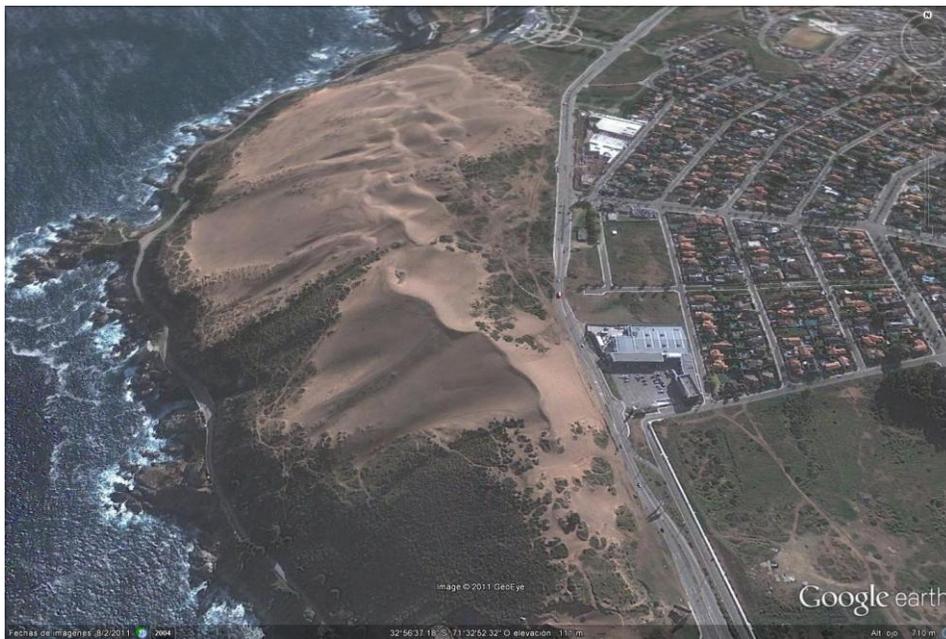




**Servicio Nacional de Geología y Minería
Subdirección Nacional de Geología y Minería
Departamento de Geología Aplicada**

Documento Externo

**Este trabajo fue efectuado por:
María Francisca Falcón
Ana Valdés**



**ANTECEDENTES GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS
DEL CAMPO DUNAR, PUNTA DE CONCÓN,
COMUNA DE CONCÓN
REGIÓN DE VALPARAÍSO**

FEBRERO DE 2012

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1.- Antecedentes de la solicitud	3
1.2.- Objetivos y alcance	3
1.3.- Protección legal del Campo Dunar	4
1.4.- Definiciones	5
2.- ANTECEDENTES GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS	6
3.- ESTABILIDAD DE LA LÍNEA DE COSTA EN EL ÁREA DE LA BAHÍA DE CONCÓN Y LA IMPORTANCIA GEOLOGICA DE LAS DUNAS.	12
4.- BENEFICIOS AMBIENTALES DEL CAMPO DUNAR DE CONCÓN	13
5.- CONCLUSIONES.....	14
6.- REFERENCIAS.....	16

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- Antecedentes de la solicitud

Se presenta este informe en respuesta al Alcalde (S) de la Ilustre Municipalidad de Concón, Sr. Paulo Pérez Villablanca, quien ha solicitado, mediante el Oficio Ordinario No. 1301 de fecha 13 de diciembre de 2011, la colaboración del SERNAGEOMIN, en la recopilación de los siguientes antecedentes técnicos y científicos respecto del Campo Dunar Punta de Concón:

- 1.-** El grado de peligrosidad y riesgo de la construcción en altura en el sector, especialmente del área que abarca la duna mayor.
- 2.-** Cuáles serían las restricciones de constructibilidad en un sector de suelo dunar, dada la condición de ser uno de los países mas sísmicos del mundo.
- 3.-** Cuáles son los beneficios ambientales que dicho sector aporta a la comuna y a la cuenca del Aconcagua, y
- 4.-** Cuáles serían los impactos negativos que significa la pérdida de este extraordinario patrimonio.

Como antecedentes, el Municipio indica que el campo dunar Punta de Concón abarca 50 hectáreas, de las cuales 19,5 se encuentran en la comuna y 2,5 hectáreas en la comuna de Viña del Mar. La superficie restante pertenece a una inmobiliaria que pretende urbanizar el sector para la construcción de edificios en altura.

1.2.- Objetivos y alcance

El objetivo de este informe es entregar una información técnica que dé cuenta del estado del conocimiento geológico y geomorfológico respecto del Campo Dunar Punta de Concón, con la finalidad de dar respuesta a la solicitud mencionada, en el marco de las competencias de este Servicio.

Para la confección del presente informe, se efectuó una visita de reconocimiento geológico del campo dunar, el día 10 de Enero de 2012, por las geólogas de SERNAGEOMIN, Ana Valdés y María Francisca Falcón, acompañadas por la geógrafa Bebe Henríquez Parada, encargada del Departamento de Medio Ambiente de la I. Municipalidad de Concón. La visita fue complementada con una revisión bibliográfica, a objeto de complementar y confirmar las observaciones efectuadas en terreno.

Al respecto, es importante señalar que la información geológica y geomorfológica sobre el campo Dunar, se encuentra contenida en diversas publicaciones e informes, por lo que fue necesario emplear un tiempo significativo en su búsqueda, compilación y

procesamiento, para dar respuesta a la solicitud respecto de un tema complejo y específico, con diferentes factores condicionantes.

1.3.- Protección del Campo Dunar

Declaración de Santuario de la Naturaleza:

Las dunas de Concón, oficialmente denominadas Campo Dunar de la Punta de Concón, están ubicadas entre la comuna de Concón y el balneario de Reñaca de la comuna de Viña del Mar, en el borde costero de la provincia de Valparaíso, y están declaradas Santuario de la Naturaleza por el Ministerio de Educación, mediante el Decreto No. 481 del 5 de agosto de 1993. Inicialmente, el Santuario cubría una superficie de 45 hectáreas, la que quedó reducida a 12 hectáreas por el Decreto No. 106 del 9 de marzo de 1994.

Los Santuarios de la Naturaleza están ligados, en Chile, especialmente a objetivos de educación, de tal forma que son declarados por el Ministerio de Educación, a través del Consejo de Monumentos Nacionales. La ley 17.288 de 1970, sobre Monumentos Nacionales, establece en su artículo 31: *"Son Santuarios de la Naturaleza todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado"*.

Un Santuario de la Naturaleza es un área protegida que tiene un espacio bien delimitado y administrado bajo un régimen especial de gestión, diferente al resto del territorio circundante. En un espacio protegido se busca mantener las especies que en él viven, y los procesos biológicos y ecológicos que han permitido que dichas especies hayan evolucionado hasta establecerse en ese lugar. En los espacios protegidos, se promueve, a la vez, el desarrollo de actividades de educación e investigación, que ayudan a comprender estos procesos evolutivos, es decir, contribuyen a comprender las causas de la biodiversidad.

En Chile existen 34 Santuarios de la Naturaleza, desde la Región de Antofagasta hasta Aysén. Los Santuarios de la Naturaleza forman un "grupo distinto" en las áreas protegidas del país, pues no están incluidos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), administrado por CONAF, lo cual les confiere un mayor grado de incertidumbre frente a su protección, pues la mayoría no cuenta con personal de control e información, como el servicio de guardaparques en reservas y parques nacionales.

Actualmente, los propietarios de los terrenos no protegidos, proyectan la construcción de edificios en altura en las dunas, razón por la cual, decidieron cerrarlas al libre acceso del público. El 29 de diciembre de 2012, la Corte de Apelaciones decidió no innovar en

cuando al cierre perimetral del Santuario, hasta que no se resuelva el recurso de protección.

Declaración de Geositio:

La Sociedad Geológica de Chile, en diciembre de 2011 declaró Geositio a las Dunas de Concón, a proposición de la comunidad geológica del país y en consideración a que la dimensión de este geopatrimonio en Chile es desconocida, y debe ser identificado, ya que su identificación y posterior preservación, contribuirá a la difusión de los valores de la ciencia geológica en el país, y a preservar, para generaciones futuras, sitios importantes para la ciencia, la cultura y la sociedad.

Se entiende por Geositio, un afloramiento, o varios afloramientos vecinos, que contienen un objeto geológico de valor, que vale la pena preservar. El valor puede ser de muy diversa naturaleza: estrictamente geológico, mineralógico, paleontológico, estructural, petrológico, geomorfológico, paisajístico. En el caso del Geositio de las Dunas de Concón, su valor es múltiple y, según la declaración del Geositio, está referido a: Escénico - Geológico - Geomorfológico y Estructural, debido a que las dunas tienen la particularidad de que no están siendo alimentadas por arenas de la playa, es decir están colgadas, separadas de la playa por un acantilado, por lo que corresponden a dunas fósiles, esta situación geomorfológica las hace muy frágiles.

1.4.- Definiciones

a.- Dunas

Las dunas litorales son depósitos eólicos de arena, cuya formación ocurre por efecto del aporte de sedimentos marinos y terrestres que se acumulan en la línea de playa por la acción combinada del oleaje y el viento, y cuyo asentamiento depende de la topografía y la vegetación (Tavares, 1996). Su origen está relacionado, directamente, con las modificaciones climáticas y del nivel del mar ocurridas durante el período cuaternario (Paskoff, 1970).

b.- Dunas litorales en Chile

Las dunas litorales de Chile Central se distribuyen, discretamente, a lo largo de la costa del océano Pacífico, representando solo el 3% del borde costero.

Estos sistemas naturales están sometidos a una fuerte presión de uso urbano, industrial, agrícola, forestal, minero y turístico, por lo que se observa una regresión de los sistemas dunarios en el país. En particular, las causas principales que producen regresión son: la interrupción del aporte de sedimentos terrestres debido a la regulación de los ríos y a la construcción de embalses; la expansión inmobiliaria; la extracción de áridos, y la eliminación del material vegetal de las dunas.

c.- Beneficios ambientales de las dunas litorales:

A escala global, las dunas litorales constituyen sistemas esenciales del equilibrio dinámico y sedimentario de las playas, puesto que actúan de las siguientes formas:

- Son una barrera natural de la acción marina hacia el continente, como ocurre con las marejadas y los tsunamis, protegiendo lagunas, humedales, estuarios, marismas y tierras bajas.
- Cortan el viento, hacia sectores deprimidos, y detienen el agua salada, lo que impide la contaminación de la napa freática y permite que el bosque se aproxime a la orilla del mar (Paskoff *et al.*, 2000).
- Cumplen diversas funciones ecológicas, permitiendo el desarrollo de formaciones vegetales y del hábitat de faunas (aves migratorias), con amplia pero fragmentada distribución.
- Los sistemas dunarios son el resultado de una constante interacción de los procesos geomorfológicos y biológicos, que, en condiciones extremas, hace posible la supremacía de uno u otro proceso, resultando en dunas activas (sin vegetación) o dunas estabilizadas (con vegetación).

2. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

Las Dunas Colgadas de Concón han sido descritas desde el punto de vista geomorfológico por Paskoff y Manríquez (2004), y corresponden a un campo dunar que se encuentra sobre un acantilado rocoso de topografía irregular, alcanzando alturas de hasta 120 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.).

El campo dunar se extiende entre Punta de Concón, por el norte y Punta Montemar por el sur, con una longitud máxima 3,74 km y un ancho medio de 0,3 km (Fig. 1). Sin embargo, actualmente solo se encuentran sin intervención urbanística menos de un tercio del área en el sector de Punta de Cabras, donde se aprecian formas de dunas transversales (Figs. 2 y 3).

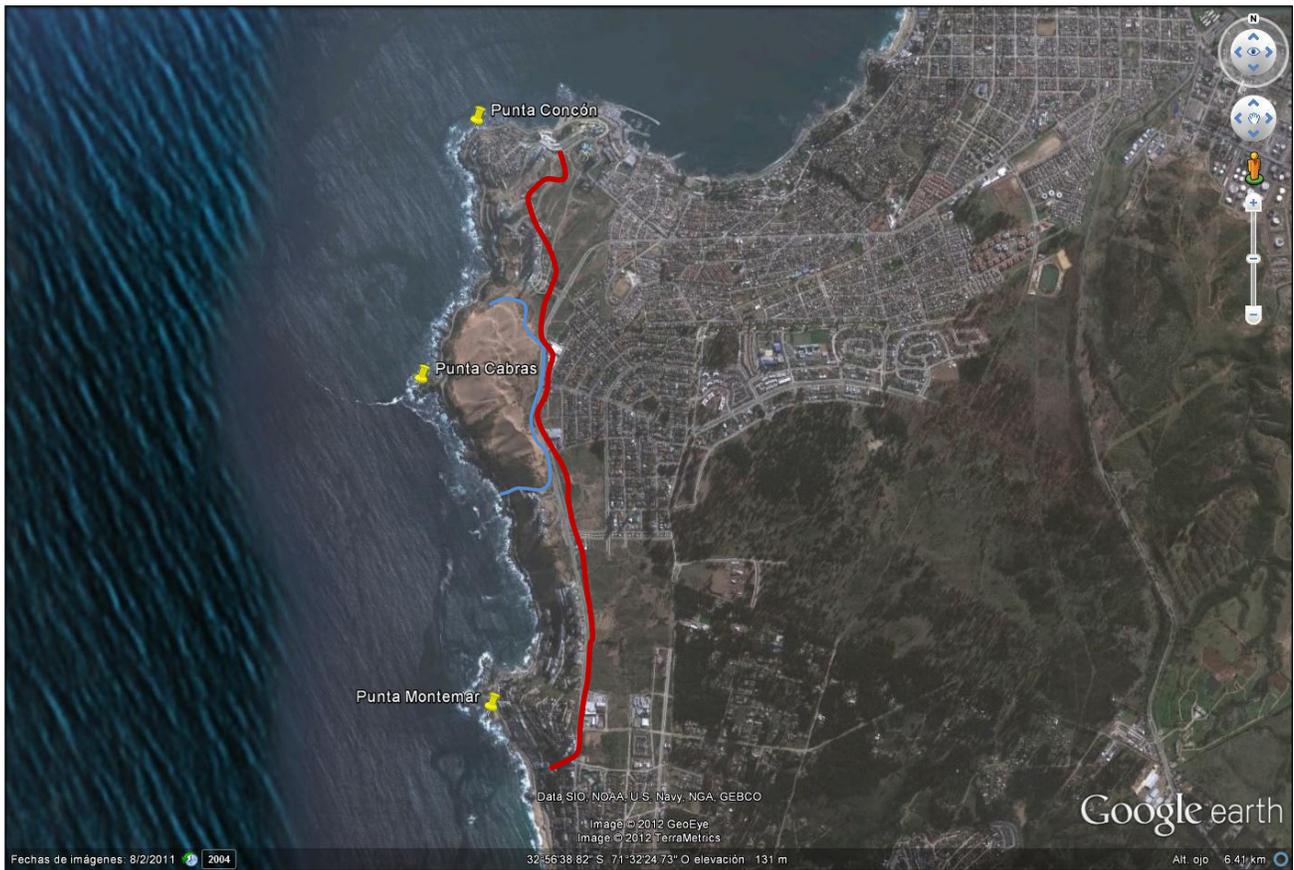


Fig. 1. Extensión de las denominadas Dunas Colgadas de Concón. Nótese que solo el sector de Punta Cabras, señalado con perímetro azul, se encuentra sin intervención urbanística. Con perímetro rojo se muestra la extensión total del Campo de Dunas.



Fig. 2. Vista desde Punta de Cabras hacia el sector de Reñaca y Cochoa. Al fondo, se observa duna intervenida por edificios. En primer plano, dunas remanentes, reactivadas, sin vegetación.



Fig. 3. Desde Av. Borgoño, cerca de Cochoa, se aprecia construcciones de edificios en las dunas.

Según Paskoff y Manríquez (2004), se trata de dunas relictas¹ y remanentes², pero que han sido localmente reactivadas por procesos eólicos actuales, y que ya no tienen alimentación de arenas frescas, por lo que corresponden a dunas fósiles o paleodunas.

Geológicamente, las dunas de Concón, son depósitos de arenas no consolidados cuyos componentes, las arenas, fueron transportadas por el viento y, finalmente, depositadas en el borde costero formando depósitos eólicos. Tales depósitos están compuestos, exclusivamente, por arenas amarillas de grano fino, de composición principalmente cuarzo - feldespática, provenientes de la meteorización de las rocas graníticas que afloran en la cordillera de la Costa de la región. Estas arenas fueron transportadas hasta el sector litoral por los esteros ubicados al sur del campo dunar (principalmente esteros

¹ Duna Relicta: duna naturalmente estabilizada por una cobertura vegetal cuya degradación provoca una reanudación de la actividad eólica.

² Duna remanente: duna que ha dejado de recibir arena fresca, pero sigue modelada por los vientos.

de Reñaca y Viña del Mar), desde donde, los granos más finos fueron transportados por el viento hasta la posición actual.

Las paleodunas de la costa chilena, se generaron en períodos interglaciales anteriores al actual y su edad correspondería a los períodos Holoceno y Pleistoceno, su formación se encuentra relacionada con variaciones climáticas ocurridas durante el Cuaternario. En los Interglaciales ocurrieron condiciones de climas similares al actual, con una estación seca prolongada y con vientos predominantes y eficaces del SW que formaron las dunas, las que una vez formadas, quedaron expuestas a las condiciones ambientales y comenzaron a sufrir procesos de pedogénesis y a ser gradualmente colonizadas por la vegetación que las estabilizó, generando paleosuelos. En muchas paleodunas es posible reconocer varios estratos de paleosuelos, lo que indica que una misma duna puede presentar varios periodos o edades de formación, ya que durante el cuaternario probablemente se repitieron condiciones geológicas y climáticas similares que favorecieron su formación.

Paskoff y Manríquez (2004), estiman que las dunas de Concón se formaron durante el Holoceno (10.000 a 7.000 años atrás), lo que evidencia condiciones climáticas de tendencia árida de tipo seco y cálido en dicho período geológico. Sin embargo, Castro *et al.* (2001), le asignan una edad pleistocena, más antigua que la considerada por Paskoff y Manríquez (2004), de acuerdo a los paleosuelos interestratificados que se reconocen en ellas, para los cuales indica que *"Se reconocen depósitos similares de paleodunas con suelos interestratificados en Punta Concón, cuyos horizontes areno-arcillosos, de alrededor de 1 metro de espesor en promedio, son una evidencia de que durante el Pleistoceno hubo varios episodios con actividad morfogenética del viento en que la arena depositada formó los campos dunarios que hoy se encuentran estabilizados."*

El basamento rocoso sobre el cual se apoyan las dunas de Concón, corresponde a rocas graníticas de edad paleozoica, las cuales forman el acantilado costero del área. Se trata de cuerpos plutónicos que se reconocen en la mayor parte del territorio de las comunas de Valparaíso, Viña del Mar y Concón (Fig. 4).



Fig. 4. En primer plano, afloramientos rocosos del acantilado costero; atrás, se observa vegetación sobre dunas estabilizadas. Los autos circulan por Av. Borgoño.

En el área de las dunas, estas rocas presentan colores claros, pardo rosados, se observan intruídas (cortadas) por filones oscuros, de rumbo norte-sur preferentemente subverticales, y presentan inclusiones de rocas metamórficas foliadas. Se observan con una baja frecuencia de fracturas, 1-2 fracturas por metro, lo que puede generar bloques métricos en caso de caída de rocas. También es posible, de acuerdo a la orientación de sus fracturas, que se generen volcamientos de rocas hacia la costanera (Av. Borgoño).

La forma del contacto entre las dunas y la roca basal evidencia que las arenas de las dunas se depositaron sobre un terreno rocoso, de formas irregulares; sin embargo, en general, la base de las dunas se encuentra a una altura mayor que 10 m s.n.m., razón por la cual su espesor promedio se estima entre 80 y 100 metros.

Las arenas de las dunas presentan buena permeabilidad, y en sectores se observan vertientes, desde las cuales el agua subterránea cae hacia la costanera (Av. Borgoño);

antes de la construcción de la costanera estas desembocaban en el mar. Se infiere que la alimentación de las vertientes es constante, puesto que, incluso en verano, la base de las dunas y la parte alta del basamento rocoso, se encuentran saturados de agua, la que escurre por las vertientes y por los numerosos drenajes horizontales en las construcciones y muros laterales de Av. Borgoño.

Estudios de SERNAGEOMIN efectuados por López *et al.* (2005), indican que las dunas del sector comprenden una zona de alto peligro a remociones en masa no canalizadas, debido a que su falta de cohesión posibilita la generación de deslizamientos y flujos de arena, y donde la pendiente topográfica no es relevante. Su compresibilidad es mala y ante cargas sufre asentamientos diferenciales, por lo cual carece de propiedades como suelo de fundación, siendo incapaz de sostener edificaciones.

El catastro del estudio antes mencionado, indica varios eventos históricos de remociones en masa no canalizadas, en el sector dunar o en sus cercanías, y que son:

Tipo de fenómeno	Fecha de ocurrencia	Comuna afectada	Dirección/Ubicación	Descripción de daños
Deslizamiento	Viernes, 18 de julio de 1980	Viña del Mar	Calle Barros Arana	Se produjeron deslizamientos desde dunas
Deslizamiento	Jueves 25 de junio de 1982	Viña del Mar - Concón	Camino Viña del Mar Concón	En varios puntos del camino se produjeron deslizamientos que cayeron a la calzada
Deslizamiento	Sábado 6 de septiembre de 1997	Viña del Mar - Concón	Sector Punta de Piedra, camino costero entre Concón y Viña del Mar	Ruta parcialmente inhabilitada
Flujo de barro	Lunes 3 de junio de 2002	Viña del Mar	Avda. Borgoño, a la altura de Las Ca�itas, Reñaca	En Av. Borgoño se produjo acumulación de barro proveniente desde sector de fuerte Vergara
Flujo de barro	Martes 4 de julio de 2002	Concón	Villa Concón II y Villa Aconcagua	Desde zona de obras habitacionales en lomas de Montemar, sobrevino flujo de barro hacia zonas bajas, producto de acumulación de material

3.- ESTABILIDAD DE LA LÍNEA DE COSTA EN EL ÁREA DE LA BAHÍA DE CONCÓN Y LA IMPORTANCIA GEOLÓGICA DE LAS DUNAS.

La morfogénesis de las costas chilenas inherente a las placas tectónicas y a los ciclos marinos asociados con el Holoceno Superior ha sido importante, generando una línea de costa de bahías con terrazas marinas y cordones de dunas. Paskoff (1970) muestra que la transgresión del Holoceno generó una paleo-línea de costas entre 1 y 5 metros. Paskoff *et al.* (2000), mediante datación ^{14}C de moluscos extraídos de depósitos de estuario y de cordones de dunas en Tongoy (30°S), estima edades de 6.380 ± 120 y 910 ± 90 . Por medio de diversas dataciones ^{14}C efectuadas en dunas, estos autores establecen una estabilización en la línea de costa desde hace unos 300 años y a 300 metros detrás de la actual posición.

Según Martínez (2007), no existen estudios previos en Chile que demuestren la relación entre cambios del nivel del mar y cambios en la línea de costa, excepto los correlacionados con fenómenos a gran escala, como el ENSO (El Niño-Southern Oscillation). Sin embargo, en el hemisferio norte, durante episodios del ENSO (1982-83 y 1997-98) el equilibrio de la línea de costa se ha visto modificado considerablemente. Por lo tanto, la preservación de las dunas de Concón tiene un gran interés científico, al ser parte de un proceso evolutivo que habría comenzado probablemente hace más de 6 mil años.

Diferentes parámetros han sido estudiados con el fin de determinar el grado de estabilidad de la línea de costa de la bahía de Concón y su relación con procesos litorales (Martínez *et al.*, 2011). En este estudio se concluye que la variabilidad espacio-temporal de la línea de costa al sur de la bahía, presenta un rango promedio de -0.55 m/año medidos entre 1945 y 2008. En el área norte de la bahía de Concón, el rango promedio de acreción es de 0.39 m/año, medidos entre los años 1954 y 2008.

Por lo tanto, la línea de costa, presenta un grado importante de estabilidad durante los últimos 65 años (Martínez, 2007). Estos registros históricos, demuestran que los cambios de la línea de costa, se encuentran asociados, parcialmente, al cambio de energía en el oleaje según las estaciones del año (verano - invierno), las cuales definen extremos de energía que se expresan en el cambio de los planos de depositación. Debido a que estos cambios implican variabilidad en el tamaño del grano en los sedimentos de la bahía, la preservación de las dunas de Concón es importante, ya que constituyen un registro natural de estos cambios energéticos en el pasado, no del todo esclarecidos.

Debido a la ubicación de Concón en un margen continental activo, el avance y retroceso de la línea de costa también se asocia al límite rocoso situado en el borde costero y no sólo a los cambios del nivel del mar. Martínez (2011), sostiene que el promedio del nivel del mar no produce importantes efectos en los cambios de la línea de costa y que, por lo

tanto, son los procesos tectónicos (terremotos asociados a la subducción, tsunami y teletsunami) el principal factor asociado al cambio de la línea de costa.

Los procesos de alzamiento y hundimiento de costas producto de terremotos de subducción (Atwater *et al.*, 1992, en Martínez *et al.*, 2011) dificultan la determinación del nivel marino que permitiría la reconstrucción de la evolución de la línea de costa a una escala de tiempo mayor. De acuerdo al tipo de costa analizada, estos procesos y los observados en el sur de Chile, como los glacio-eustáticos, parecen relevantes en el cambio de las costas chilenas. Por lo tanto, sistemas de dunas costeras en márgenes activos, se forman, en principio, en respuesta a las fases de suministro de arena abundante, pero aún es materia de investigación la importancia de actividad sísmica relacionada a la formación de las dunas o de su destrucción.

Pulsos de arena de tamaño medio producido por terremotos grandes, transportados a la costa por procesos geomorfológicos, pueden generar nuevas cadenas de duna. Las dunas costeras pueden ser pruebas naturales de acontecimientos catastróficos, en particular en las áreas tectónicamente activas del planeta. Sin embargo, el reconocimiento de algunos efectos de procesos sísmicos relacionados sobre dunas costeras no significa que estos fácilmente sean identificados en el campo, o aún estén presentes en el paisaje existente, por lo tanto las dunas sin duda son un registro paleosísmico (Goff *et al.*, 2008).

4.- BENEFICIOS AMBIENTALES DEL CAMPO DUNAR DE CONCÓN.

La conservación y protección de las dunas de Concón, tiene interés geológico, hidrogeológico e hidrológico, y geomorfológico, razón por la cual han sido declaradas Santuario de la Naturaleza por el Ministerio de Educación, y Geositio por la Sociedad Geológica de Chile.

Desde el punto de vista geológico, las dunas son el resultado de procesos de sedimentación ocurridos en el Holoceno y Pleistoceno. Estos procesos, aún en estudio, permiten comprender, entre otras cosas, la frecuencia de eventos violentos como terremotos y tsunamis ocurridos en el pasado, así como las variaciones de la línea de costa. Por lo tanto, el registro paleosísmico contenido en los cuerpos dunares, es de interés de las ciencias geológicas, ya que las costas chilenas cada cierto tiempo son afectadas por terremotos de alta intensidad, como lo demuestran el terremoto de mayo de 1960 y de febrero de 2010.

Desde el punto de vista hidrogeológico e hidrológico, las dunas de Concón constituyen una barrera natural a la acción marina hacia el continente, pues detienen el agua salada. Esto último, impide la contaminación de la napa freática y permite que la vegetación se aproxime a la orilla del mar, de tal forma de crear un ecosistema donde las especies

vegetales que se desarrollan en ellas, son capaces de colonizar un hábitat extremo, con escasez de nutrientes.

Desde el punto de vista geomorfológico, su interés radica en que cortan el viento hacia sectores deprimidos, lo que le confiere gran importancia, tanto al estudio de su origen y establecimiento, y de su dinámica de modificación, temporal y espacial, como a precisar las condiciones que favorecen su formación, morfología y características sedimentológicas.

5.- CONCLUSIONES

1. Las dunas litorales representan un 3% del borde costero en Chile. En el caso del campo dunar Punta de Concón, que corresponde a dunas litorales fósiles o paleodunas, este se encuentra intervenido en más de dos tercios de su superficie.
2. Los antecedentes que evidencian la importancia de su preservación, son de tipo administrativo y conceptual. Los primeros se relacionan con la declaración de Santuario de la Naturaleza efectuada por el Ministerio de Educación, y de GEOSITIO, por la Sociedad Geológica de Chile.
3. Los antecedentes de tipo conceptual tienen que ver con diversos estudios que señalan que la protección y preservación de las dunas tiene un importante interés geológico, hidrogeológico e hidrológico, y geomorfológico, pues constituyen, respectivamente:
 - Registro de su evolución y de las variaciones de la línea de costa, del nivel del mar y del clima, durante el Holoceno y Pleistoceno, así como de registro paleosísmico aún no bien estudiado.
 - Barrera natural ante la acción marina hacia el continente, pues cortan el viento hacia sectores deprimidos, protegiendo a la población.
 - Barrera natural para el ingreso del agua salada al continente, facilitando la creación de ecosistemas favorables al desarrollo de la flora y fauna continentales.
4. En consecuencia, la intervención del Campo Dunar de Concón con la construcción de edificios en altura, puede afectar, de la siguiente manera, a este Santuario de la Naturaleza:
 - Reactivación de los procesos eólicos, como se verifica en los Bosques Montemar (Concón).
 - Inestabilidad de los terrenos debido a la mayor carga que significa la construcción de edificios y a la remoción de arenas.
 - Activación de la erodabilidad de los frágiles suelos por pérdida de la capa natural protectora.

- Alteración de un área con un alto interés científico, hidrogeológico e hidrológico y geomorfológico.
- Deterioro y erosión en las etapas de construcción y urbanización, debido al tránsito de vehículos pesados.
- Peligro de remociones en masa en el acantilado costero debido a las obras de construcción y urbanización.

6.- REFERENCIAS

- Atwater, B.F.; Jiménez Núñez, H.; Vita-Finzi, C. 1992. Net late Holocene emergence despite earthquake-induced submergence, south-central Chile. *Quaternary International* 15/16; 77-85.
- Castro, C.; Calderón, M.; Zuñiga, A. 2001. Indicadores geomorfológicos de la fragilidad de paleodunas. *Revista de Geografía Norte Grande*, 28: 11-24.
- Goff, J.; McFadgen, B.; Wells, A.; Hicks, M. 2008. Seismic signals in coastal dune systems. *Earth-Science Reviews*. 89; 73-77.
- Lépez, L.; Wall, R.; Prat, M. 2005. Peligro de remociones en masa e inundaciones de las ciudades de Valparaíso, Viña del Mar y Cón Cón, Región de Valparaíso. SERNAGEOMIN, Informe Registrado IR-05-29, 24 p., 3 anexos, 2 mapas, escala 1:10.000.
- Martínez, C. 2007. Cambios en la línea litoral de las bahías de Concón y Algarrobo, Chile Central. *Revista de Investigaciones Marinas*. 35; 99-112.
- Martínez, C.; Quezada, M.; Rubio, P. 2011. Historical change in the shoreline and litoral processes on a headland bay beach in central Chile. *Geomorphology*.135; 80-96.
- Paskoff, R. 1970. *Recherches Géomorphologiques dans le Chili semi-aride*, Bordeaux, Biscaye Freres, Imprimeurs, 420p.
- Paskoff, R.; Manríquez, H. 2004. *Las Dunas de las Costas de Chile*. Ediciones Instituto Geográfico Militar, Santiago, Chile. 112 pp.
- Paskoff, R.; Manríquez, H.; Cuitiño, L.; Petiot, R. 2000. Características, origen y cronología de los cordones dunares de la playa de Santo Domingo, Región de Valparaíso, Chile. *Revista Geológica de Chile*. 27; 121-131.
- Tavares, C. 1996. *Propuesta de uso del suelo en las dunas litorales de la provincia de Arauco VIII Región, Chile*. Tesis Doctoral en Ciencias Ambientales. Escuela de Graduados de la Universidad de Concepción, Concepción.

MFF/AV/svg.

Santiago, febrero 2012.