros. Forrajea en el suelo (Aves de Lima).

En esta misma formación vegetal se registran un transecto evaluado para el EIA del Parque Eólico Marcona y línea de transmisión. No se tienen registros para este transecto.

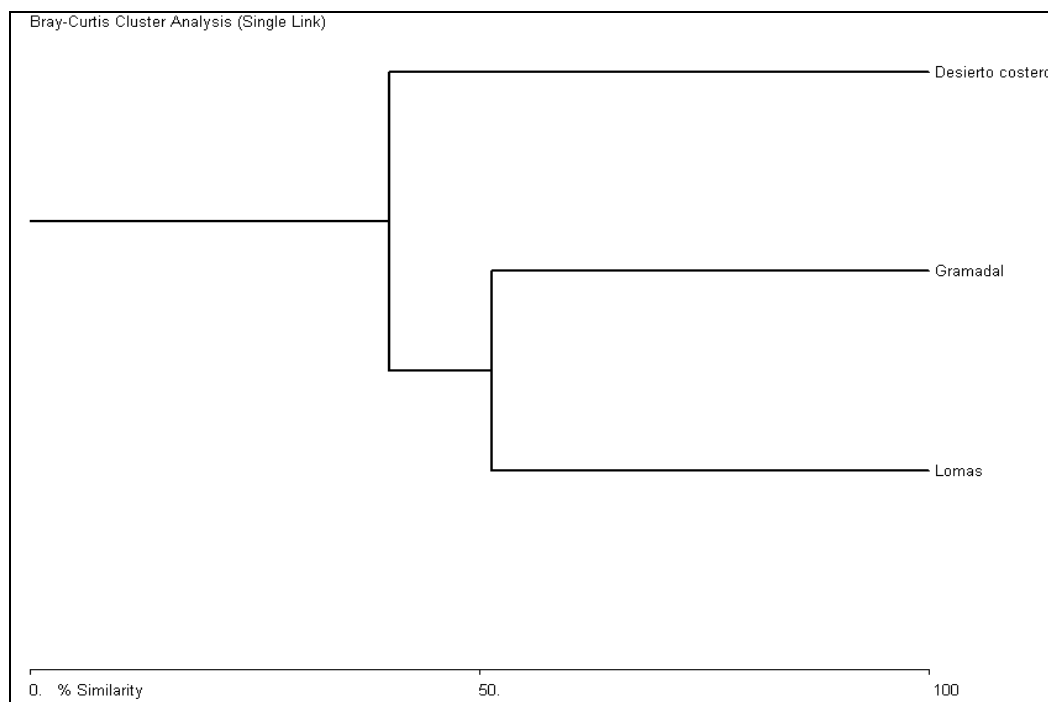
El índice de diversidad de Shannon Wiener obtenido para esta formación vegetal fue de 2.07 bits/ind., y el índice de dominancia de Simpson fue de 0.74 probits/ind.

4.2.3.5 ANÁLISIS DE SIMILITUD

El análisis de agrupamiento en pares ubica a las unidades de muestreo de acuerdo a su similaridad en cuanto a composición de especies y población para cada una. Este análisis elimina cualquier criterio subjetivo acerca de la catalogación de una formación vegetal basada solamente en inspecciones visuales o características fisionómicas del área de muestreo.

La figura 4.2.3-1 muestra un dendrograma de similaridad utilizando el índice de bray-curtis.

Figura 4.2.3-1 Dendrogramas de agrupamiento en pares para las formaciones vegetales del estudio utilizando el índice de Bray-Curtis



Fuente: Walsh Perú S.A. 2012

El grado de similitud entre las formaciones vegetales es relativamente alto con un valor de 0.59 para las formaciones vegetales de lomas y gramadal, esto debido a que comparten dos de las cinco especies registradas. Mientras que el desierto costero presenta un ligero distanciamiento debido a que especies presentes en las otras formaciones vegetales también están presentes, sin embargo los valores de abundancia por especies son mayores.

El índice de similitud nos da una idea de la particularidad de cada formación vegetal. Mientras más diferente en composición y estructura sea cada formación vegetal dentro de una área determinada, encierra una mayor importancia por la singularidad que posee.

4.2.3.6 ESPECIES INCLUIDAS EN CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN

4.2.3.6.1 Especies protegidas por la legislación nacional

Ninguna de las especies registradas se encuentra incluida en la *Categorización de especies amenazadas de fauna silvestre* D.S. 034-2004-AG.

4.2.3.6.2 Especies en alguna categoría de conservación internacional

En esta sección se analiza las especies registradas bajo las siguientes categorías de conservación: la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2010; BirdLife, 2009), las áreas de endemismo de aves EBAs (Stattersfield *et al.*, 1998) citada por BirdLife & Conservación Internacional, 2005; los indicadores de un solo bioma (BIOMA según Stolz *et al.* 1996), la *Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre* (CITES 2012) y la *Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales*

silvestres (CMS, 2012). Los resultados de todas las categorías de conservación internacional se resumen en el Cuadro 4.2.3 y se discuten a continuación.

Lista roja IUCN

Las categorías y criterios de la lista roja de la IUCN tienen por objeto servir como un sistema de fácil comprensión para clasificar a las especies de alto riesgo de extinción global (IUCN, 2001). Para datos considerados como adecuados se consideran estas categorías: en peligro (EN), vulnerable (VU), casi amenazado (NT) y preocupación menor (LC).

De las cinco especies registradas todas se encuentran incluidas en la categoría de preocupación menor (LC), las especies incluidas en esta categoría son de amplia distribución y con poblaciones abundantes por lo que no cumplen los criterios para ser incluidas en las tres primeras categorías. También están en esta categoría las especies registradas para la evaluación biológica del EIA Parque Eólico Marcona y línea de transmisión.

Áreas de endemismo de aves (EBAs)

Las EBAs son definidas como sitios donde habitan conjuntamente dos o más especies de distribución restringida o con una distribución menor a 50 000 km², poseen un nivel alto de endemismo de aves pero también de otros grupos de fauna y flora (BirdLife et al, 2005), constituyen una de las prioridades mundiales de conservación de la biodiversidad porque contienen un número importante de especies de aves y grupos de flora y fauna valiosa (Salinas et al, 2007).

El área de estudio se encuentra dentro Área Endémica para Aves (EBA) 052 denominada Vertiente Pacífica de Perú y Chile (En: BirdLife International & Conservation International, 2005)

No se registró especies restringidas a esta EBA.

Biomás

Un bioma se define como una comunidad ecológica regional principal, caracterizada por formas de vida características y especies vegetales propias. En América se ha adoptado la definición de biomas propuesta por Stotz et al en 1996 y la lista de especies de Parker et al. 1996 (BirdLife et al. 2005).

El bioma o región zoogeográfica a la que corresponde el área de estudio es el bioma del Pacífico Subtropical.

Apéndice de CITES

Una especie está incluida en el Apéndice II de la CITES, la lechuza de los arenales *Athene cunicularia*.

Registrada en la evaluación del EIA Parque Eólico Marcona el caracara cordillerano *Phalcoboenus megalopterus* se encuentra también en el Apéndice II de esta convención.

Este apéndice incluye a las especies que si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro, podrían llegar a esa situación a menos que el comercio de dichos especímenes no esté

sujeto a una reglamentación estricta. También se incluyen a especies no afectadas por el comercio pero necesitan una reglamentación que permita un control eficaz de su comercio (CITES, 1979).

En el Cuadro 4.2.3-3 se presenta la lista de especies incluidas en categorías de conservación internacionales.

Cuadro 4.2.3-3 Especies de aves consideradas en categorías internacionales de conservación

Orden	Familia	Especie	Nombre común	IUCN	CITES
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabeza roja	LC	-
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Oreopholus ruficollis</i> ¹	Chorlo de campo	LC	-
Charadriiformes	Thinocoridae	<i>Thinocorus rumicivorus</i>	Agachona chica	LC	-
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza de los arenales	LC	II
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus megalopterus</i> ¹	Caracara cordillerano	LC	II
Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero común	LC	-
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscigralla brevicauda</i> ¹	Dormilona de cola corta	LC	-
Passeriformes	Emberizidae	<i>Phrygilus alaudinus</i>	Fringilo de cola bandeada	LC	-

¹ especies registradas en EIA PEM

LC= Preocupación menor; II = Apéndice II del CITES

Elaboración: Walsh Perú, 2012

4.2.3.7 ESPECIES MIGRATORIAS Y CONGREGATORIAS

La *Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres* (CMS) considera especies migratorias a todas aquellas cuyas poblaciones o partes de ella franquee de forma cíclica y de forma evidente uno o varios límites nacionales. Este apéndice enumera a las especies migratorias cuyo estado de conservación es desfavorable y que necesiten acuerdos internacionales para su conservación y a aquellas cuyo estado de conservación se beneficiaría de acuerdos internacionales (CMS, 2003).

En esta evaluación solo se registró una especie incluida en el Apéndice II de la CMS, el gallinazo cabeza roja *Cathartes aura*, sin embargo esta especie tiene poblaciones residentes en el país por lo que se excluye de la lista.

En las evaluaciones del EIA Parque Eólico Marcona se registró aparte del gallinazo cabeza roja, al caracara cordillerano *Phalcoboenus megalopterus*, quien tiene poblaciones residentes por lo que también se le excluye de la lista.

Solo el chorlo de campo *Oreopholus ruficollis* es considerado dentro del Apéndice II, al ser una especie migratoria austral que viene durante los inviernos a las costas de nuestro país; a pesar de tener poblaciones residentes en el norte del país se le considera migratoria.

Cuadro 4.2.3-4 Lista de especies migratorias incluidas y no incluidas en la CMS

Orden	Familia	Especie	Nombre común	CMS	Migración
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i> *	Gallinazo cabeza roja	II	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Oreopholus ruficollis</i>	Chorlo de campo	II	Austral
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus megalopterus</i> *	Caracara cordillerano	II	

II= Apéndice II; * con población residente

Elaboración: Walsh Perú, 2012

4.2.3.8 ESPECIES ENDÉMICAS NACIONALES

No se registró especies endémicas en la zona del proyecto.

4.2.3.9 POSIBILIDAD DE AFECTACIÓN DEL PROYECTO SOBRE LAS ESPECIES REGISTRADAS

Las especies de aves que podrían ser afectadas por el proyecto son:

Gallinazo cabeza roja *Cathartes aura*; ésta es una especie muy común en toda el área del proyecto, como se menciona líneas arriba, fue registrada a una altura de vuelo aproximada de 80 -200 m. En general los buitres son aves especialmente afectadas por los parques eólicos debido a su capacidad de movimiento y a depender en buena parte de sus desplazamientos del viento. Tienen además una alta carga alar que en ausencia de corrientes de aire adecuadas hace que tengan una baja maniobrabilidad lo que aumenta su riesgo de colisión (Atienza et al., 2011).

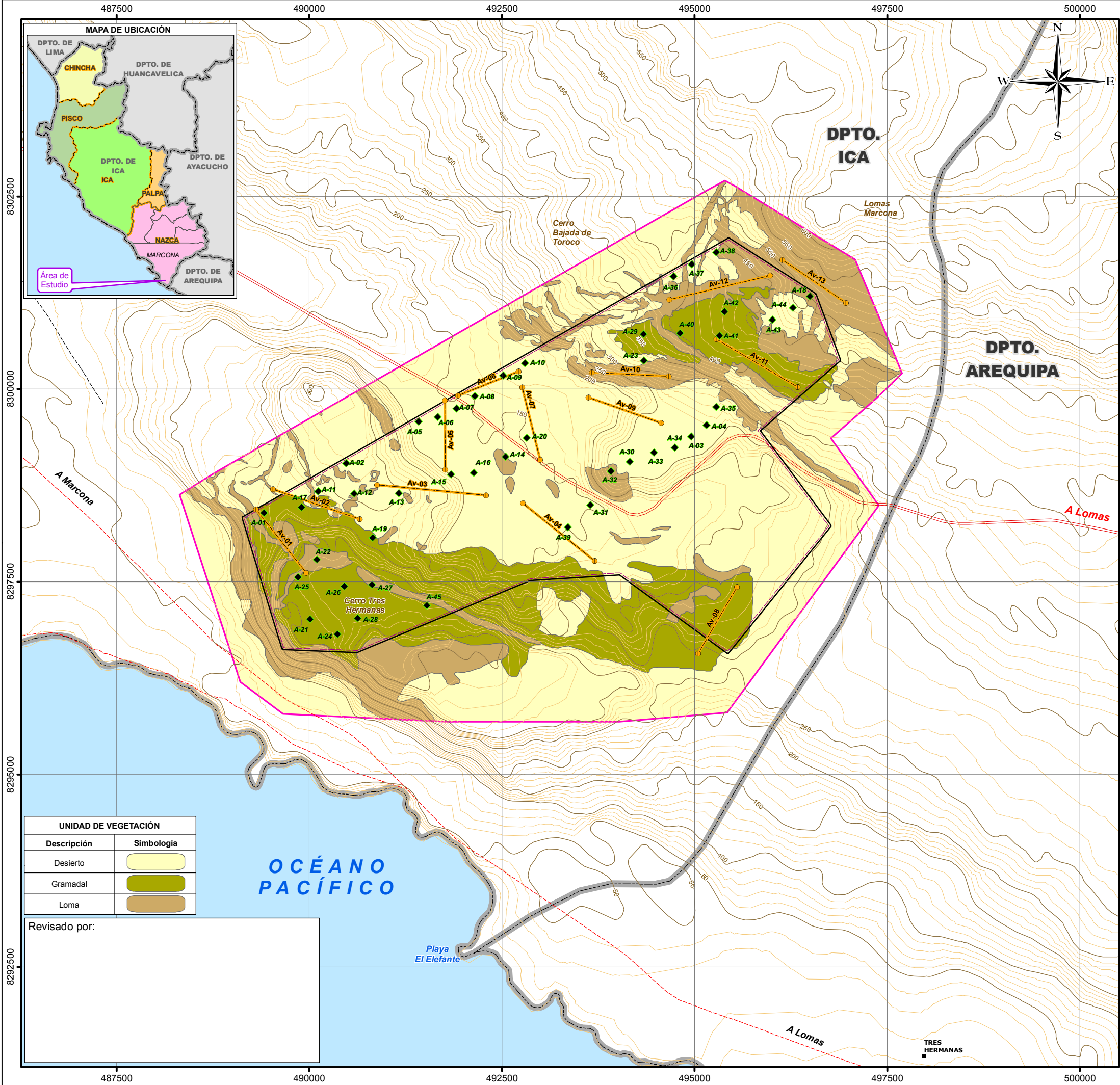
El chorlo del campo *Oreopholus ruficollis*, la dormilona de cola corta *Muscigralla brevicauda* (registradas en las evaluaciones del EIA Parque Eólico Marcona y línea de transmisión), la agachona chica *Thinocorus rumicivorus* y el minero común *Geositta cunicularia* fueron registradas en la zona donde se cimentarán los aerogeneradores, estas especies son muy crípticas es decir pueden llegar a mimetizarse con el entorno para no ser vistas, son de hábitos terrestres por lo que su hábitat y nidos podrían verse afectados debido a la remoción de tierra y circulación de vehículos, Para estas aves no existiría riesgo de impacto con las aspas por tener poca altura de vuelo (entre 1-4 m), existe, sin embargo, la posibilidad de colisión contra las torres de los aerogeneradores en días de escasa visibilidad por la neblina.

El caracara cordillerano *Phalcoboenus megalopterus* (registrado en las evaluaciones del EIA Parque Eólico Marcona y línea de transmisión) según referencias bibliográficas es un visitante ocasional de la costa y fue registrado fuera del perímetro de ambos parques eólicos. Los efectos podrían ser los mismos que para los gallinazos.

La lechuza de los arenales *Athene cunicularia*, fue registrada en el transecto Av03 ubicado en la formación vegetal del desierto costero donde también se instalarán aerogeneradores. La principal afectación se daría en la etapa de construcción donde se efectúan los trabajos de remoción de tierra para el establecimiento de las fundiciones. En la etapa de operaciones existe el riesgo de colisión contra las torres de los aerogeneradores en días de escasa visibilidad causada por la neblina.

El fringilo de cola bandeada *Phrygilus alaudinus*, fue registrado en el transecto Av09, esta zona está libre de aerogeneradores sin embargo no se descarta la presencia de esta especie en otras áreas del parque eólico donde podría sufrir riesgos de colisión contra las torres en días de escasa visibilidad.

Según Atienza et al., (2011) en un informe publicado por la SEO/BirdLife Madrid, no existe información suficiente acerca de la mortalidad de passeriformes en los parques eólicos.



Evaluación de Aves			
Código	Punto	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
Av-01	Inicio	489308	8298443
	Final	489963	8297615
Av-02	Inicio	489528	8298703
	Final	490654	8298315
Av-03	Inicio	490878	8298760
	Final	492292	8298625
Av-04	Inicio	492771	8298520
	Final	493705	8297771
Av-05	Inicio	491764	8298959
	Final	491761	8299857
Av-06	Inicio	491930	8299916
	Final	492719	8300232
Av-07	Inicio	492765	8300025
	Final	492997	8299085
Av-08	Inicio	495551	8297432
	Final	495045	8296569
Av-09	Inicio	493622	8299894
	Final	494566	8299561
Av-10	Inicio	493666	8300218
	Final	494666	8300166
Av-11	Inicio	495283	8300649
	Final	496337	8300030
Av-12	Inicio	494674	8301163
	Final	495983	8301477
Av-13	Inicio	496138	8301681
	Final	496965	8301122

SIMBOLOGÍA

Curva Principal

Curva Secundaria

Vía Afirmada

Vía No Afirmada

Trocha carrozable

Límite Departamental

Área de Influencia Directa

Área de Influencia Indirecta

COMPONENTES DEL PROYECTO

Aerogeneradores

Área de Concesión

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARQUE EÓLICO TRES HERMANAS

TÍTULO :

MAPA DE TRANSECTOS DE EVALUACIÓN DE AVES

DEPARTAMENTO: ICA	PROVINCIA: NAZCA	DISTRITO: MARCONA
PROYECCIÓN Y DATUM: Datum: WGS 1984 UTM - Zona 18 Sur Proyección: Transverso Mercator Falso Este: 500000.000000 Meridiano Central: -75.00 Falso Norte: 1000000.000000 Latitud de Origen: 0.00	Escala: 1:50 000 0 0.25 0.5 1 1.5 km	CLIENTE: PARQUE EOLICO TRES HERMANAS S.A.C.
ELABORADO POR: Walsh Perú S.A. Ingenieros y Científicos Consultores	PROYECTO: ELE1189	FECHA: Julio 2012
FUENTE: INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) IGN (Instituto Nacional Geográfico), COFOPRI (Comisión de Formalización de la Propiedad Informal)		PLANO: 4.2-3

4.2.2 REPTILES Y ANFIBIOS

4.2.2.1 GENERALIDADES

4.2.2.1.1 Introducción

Los ecosistemas del desierto costero peruano se caracterizan por presentar gran aridez y escasa biomasa vegetal, siendo los humedales, montes ribereños y lomas los más importantes (Ferreira, 1986); sin embargo, el ecosistema de desierto propiamente dicho, también es importante pues alberga fauna y flora con excelentes adaptaciones para desarrollarse y habitar en estos áridos paisajes, siendo los reptiles un grupo notable. Por otro lado, las lomas están consideradas como un ecosistema crítico el cual se encuentra en proceso de desaparición debido principalmente a la depredación humana (Zeballos et al., 2000), cambio del uso de suelos, entre otros. Es importante mencionar que en las lomas probablemente se encuentre la mayor diversidad biológica de la ecorregión denominada desierto costero peruano (Zeballos et al., 2000). En general, los ecosistemas desérticos son vulnerables a las actividades antrópicas que carecen de un desarrollo ecológicamente sustentable (Porta et al., 1994).

Entre la fauna del desierto costero, los reptiles son los animales más frecuentes y mejor adaptados, aunque también es posible encontrar anfibios, específicamente anuros, los cuales están restringidos a los ríos y valles que atraviesan el desierto.

Los anfibios y reptiles presentan gran importancia ecológica, pues son un componente conspicuo de las cadenas tróficas en los ecosistemas costeros, aportando estos significativos recursos alimenticios a mamíferos y aves, además de ser considerados buenos controladores de invertebrados y constituir excelentes indicadores de calidad ambiental debido a su alta sensibilidad a cambios en su medio.

La información existente acerca de la herpetofauna (anfibios y reptiles) del desierto costero peruano es limitada (Icochea, 1998) y orientada principalmente a los aspectos taxonómicos de las especies que comprende, aunque este es un aspecto sumamente importante, también se hacen básicos los datos ecológicos, los cuales hasta el momento son escasos. Cabe resaltar que gran parte de la herpetofauna del desierto costero peruano presenta algún grado de endemismo (Carrillo e Icochea, 1995), sin embargo, en la actualidad ésta viene siendo amenazada, presentándose como causante principal al avance de la urbanización el cual genera la destrucción de los hábitats naturales (Icochea, 1998).

Según Carrillo e Icochea (1995) en la ecorregión desierto costero peruano se tienen 48 especies de reptiles y revisando el trabajo de Rodríguez *et al.*, (1998), en esta sólo se presentan dos especies de anfibios. Para la franja de desierto costero del departamento de Ica, tomando los datos de Carrillo e Icochea (1995) y Rodríguez *et al.*, (1998), se tienen 13 especies de reptiles y sólo una especie de anfibio, los que se distribuyen en dos clases, dos órdenes y seis familias.

El objetivo de la presente evaluación es la caracterización de la herpetofauna dentro del área de influencia del proyecto, específicamente la determinación de los valores de composición, riqueza, diversidad y abundancia relativa de las poblaciones de anfibios y reptiles presentes.

4.2.2.2 ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto se ubica en el distrito de San Juan de Marcona, provincia de Nazca, departamento de Ica en Perú, el área de interés se encuentra dentro de la ecorregión denominada Desierto Costero Peruano (Brack, 1986), mientras que de acuerdo al sistema de zonas de vida de Holdridge, dentro de esta área se puede encontrar las siguientes zonas de vida: desierto desecado templado cálido, desierto perárido templado cálido y matorral desértico templado cálido (ONERN, 1976), el clima del área es considerado árido semicálido húmedo según SENAMHI (2012), y se encuentra entre los 130 y 500 msnm.

En el área de interés se identificó tres formaciones vegetales: desierto, gramadal y lomas.

Durante la presente evaluación el esfuerzo de muestreo realizado fue de 26 unidades muestrales (VES) las cuales se distribuyeron en las tres formaciones vegetales mencionadas anteriormente (ver cuadro 4.2.2-1); adicionalmente se incluyen datos cualitativos obtenidos durante las evaluaciones del EIA Parque Eólico de Marcona y línea de transmisión (aprobado en junio del 2011 mediante Resolución Directoral N° 183-2011-MEM/AEE) estos registros fueron obtenidos en la parte sur dentro del área de estudio del presente EIA.

Se presenta una breve descripción de las formaciones vegetales identificadas.

Loma

Formación vegetal que comprende áreas con presencia constante de vegetación arbustiva de tamaño pequeño, sustrato principalmente arenoso y pendiente variable.

Desierto

Se caracteriza por presentar muy escasa vegetación, relieve generalmente plano, con sustrato arenoso con piedras de diversos tamaños cuya abundancia es variable.

Gramadal

Ubicados principalmente en áreas planas elevadas, donde el viento es constante, con escasas piedras, presenta poáceas como vegetación preponderante y suelo es arenoso con superficie compacta.

Cuadro 4.2.2-1 Esfuerzo muestral realizado durante la evaluación de anfibios y reptiles

Formaciones vegetales	Unidades muestrales (UM)	Número de unidades muestrales	Tiempo de búsqueda intensiva (Hrs.)
Desierto	VES5, VES6, VES7, VES8, VES9, VES10, VES11, VES12, VES13, VES14, VES15, VES21, VES24, VES25, VES26.	15	7.5
Gramadal	VES1, VES2, VES3, VES22, VES23	5	2.5
Lomas	VES4, VES16, VES17, VES18, VES19, VES20	6	3.0
Total		26	13.0

Fuente: Walsh Perú S.A., 2012

4.2.2.3 COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD

4.2.2.3.1 Composición por área de estudio

Para establecer la composición de la herpetofauna del área de estudio, se consideró la totalidad de los registros obtenidos durante la evaluación, ya sean producto de métodos cuantitativos (VES) o cualitativos (registros oportunistas), se tomaron en cuenta los datos obtenidos durante las evaluaciones para el EIA Parque Eólico de Marcona y línea de transmisión.

En total se registró seis especies de reptiles, una serpiente y cinco lagartijas, pertenecientes a cuatro géneros, tres familias y un orden. No se registró ninguna especie de anfibio durante la evaluación. Las especies de lagartijas encontradas fueron *Ctenoblepharys adspersa*, *Microlophus peruvianus*, *Microlophus theresiae*, *Microlophus thoracicus* y *Phyllodactylus gerrhopygus*, las cuatro primeras pertenecientes a la familia Tropicuridae, mientras que *Phyllodactylus gerrhopygus* pertenece a la familia Phyllodactylidae. La serpiente registrada, *Alsophis elegans*, pertenece a la familia Colubridae.

En el Cuadro 4.2.2-2 se muestra la lista de especies registradas por formación vegetal.

Cuadro 4.2.2-2 Presencia de especies registradas dentro de las formaciones vegetales evaluadas.

Orden	Familia	Especie	Formaciones vegetales		
			Gramadal	Desierto	Lomas
Squamata	Colubridae	<i>Alsophis elegans</i>	TH		
	Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus gerrhopygus</i>	PEM	TH/PEM	TH/PEM
	Tropicuridae	<i>Ctenoblepharys adspersa</i>	TH	TH	PEM
		<i>Microlophus peruvianus</i>		TH/PEM	TH/PEM
		<i>Microlophus theresiae</i>	TH/PEM	TH	PEM
		<i>Microlophus thoracicus</i>	PEM		TH/PEM

TH: presencia durante la presente evaluación (EIA Parque Eólico Tres Hermanas),

PEM: presencia durante la evaluación EIA Parque Eólico Marcona.

Fuente: Walsh Perú S.A., 2012

4.2.2.3.2 Composición por formación vegetal

Gramadal

Para esta formación vegetal se tienen cinco especies distribuidas en cuatro géneros, tres familias y un orden. Durante la presente evaluación se registró a la serpiente *Alsophis elegans*, especie habitual del desierto costero peruano, el lugar del registro se caracterizó por presentar regular número de piedras grandes y vegetación rala. Por otro lado, las lagartijas encontradas fueron *Ctenoblepharys adspersa* y *Microlophus theresiae*, la primera fue registrada luego de la ubicación de su guarida (hoyos en suelo llano con tierra recién removida en la entrada) y posterior excavación del mismo, mientras que *Microlophus theresiae* fue encontrado termorregulando sobre una piedra. Adicionalmente, se tienen registros de las lagartijas *Microlophus thoracicus* y *Phyllodactylus gerrhopygus* para esta formación vegetal de acuerdo a las observaciones realizadas durante el EIA Parque Eólico Marcona y línea de transmisión.

Desierto

En esta formación se registró cuatro especies de lagartija, *Phyllodactylus gerrhopygus* (Phyllodactylidae), *Ctenoblepharys adspersa*, *Microlophus peruvianus* y *Microlophus theresiae* (Tropiduridae), las que se distribuyen en dos familias y un orden. *Phyllodactylus gerrhopygus* fue encontrado generalmente inactivos bajo piedras, debido a que son animales nocturnos; *Microlophus peruvianus* y *Microlophus theresiae* se encontraron en áreas con regular número de piedras, estos se encontraron termorregulando.

Lomas

En lomas se encontraron la mayoría de especies de reptil reportados en la presente evaluación, fueron frecuentes los registros de *Microlophus thoracicus* y *Phyllodactylus gerrhopygus*, la primera especie fue encontrada sobre las dunas cubiertas de vegetación y en la entrada de guaridas que eran hoyos ubicados en la base de los pequeños arbustos, por otro lado *Phyllodactylus gerrhopygus* fue encontrado bajo piedras. *Microlophus peruvianus*, fue encontrado bajo piedras y algunas termorregulando. *Microlophus theresiae* y *Ctenoblepharys adspersa* fueron registradas en esta formación vegetal durante las evaluaciones del EIA Parque Eólico Marcona y línea de transmisión.

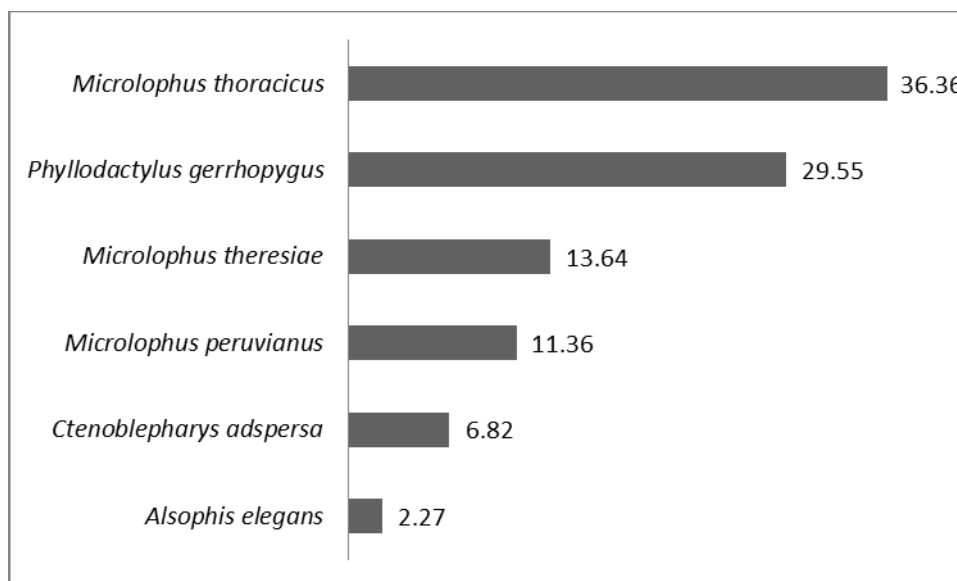
4.2.2.3.3 Abundancia, riqueza y diversidad

La determinación de los valores de los índices de diversidad, abundancia y riqueza se realizó tomando en cuenta datos cuantitativos los cuales se obtuvieron por medio del método estandarizado (VES).

En total se registró 44 individuos durante 13 horas de búsqueda dentro de las tres formaciones vegetales evaluadas, lo que genera una tasa de 3,38 individuos/hora, valor que podría considerarse propio para los hábitats costeros.

La formación vegetal que presentó mayor abundancia fue la vegetación de lomas con un total de 22 individuos encontrados y una abundancia relativa de 7,33 individuos/hora valor que puede considerarse alto entre los ecosistemas costeros; por otro lado, la formación de desierto contó con 19 individuos registrados y una abundancia relativa de 2,53 individuos/hora; mientras que la formación vegetal con menor valor para esta evaluación es la de gramadal, con tres individuos avistados y una abundancia relativa de 1,20 individuos/hora. La especie más numerosa fue *Microlophus thoracicus* con 16 individuos en total, seguido por *Phyllodactylus gerrhopygus* con 13 registros; las especies menos abundantes fueron *Ctenoblepharys adspersa* con tres registros y *Alsophis elegans* con un registro. Estos resultados están en concordancia con las características favorables que presentan las formaciones vegetales evaluadas para sustentar el normal desarrollo y la supervivencia de estos reptiles, así, el ecosistema de lomas, junto a otros (monte ribereño, humedales) son los que presentan mejor oferta de recursos (alimento, territorio, perchas, guaridas, etc.).

Figura 4.2.2-1 Abundancia (%) de especies registradas en el área del proyecto.



Fuente: Walsh Perú S.A., 2012

Luego de realizar el análisis de las abundancias en función de cada especie registrada en el área de interés, se determinó que *Microlophus thoracicus* es la especie más abundante en el área del proyecto y representó el 36,36% del total de individuos registrados, a continuación *Phyllodactylus gerrhopygus* abarcando el 29,55% del total de registros. *Microlophus theresiae* y *Microlophus peruvianus* presentaron abundancias moderadas con 13,64% y 11,36% respectivamente; los registros directos de *Ctenoblepharys adspersa* son pocos (6,82%) en comparación con las especies anteriormente mencionadas sin embargo, si se compara con los registros históricos en el área de su distribución los registros de esta especie durante la presente evaluación se pueden considerar altos; de acuerdo a los últimos reportes, esta especie es considerada rara, de distribución espacial muy dispersa y de bajas densidades (Pérez y Balta, 2007; Icochea 1998). La especie menos frecuente fue *Alsophis elegans* con una representatividad de 2,27%, lo cual es normal para los registros de serpientes (ver Figura 4.2.2-1).

Entre las formaciones vegetales, el desierto alcanzó el más alto valor de riqueza, con un total de cuatro especies registradas, en la formaciones lomas y gramadal se tiene una riqueza de tres especies (Ver Cuadro 4.2.2-2).

Cuadro 4.2.2-3 Índices de diversidad, abundancia y riqueza

Formación vegetal	Unidad muestral	Nº especies	Nº total	Nº individuos	Nº totales	H'	H' promedio	d	d promedio	1-D	1-D promedio
Gramadal	VES1	1	3	1	3	0	0.2	***	***	0	***
	VES2	0		0		0		***		***	
	VES3	2		2		1		1.44		0.5	
	VES22	0		0		0		***		***	

Formación vegetal	Unidad muestral	Nº especies	Nº total	Nº individuos	Nº totales	H'	H' promedio	d	d promedio	1-D	1-D promedio
	VES23	0		0		0		***		***	
Desierto	VES5	2	4	3	19	0.92	0.26	0.91	***	0.44	***
	VES6	1		2		0		0		0	
	VES7	1		1		0		***		0	
	VES8	1		2		0		0		0	
	VES9	0		0		0		***		***	
	VES10	1		1		0		***		0	
	VES11	0		0		0		***		***	
	VES12	1		1		0		***		0	
	VES13	2		2		1		1.44		0.5	
	VES14	0		0		0		***		***	
	VES15	2		2		1		1.44		0.5	
	VES21	2		2		1		1.44		0.5	
	VES24	1		1		0		***		0	
	VES25	1		1		0		***		0	
	VES26	1		1		0		***		0	
Lomas	VES4	0	3	0	22	0	0.55	***	***	***	***
	VES16	3		8		1.41		0.96		0.59	
	VES17	1		3		0		0		0	
	VES18	1		6		0		0		0	
	VES19	2		3		0.92		0.91		0.44	
	VES20	2		2		1		1.44		0.5	

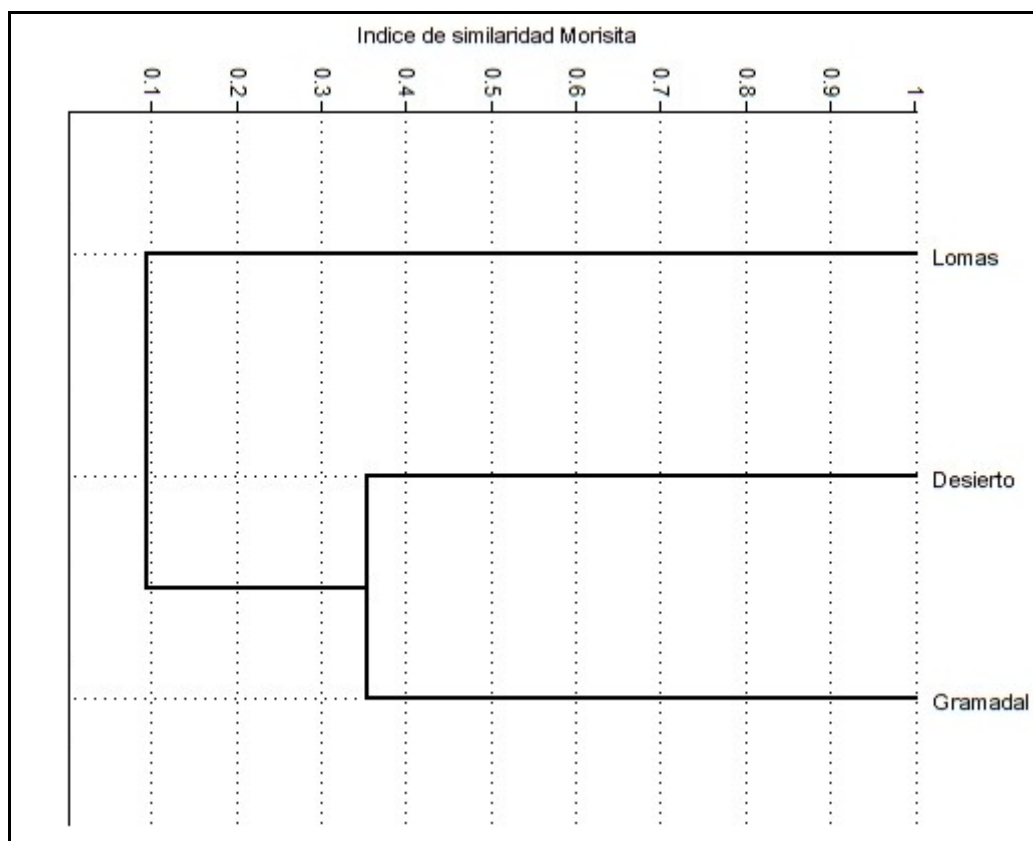
H': Índice de diversidad de Shannon-Wiener, 1-D: Índice de diversidad de Simpson, d: Índice de similaridad de Morisita

Fuente: Walsh Perú S.A., 2012

Se debe mencionar que el mayor valor de la diversidad promedio (0,55 bits/indiv.), el cual se establece con fines comparativos entre las formaciones vegetales evaluadas, lo presentó la formación de lomas (Ver Cuadro 4.2.2-3), este patrón está de acuerdo con algunas observaciones plasmadas en la literatura, donde se manifiesta que la lomas presentan la mayor diversidad biológica de la ecorregión Desierto Costero Peruano (Zeballos et al., 2000), esta condición de las lomas es causada por sus características estructurales y su oferta de recursos que hacen llevadera la vida de los reptiles.

La formación de desierto presenta el segundo valor de diversidad promedio más alto (0,26 bits/indiv.) para esta evaluación, mientras que la formación de gramadal presentó el menor valor de diversidad promedio (0,20 bits/indiv.) (Ver Cuadro 4.2.2-3). Los valores totales de diversidad de las tres formaciones vegetales que se encuentran entre 1,59 y 1,68 bits/indiv., en líneas generales son bajos en comparación con los valores para ecosistemas como los amazónicos, donde la herpetofauna presenta diferentes características y capacidades de adaptación.

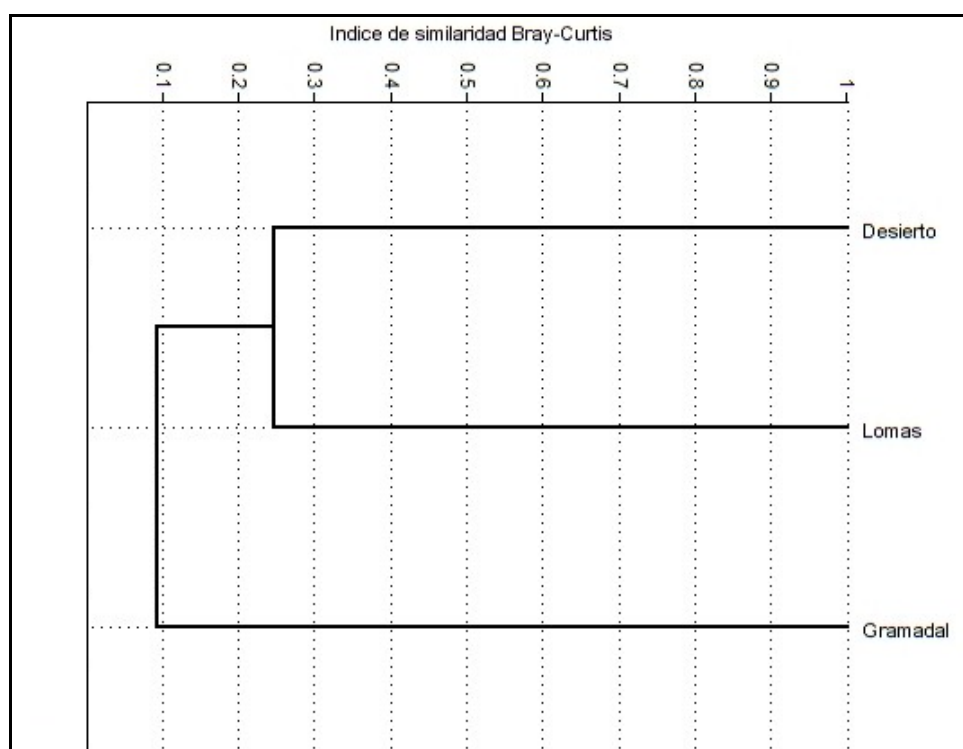
Figura 4.2.2-2 Similaridad de Morisita entre formaciones vegetales evaluadas



Fuente: Walsh Perú S.A., 2012

El índice de similaridad de Morisita es útil para comparar formaciones vegetales, hábitats o áreas de interés, este índice considera la riqueza y la abundancia de las especies de las áreas a compararse, este se considera un índice cuantitativo porque (Magurran, 2004). De acuerdo a nuestros resultados este índice nos indica que no hay similaridad entre las formaciones vegetales evaluadas, los valores oscilaron entre 0.35 y 0.00, indicándonos esto que no se da la formación de grupos (en el clúster) para el área de interés (ver Figura 4.2.2-2 y Cuadro 4.2.2-4).

Figura 4.2.2-3 Similaridad de Bray-Curtis entre formaciones vegetales evaluadas



Fuente: Walsh Perú S.A., 2012

El índice de similitud Bray-Curtis es uno de los índices de mayor eficacia en análisis de presencia – ausencia de especies (Magurran, 2004), este compara las áreas, hábitats, en función de especies compartidas. Para la presente evaluación los grados de similitud entre las formaciones vegetales son bajo, oscilando entre 0,24 y 0,0, observándose que no existe una similitud significativa entre las formaciones vegetales evaluadas (valores por debajo de 0,50) (Ver Figura 4.2.2-3 y Cuadro 4.2.2-4).

Cuadro 4.2.2-4 Valores de índices de similitud entre formaciones vegetales

Formaciones vegetales	Índice de similitud	
	Bray - Curtis	Morisita
Lomas-Desierto	0,24	0,18
Desierto-Gramadal	0,18	0,35
Gramadal-Lomas	< 0,1	< 0,1

Fuente: Walsh Perú S.A., 2012

4.2.2.4 ESPECIES INCLUIDAS EN CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN – HISTORIA NATURAL

Muchas de las especies del desierto costero peruano presentan algún grado de endemismo, entre los casos más resaltantes se tienen especies que sólo se encuentran en valles costeros, por ejemplo para Lima se tiene el caso por ejemplo de *Phyllodactylus sentosus* y *Stenocercus modestus*; varias especies de reptiles se distribuyen únicamente en hábitats particulares como son

las lomas, montes ribereños y gramadales (por ejemplo: *Microlophus thoracicus*, *Dicrodon heterolepis*, *Bothrops pictus*, entre otros), los cuales son de reducida extensión y de distribución a modo de parches en el desierto costero.

En la presente evaluación se registró a *Ctenoblepharys adspersa*, esta especie está catalogada como vulnerable (VU) de acuerdo a la legislación peruana (D.S. 034-2004-AG) y según la IUCN está catalogada como casi amenazada (NT) (Ver cuadro 4.2.2-5), por ello es importante su cuidado. Esta es una especie de distribución restringida y abundancia baja, por lo que su registro es raro lo cual se refleja en la existencia de pocos ejemplares en las colecciones científicas (Icochea, 1998). Esta lagartija es arenícola prefiriendo playas arenosas y dunas (Etheridge, 1995), se distribuye entre los 11° (Huacho, al Norte de Lima) y 15° de latitud sur (Localidad de Lomas, al norte de Arequipa). Esta especie es insectívora (Pérez y Balta, 2007) y presenta como amenazas principales la destrucción y fragmentación de su hábitat natural.

La lagartija *Microlophus thoracicus* es otra especie endémica del Perú, esta se encuentra muy asociada a las zonas con vegetación del desierto costero, encontrándoseles principalmente en las lomas, gramadales y bordes de humedales costeros. Se distribuye desde Talara (Piura) hasta el sur de Ica (Dixon y Wright, 1975), sus poblaciones son moderadas debido a su preferencia de hábitats, los cuales están distribuidos en parches de poca extensión, las hembras de esta especie presentan nidadas entre dos y cinco huevos (Dixon y Wright, 1975). *Microlophus thoracicus* no está presente dentro de categorías de conservación nacionales y de acuerdo a la IUCN aun no ha sido evaluada.

Microlophus peruvianus se distribuye a lo largo de toda la costa peruana hasta el norte de Chile. Esta especie habita principalmente entre las piedras y escombros de la zona intermareal, una muy delgada franja del desierto costero. Esta especie no está incluida en categorías de conservación nacionales, pero de acuerdo a la lista roja de especies amenazadas de la IUCN está contemplada como especie de preocupación menor (LC). Esta especie es considerada insectívora pero cuando tiene la ocasión o la necesidad pueden presentar una dieta omnívora. Las hembras de esta especie tienen nidadas que van desde los 02 hasta los 05 huevos (Dixon y Wright, 1975).

La lagartija de los arenales, *Microlophus theresiae* especie endémica del Perú se encuentra desde el sur de Huacho (Lima) hasta el sur de Ica. Esta especie prefiere ambientes arenosos cuando son juveniles, mientras que los adultos suelen encontrarse en lugares pedregosos. Esta especie no está incluida en categorías de conservación internacional o nacional. Esta especie es insectívora (Dixon y Wright, 1975). *M. theresiae* no se encuentra dentro de la lista de especies protegidas del D.S. 034-2004-AG, y todavía no ha sido evaluada por la IUCN.

Phyllodactylus gerrhopygus, se distribuye desde el sur de Lima (Aguilar *et al.*, 2007) hasta el norte de Chile, esta especie puede ser encontrada en casi todo el ancho de su distribución, desde las playas hasta las estribaciones andinas (Dixon y Huey, 1970), esta especie al parecer sólo pone un solo huevo por puesta (Dixon y Huey, 1970). *P. gerrhopygus* no está incluida en ninguna categoría de conservación nacional y tampoco ha sido evaluada por la Lista roja de la IUCN.

La serpiente no venenosa *Alsophis elegans*, se distribuye en la costa central y sur del Perú, esta es la especie más frecuente en la costa, sin embargo el conocimiento de su ecología es limitada. Esta especie no está incluida dentro de las categorías de conservación nacional, pero está contemplada como especie de preocupación menor (LC) por la IUCN.

Todas las especies registradas son susceptibles a amenazas como la modificación de sus hábitats.

Cuadro 4.2.2-5 Endemismo y categorías de conservación de las especies registradas durante la evaluación

Orden	Familia	INRENA	IUCN / CITES	Endemismo
Squamata	Familia Colubridae			
	<i>Alsophis elegans</i>	-	LC/-	Desierto central y sur del Perú Costero
	Familia Tropiduridae			
	<i>Ctenoblepharys adspersa</i>	VU	NT/-	Desierto central y sur del Perú (entre Huacho y Lomas) Costero
	<i>Microlophus peruvianus</i>	-	LC/-	Zona intermareal del Desierto Costero Peruano, desde Piura hasta el norte de Chile.
	<i>Microlophus theresiae</i>	-	-/-	Desierto central del Perú Costero
	<i>Microlophus thoracicus</i>	-	- /-	Zonas con presencia de vegetación en el desierto Costero Peruano entre Talara e Ica.
	Familia Phyllodactylidae			
	<i>Phyllodactylus gerrhopygus</i>	-	-/-	Desierto costero sur del Perú, también se encuentra en el norte de Chile.

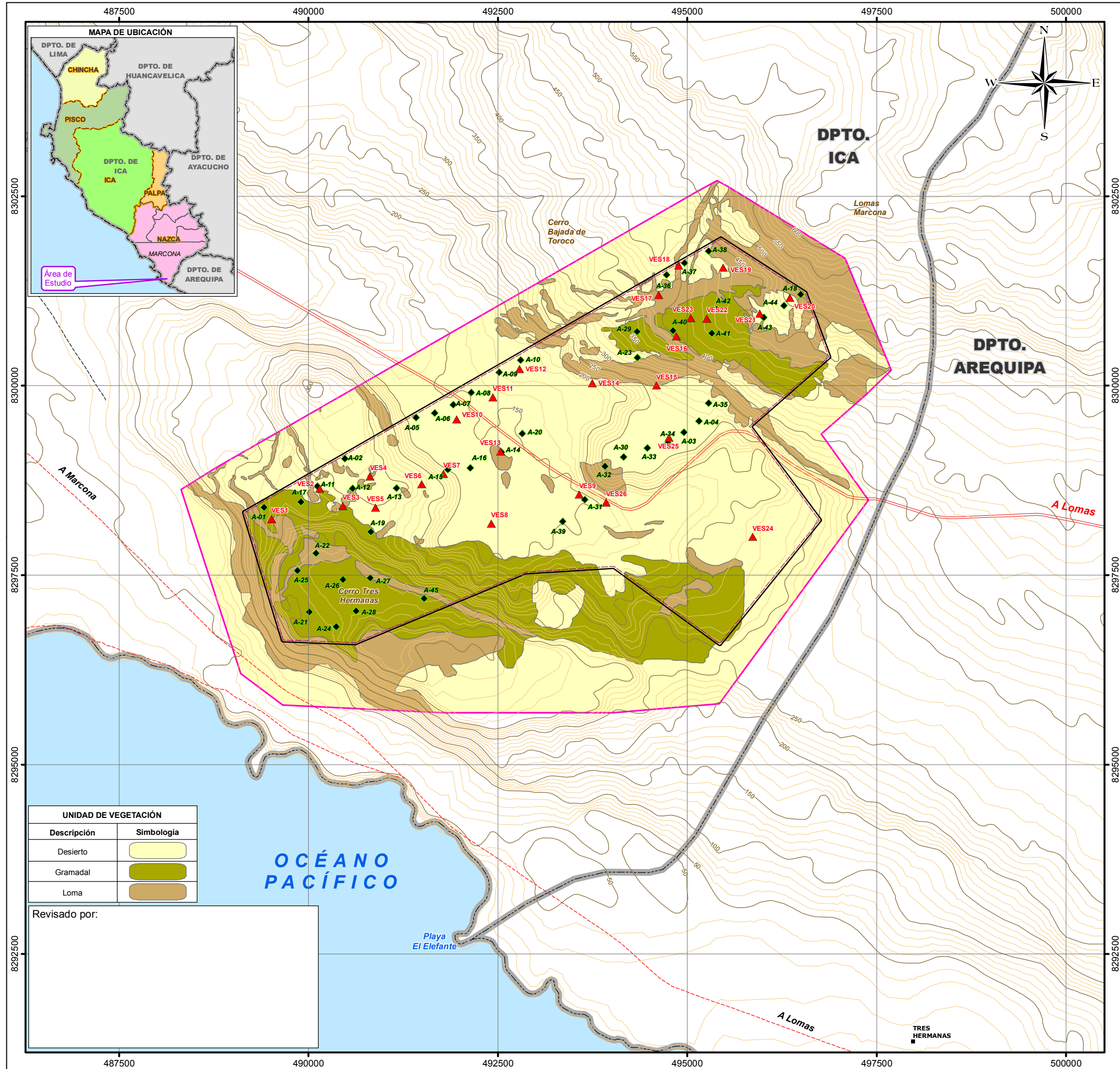
Fuente: Walsh Perú S.A., 2012

4.2.2.5 CONCLUSIONES











- Para este estudio la formación vegetal con mayor riqueza fue el desierto, mientras que los valores más altos de abundancia y diversidad promedio fue para la formación lomas.
- Considerando todas las formaciones vegetales evaluadas se registró un total 44 individuos, distribuidos en seis especies (cinco lagartijas y una culebra), cuatro géneros y tres familias, de los cuales cuatro especies pertenecen a la familia Tropiduridae, una a la familia Phyllodactylidae y una a la familia Colubridae.
- De acuerdo a los análisis de similitud las formaciones vegetales no presentan similitudes, estos valores son inferiores a 0.50, por lo que no se evidencia la formación de grupos entre estas.
- De las especies registradas *Ctenoblepharys adspersa* "lagartija cabezona", *Microlophus peruvianus* "lagartija peruana" y la culebra *Alsophis elegans* se encuentran dentro de categorías de conservación. *Ctenoblepharys adspersa* se encuentra incluida en la categoría de vulnerable (VU) de acuerdo a la legislación nacional, y casi amenazada (NT) según la lista roja de la IUCN, mientras que *Microlophus peruvianus* y *Alsophis elegans* se contemplan con la categoría de preocupación menor (LC), según la IUCN.

4.2.2.6 RECOMENDACIONES

Debido a que en la zona de estudio se presentan especies de reptiles protegidas y otras con algún grado de endemismo, se resalta la importancia de los monitoreos durante las fases de desarrollo del proyecto. Las actividades como el movimiento de tierras, compactación de suelos y remoción de vegetación afectarían las poblaciones de estas especies. La implementación de los monitoreos y programas como la reubicación de los individuos presentes en las áreas donde se darán las actividades más intensivas disminuirán los posibles impactos sobre las poblaciones de reptiles locales.



Evaluación de Herpetología			
Código ▲	Coordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)
	Este	Norte	
VES1	489512	8298244	223
VES2	490149	8298645	249
VES3	490451	8298415	243
VES4	490813	8298804	256
VES5	490886	8298393	250
VES6	491493	8298704	220
VES7	491781	8298838	150
VES8	492411	8298182	138
VES9	493574	8298569	139
VES10	491954	8299558	142
VES11	492433	8299851	183
VES12	492786	8300224	183
VES13	492536	8299137	156
VES14	493747	8300037	205
VES15	494593	8300006	294
VES16	494855	8300655	424
VES17	494621	8301201	413
VES18	494887	8301590	438
VES19	495474	8301561	445
VES20	496356	8301163	497
VES21	495957	8300954	486
VES22	495258	8300889	438
VES23	495046	8300896	436
VES24	495863	8298007	243
VES25	494759	8299317	299
VES26	493930	8298463	179

SIMBOLOGÍA	
Curva Principal	
Curva Secundaria	
Vía Afirmada	
Vía No Afirmada	
Trocha carrozable	
Límite Departamental	
Área de Influencia Directa	
Área de Influencia Indirecta	
COMPONENTES DEL PROYECTO	
Aerogeneradores	
Área de Concesión	

<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO TRES HERMANAS</p>			
<p>TITULO :</p> <p align="center">MAPA DE VES EVALUACIÓN DE HERPETOLOGÍA</p>			
<p>DEPARTAMENTO: ICA</p>		<p>PROVINCIA: NAZCA</p>	
		<p>DISTRITO: MARCONA</p>	
<p>PROYECCIÓN Y DATUM: Datum: WGS 1984 UTM - Zona 18 Sur Proyección: Transverso Mercator Falso Este: 500000.000000 Meridiano Central: -75.00 Falso Norte: 10000000.000000 Latitud de Origen: 0.00</p>		<p align="center">Escala: 1:50,000</p>	
		<p>CLIENTE: <i>PARQUE EOLICO TRES HERMANAS S.A.C.</i></p>	
<p>ELABORADO POR: Walsh Perú S.A. <small>Ingeniería y Científica Consultores</small></p>		<p>PROYECTO: ELE1189</p>	
		<p>FECHA: Julio 2012</p>	
		<p>PLANO: 4.2-2</p>	
<p>FUENTE: INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) IGN (Instituto Nacional Geográfico), COFOPRI (Comisión de Formalización de la Propiedad Informal)</p>			