



## ANEXO 2

# BIODIVERSIDAD EN EL TERRITORIO DEL ÁREA METROPOLITANA DE VALPARAÍSO Y SATÉLITE QUINTERO - PUCHUNCAVÍ

SEREMI MINVU REGIÓN DE VALPARAÍSO  
JUNIO 2013



**PLAN REGULADOR METROPOLITANO DE VALPARAÍSO**  
**ESTUDIO FUNDADO DE RIESGOS**



Adolfo Balboa Monroy

Ingeniero Civil - Universidad Técnica Federico Santa María,  
Máster en Diseño y Cálculo de Edificios - Universidad Mayor



### 3.2.3. ÁREA DE RIESGO DE INUNDACIÓN POR CAUCES (AR 1).

#### 3.2.3.1: Introducción

El factor detonante de los riesgos de crecidas de cursos de agua, es básicamente el agente pluviométrico.

Entre los riesgos sobre los caudales se pueden citar que las condiciones climáticas ejercen su acción y se encuentran los riesgos de anegamiento, de inundación, de derrumbes, de deslizamiento y de aluviones (Peña *et al*, 1993). En ese sentido, existe una directa correlación entre los fenómenos pluviométricos estacionales y los incidentes de avalanchas, rodados, aluviones o erosiones. Dicha fenómenos se ven amplificados por el incremento de caudales, desbordes de cauce, arrastre de material, surgidos a través del dinamismo de quebradas por lluvias ocasionales. Dicho autor, señala que se han registrado precipitaciones con intensidades diarias de máximas de 148,9 mm y que los procesos de derrumbes, deslizamientos e inundaciones se han producido con umbrales acumulados en tres días, de 140 y 190 mm respectivamente.

Las áreas de riesgo por inundación se determinan por corresponder a terrenos inundables por su cercanía a cuerpos de agua ya sea de carácter detenido (lagos, lagunas, napas, vegas, embalses, etc.) o corrientes (ríos, esteros).

Se ha observado que la frecuencia de ocurrencia de las inundaciones ha aumentado, ocasionando graves daños, entre los factores de origen de grandes crecidas figuran varios por causas antrópicas dado por la rectificación de los cauces, así como por la ocupación de lechos y deforestación de cuencas.

Sin perjuicio que las inundaciones son el resultado de la singularidad climática y a la morfología del área, también tienen una directa relación con no haber considerado el riesgo en los procesos urbanización y planificación de los territorios.

Es evidente, por lo tanto, que asociado a cada cruce de estero mayor y río importantes existe un riesgo por inundación de los terrenos ribereños, así como socavaciones por las crecidas que normalmente se producen de tiempo en tiempo debido a lluvias muy concentradas intensas y/o prolongadas. El riesgo es mayor en la medida que la cuenca sea más grande y sus coeficientes de escorrentías cercanos a la unidad.

Los ríos y esteros principales localizados en el territorio del Plan que generan riesgos por inundación en los terrenos aledaños son:

- Estero Puchuncaví o Campiche.
- Estero Quintero.
- Estero Mantagua.
- Río Aconcagua.
- Estero Reñaca.
- Estero Viña del Mar y Marga Marga.
- Estero El Sauce.
- Estero El Jote.
- Estero Casablanca.

El Estero Marga - Marga es el curso natural superficial que evidencia más evidentemente riesgo natural por inundación ya que es una zona sensible, pues se trata de una quebrada costera de corto desarrollo y de pendiente pronunciada.



Semejante condición, presentan los esteros Reñaca y Quilpué, los que ante el efecto de lluvias prolongadas han evidenciado desborde de sus cauces generando inundaciones.

Asociados a los cauces de ríos y esteros se identifican como áreas de riesgo por inundación, los terrenos adyacentes a las vegas, éstas corresponden a aquellos sectores bajos, frecuentemente inundados por aguas dulces o salobres, que se encuentran próximos a la desembocadura de los ríos y esteros, estos sitios, cordones litorales arenosos, obstruyen temporalmente la desembocadura de los cauces inundando los terrenos aledaños a sus riberas.

Las vegas, se alimentan tanto de flujo hídrico superficial como sub-superficial, y presentan un aspecto de cubierta herbácea siempre verde, y una napa freática en general a muy poca profundidad (menos de 2 m).

En el territorio del plan destacan con estas características las siguientes:

\*La desembocadura de los Esteros:

Campiche,  
Mantagua,  
Ritoque,  
Casablanca,  
Los Moteros,  
El Sauce,  
Curauma,

\*Curso Inferior del Río Aconcagua

\*Curso inferior Estero Reñaca y Marga Marga,  
\*Las Vegas de Santa Julia, en el cauce del estero Quintero,  
\*Las lagunas de Ventanas, Tunquén y Laguna Verde,  
\*La desembocadura del Río Aconcagua.

También presentan riesgo por inundación ante eventuales desbordes de los cuerpos de agua los siguientes sectores considerados en el Plan.

- Aguas abajo del Tranque El Peral
- Aguas abajo Tranque Las Cenizas
- Aguas abajo Tranque La Luz
- El Manzano
- Pitama
- Lo Orozco
- Lo Ovalle
- Los Perales
- Estero Lagunillas
- Estero El Manzano
- Embalse El Criquet
- Tranque El Plateado
- Embalse El Caracol
- Embalse Peñuelas
- Embalse Las Cenizas
- Embalse La Luz



### 3.2.3.2: Antecedentes y análisis

#### 3.2.3.2.1: Análisis Conceptual General Modelos Hidráulicos

En primer lugar, es preciso señalar que no se desarrollaron modelaciones numéricas de flujos de inundación, que permitieran calcular los respectivos períodos de retorno ( $T_r$ ), intensidades de precipitaciones máximas de diseño, estimaciones de coeficientes de escorrentía, cálculo de tiempos de concentración de cada cuenca, pendientes longitudinales promedio de las cuencas, y en especial los resultados de cotas máximas de inundación entre otros parámetros, para una toma de decisiones de mayor exactitud a nivel de planificación urbana comunal. Considerando que el presente análisis posee una escala de trabajo intercomunal 1:50.000.

Especificamente, para el análisis del sistema del drenaje de aguas lluvias en sectores urbanos, se requiere disponer de antecedentes hidrológicos, de terreno y del entorno ya urbanizado, a una escala adecuada, de manera de estimar de acuerdo a los criterios propuestos por el respectivo plan.

En los antecedentes hidrológicos, es preciso conocer las precipitaciones para estimar los caudales afluente de crecidas de por ejemplo, 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años de período de retorno, tanto en condiciones naturales como con la zona totalmente desarrollada por la expansión urbana propuesta por el plan.

Existen varios modelos y procedimientos alternativos para definir un caudal de diseño para el drenaje urbano, los cuales son más o menos pertinentes en distintas situaciones, dependiendo de la información hidrológica disponible y de las singularidades de la cuenca. Todos ellos tienen un cierto grado de subjetividad y suponen distintas hipótesis.

El objetivo del cálculo de la crecida de diseño es dimensionar, las obras de drenaje, áreas de inundación, entre otras de manera que operen adecuadamente en la mayoría de las situaciones que se enfrente, y fallen sólo con una baja probabilidad cuando se sobrepase el valor de la crecida de diseño. Por lo tanto, para optar una crecida de diseño es necesario asociar una probabilidad de ocurrencia a las distintas magnitudes de la crecida.

Dicha probabilidad de ocurrencia se encuentra directamente relacionada con el Período de Retorno “ $T_r$ ” que se le asigne al proyecto o plan en cuestión. Este valor lo fija el proyectista o analista de los riesgos del Instrumento de Planificación Territorial, atendiendo a la importancia del plan.

Cabe señalar, que si tanto el área de la cuenca o su tiempo de concentración son mayores a ciertos valores predestinados, se recomienda usar tormentas de diseño de 24 horas de duración.

El tiempo de concentración de una cuenca es el que transcurre desde el inicio de una tormenta de intensidad uniforme para que toda la superficie de la cuenca aporte al escurrimiento en la salida.

La importancia de dicho valor radica en que, si se seleccionan tormentas de duraciones mayores al tiempo de concentración se asegura que la superficie aportante es la máxima.

Los modelos de precipitación-escorrentía, a través de métodos indirectos para el estudio de crecidas, son procedimientos que admiten transformar la precipitación efectiva en escorrentía.



Así de esta forma, es factible aprovechar la mayor cantidad de antecedentes de precipitación existente, para extender así, registros escasos de caudal y mejorar de esta manera los métodos para estimar crecidas en aquellos puntos que no cuentan con información, o bien, ésta es escasa.

Dentro del ámbito de los modelos precipitación-escorrentía existe gran variabilidad entre los procedimientos disponibles, donde a medida que la complejidad aumenta, se incrementan también las necesidades de información de base para aplicarlo.

El método más utilizado en el diseño de los sistemas de drenaje urbano, corresponde al método racional.

Dicho método es ampliamente utilizado para estimar el caudal de diseño en cuencas urbanas y rurales pequeñas, debido a su evidente lógica y simplicidad. Pero que presentan ciertas hipótesis como las siguientes:

- La intensidad de lluvia es constante durante toda la tormenta.
- El tiempo de concentración es el tiempo para que la escorrentía se establezca y fluya desde la parte más remota del área de drenaje hacia el punto de control.
- La tasa de escorrentía máxima calculada en el punto de salida de la cuenca, es una función de la tasa de lluvia promedio durante el tiempo de concentración. Por lo tanto, no resulta de una lluvia más intensa, de menor duración, durante la cual solamente una porción de la cuenca contribuye a la escorrentía a la salida de ésta.

El método en cuestión se recomienda para cuencas con áreas aportantes menores de 1.000 (Hás.), pero se reportan casos de aplicación a cuencas del orden de 30.000 (Hás.). Este método establece que el caudal máximo es proporcional a la lluvia de diseño, coeficiente de escorrentía y al tamaño de la cuenca aportante.

El caudal máximo asociado a un determinado período de retorno se calcula con la siguiente expresión:

$$Q = \frac{(C \times I \times A)}{3.6}$$

Donde:

Q: caudal máximo de crecida en [m<sup>3</sup>/s].

C: coeficiente de escorrentía de la cuenca.

I: intensidad de la lluvia de diseño, en [mm/h].

A: Superficie de la cuenca aportante en [km<sup>2</sup>].

En el punto 3.2.2.2.3, de análisis de los Planes Maestros de Aguas lluvias, se detalla el procedimiento a seguir, una vez obtenido el caudal de diseño, para la obtención de las zonas de inundación.

No obstante lo anterior, el presente análisis del Instrumento de Planificación Territorial, se realizaron estimaciones de los aumentos de escorrentía superficial, a través del método Racional, dicha simplificación proviene principalmente de considerar la escala del Plan.

A continuación se explican resumidamente los procedimientos estudiados.



### 3.2.3.2.2: Metodología estimación aumento escorrentía superficial por procesos de urbanización

Con el fin de realizar una calificación del aumento en escorrentía superficial producto del aumento de impermeabilidad en las zonas contempladas para urbanización (Zonas de Extensión Urbana), se consideró la siguiente metodología:

De las formulas hidrológicas de cálculo existentes, se consideró el Método Racional resumido anteriormente, aplicable a tamaños de cuencas menores a 10 ( $\text{km}^2$ ), en el caso del PREMVAL las superficies mayores a evaluar son de 2.500 (Hás.), y para los fines de la evaluación, se considera y contempla parámetros estimables para los alcances necesarios.

La metodología contemplará la comparación entre los escurrimientos en situación antes y después de urbanizar.

Al comparar caudales a un mismo tamaño de superficie aportante se tiene que:

$$\Delta Q = A \times (C_0 \times I_0 - C_1 \times I_1)$$

Donde  $C_0$  y  $I_0$ , representan la condición inicial e  $C_1$  y  $I_1$  la condición final, de los coeficientes de escorrentía e intensidades de diseño.

Los parámetros que influyen en el cambio de caudal son el Coeficiente de escorrentía y la Intensidad de lluvia. Sin embargo para los efectos de la estimación a realizarse, la intensidad no se considerará dado que su variación entre ambas situaciones es menor, principalmente por que el único parámetro que se modifica en su obtención, el tiempo de concentración no la hace sustancialmente, como también los parámetros de largo escurrimiento y diferencia de su cota.

Por lo tanto se puede resumir como:

$$\Delta Q = A \times (I \times \Delta C)$$

Por lo tanto se desprende que es el Coeficiente de escorrentía (CE) es el que tiene mayor significancia. Este se analizará para cada una de la Unidades Ambientales (UE), determinándose según sus características geomorfológicas, edáficas y de cobertura del suelo, los valores de CE se han obtenido de "Elementos de Hidrología" de B. Espíndola y E. Brown, U. De Chile. Los valores de impermeabilización de suelo varían los tipos de cubierta de pavimentos, techos, etc. según lo planteado por el MINVU en los manuales para determinación de aguas lluvias, estos varían entre 0,7 y 0,95. Para los efectos del análisis se ha considerado el valor de 0,8 para las zonas impermeables. Cabe mencionar, que dichos valores son simplificaciones, con limitaciones que no incorporan la variación del CE en función del Tr y detallamiento en función de las respectivas pendientes.

Los valores planteados por la bibliografía son:



Suelos Cobertura	Terrenos cultivados	Praderas	Terrenos boscosos
<b>Suelos arenosos o con alta infiltración</b>	<b>0,20</b>  <b>Pend.&lt;2%: 0,05-0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,10</b>
<b>Suelos franco limosos O con tasas de infiltración media</b>	<b>0,40</b>	<b>0,35</b>	<b>0,30</b>
<b>Suelos arcillosos o con estratos endurecidos (panes)</b>	<b>0,50</b>	<b>0,45</b>	<b>0,40</b>

Para cada Unidad de Evaluación (UE), se le asoció casos urbanísticos tipo, para determinar el grado de ocupación del suelo y por lo tanto de su impermeabilización. Con esta información se determinó el coeficiente de escorrentía para la situación más crítica con ocupación total así se tiene que el CE1, se considera con la siguiente ecuación:

$$CE1 = \frac{(CEo \times A \text{ sin ocupar} + 0,8 \times A \text{ ocupada})}{A \text{ total}}$$

Se determinó Ceo según el conocimiento de la Consultora "Corporación Chile-Ambiente" del terreno, a través de la Línea base y de observaciones de terreno.

Las mencionadas Unidades de Evaluación (UE), se configuran a partir de cada subzona (polígonos individuales que tienen la nomenclatura de una zonificación y el número correspondiente a la subzona).

Esta subzona se ha agrupado a otras subzonas cuando el territorio que las contiene presenta una homogeneidad ambiental y puede ser considerado con similar comportamiento.

Dichas agrupaciones ambientales expresan la homologación para percibir el efecto del desarrollo urbano que tendrá lugar en ese espacio. El tipo de desarrollo urbano que hipotéticamente tendrá lugar ha sido denominado por los planificadores urbanos, como casos de desarrollo urbano tipificado, de acuerdo a la proyección de un desarrollo similar, estudiado en base a la proyección de la ocupación del espacio en un caso conocido. Este se ha denominado caso típico.

Cabe mencionar, que las Unidades de Evaluación (UE), estudiadas fueron las siguientes:

- Unidad de Evaluación Nº 1 Ritoque – Borde Costero
- Unidad de Evaluación Nº 2: Acceso Quintero - Satélite
- Unidad de Evaluación Nº 3: Dumuño - Satélite
- Unidad de Evaluación Nº 4: Ventanas - Satélite
- Unidad de Evaluación Nº 5: Lomas de Mantagua - Satélite
- Unidad de Evaluación Nº 6: Concón Bajo - PIV
- Unidad de Evaluación Nº 7: Lomas de Montemar y Los Pinos - PIV
- Unidad de Evaluación Nº 8: Camino Internacional - PIV
- Unidad de Evaluación Nº 9: Paso Hondo - PIV



Unidad de Evaluación Nº 10 Quilpué Norte; Villa Alemana Norte; Peñablanca; y El Carmen - PIV  
Unidad de evaluación Nº 11 Alto del Yugo – PIV  
Unidad de evaluación Nº 12: Marga Marga Norte y Los Lunes – PIV  
Unidad de Evaluación Nº 13: 7 Hermanas – PIV  
Unidad de Evaluación Nº 14: Rodelillo – Andorra – Piacilla Norte - PIV  
Unidad de Evaluación Nº 15: El Críquet – PIV  
Unidad de Evaluación Nº 16: El Plateado - PIV  
Unidad de Evaluación Nº 17: Piacilla Oriente - PIV  
Unidad de evaluación Nº 18: Las Dichas – Casablanca La T. – Maitenes – Lagunillas - PIV  
Unidad de evaluación Nº 19: Norte Estero Mantagua – Satélite  
Unidad de evaluación Nº 20: Reñaca Alto – Quilpué Norte 1 y 2 – V. Alemana N y S – Quilpué Oriente - PIV  
Unidad de evaluación Nº 21: Piacilla Las Cenizas - PIV  
Unidad de Evaluación Nº 22: Variante Agua Santa – PIV  
Unidad de Evaluación Nº 23: Fundo Los Perales Cuesta Balmaceda - PIV  
Unidad de Evaluación Nº 24: Valle Estero Sauce – PIV  
Unidad de evaluación Nº 25: Laguna Verde - PIV  
Unidad de evaluación Nº 26: Quintay – PIV  
Unidad de evaluación Nº 27: Casablanca Nor-Poniente - Sur Oriente y Lagunillas - PIV  
Unidad de Evaluación Nº 28: Valle Alegre Quintero Bajo - Satélite  
Unidad de Evaluación Nº 29: Curaumilla – Meseta Quintay – Meseta Tunquén - PIV  
Unidad de Evaluación Nº 30: Centro Turístico Mantagua – Satélite  
Unidad de Evaluación Nº 31: Lomajes de Colmo - Satélite  
Unidad de Evaluación Nº 32: Lo Ovalle–Lo Orozco–Perales de Tapihue-PIV  
Unidades de evaluación Nºs: 33 – 34 – 35 y 36. Consideraciones generales en los Villorrios  
Unidad de Evaluación Nº 33: Campiche – La Greda – Los Maitenes Poniente y Oriente - Satélite  
Unidad de Evaluación 34: Valle Alegre – El Esfuerzo – Mantagua – San Ramón – El Mirador - Santa Rosa de Colmo – Santa Julia – Santa Adela - Satélite  
Unidad de evaluación Nº 35: Villorrios en el área rural de la comuna de Casablanca - PIV  
Unidad de evaluación Nº 36: Villorrios en el área rural de la comuna de Quilpué - PIV  
Unidad de evaluación Nº 37: Oriente duna de Ritoque - Satelite  
Unidad de evaluación Nº 38: Campo Dunario de Ritoque - Satélite  
Unidad de evaluación Nº 39: Glorias Navales – Santa Julia – Villa Olímpica – Villa Alemana Sur - PIV  
Unidad de evaluación Nº 40: Rodelillo y Santos Ossa - PIV  
Unidad de evaluación Nº 41: Cerros de Valparaíso - El Críquet - Casablanca Sur - PIV  
Unidad de evaluación Nº 42: La Greda y Los Maitenes - Satélite  
Unidad de evaluación Nº 43 - Industrial – de Concón a Piacilla  
Unidad de evaluación Nº 44: Casablanca Industrial PIV  
Unidad de evaluación Nº 45 - ZEUPM-17: Casablanca La Viñilla - PIV

Luego en base a la estimación del coeficiente de escorrentía de la zona a urbanizar, se determinó el aumento porcentual total de la escorrentía, realizando una asociación directa, luego se asociaron los impactos según el siguiente criterio:



Aumento Escorrentía (%)	IMPACTO
0-100	2
100-200	3
200-300	4
<300	5

En general los niveles de impacto en aumento de escorrentía producto del aumento de impermeabilización del suelo en la zona del PREMVAL, resultaron en alrededor de un 38% de las zonas con aumentos de más del 100% de sus caudales, lo que requiere que los proyectos de conducción de aguas lluvias sean parte integral de todos los proyectos de urbanización que se ejecuten, de no ser así el impacto ambiental y estructural puede ser relevante.

#### **3.2.3.2.3: Análisis de los Planes Maestros de Aguas Lluvias – DOH - MOP**

Complementando, lo anterior, se contrastaron las definiciones de áreas de riesgos con las respectivas de los Planes Maestros de evacuación y drenaje de aguas lluvias de la DOH del MOP, en dicho análisis se verificó que la definición de las áreas de riesgos del presente IPT, es en general comparable, ya que considera en general franjas mayores de resguardo en caso de inundación por cauces.

Por lo tanto, la determinación de las zonas inundables provienen básicamente de estudios de fuente secundaria, en particular, el “Plan Maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvias del Gran Valparaíso” de la DOH del MOP, de fecha noviembre 2001, que abarca las localidades de Valparaíso, Laguna Verde, Curauma y Placilla; y del “Plan Maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvias del Gran Viña del Mar” de la DOH del MOP, de fecha marzo 2001, que abarca las ciudades de Viña del Mar (incluida Reñaca), Quilpué y Villa Alemana. Para los sectores no indicados precedentemente, no existen estudios específicos a una escala adecuada respecto al comportamiento hidráulico de los cauces y cuerpos de agua.

En particular, se contrastaron con los siguientes planos a escala 1:10000 de los Planes Maestros de evacuación y drenaje de aguas lluvias de la DOH del MOP.

**1. Gran Valparaíso:**

- a. Plano N° 01/46: Plano General del Área en estudio (4-120-51-01-1/1); Ingreso Archivo N° A-659-V
- b. Plano N° 02/46: Plano General de Cuencas e Inundaciones (4-120-51-02-1/1); Ingreso Archivo N° A-660-V
- c. Plano N° 03/46: Vías de escurrimiento y zonas de inundación (VAL -01); Ingreso Archivo N° A-661-V
- d. Plano N° 04/46: Vías de escurrimiento y zonas de inundación (VAL -03, VAL 05); Ingreso Archivo N° A-662-V
- e. Plano N° 05/46: Vías de escurrimiento y zonas de inundación (VAL -02, VAL - 04, VAL 06); Ingreso Archivo N° A-663-V

**2. Gran Viña del Mar:**

- a. Plano N° 01/46: Plano General del Área en estudio (4-120-50-01-1/1); Ingreso Archivo N° A-596-V



- b. Plano N° 02/46: Plano General de Cuencas e Inundaciones (4-120-50-02-1/1); Ingreso Archivo N° A-597-V
- c. Plano N° 03/46: Vías de escurrimiento y zonas de inundación Viña del Mar 1/2 (4-120-50-03-1/1); Ingreso Archivo N° A-598-V
- d. Plano N° 04/46: Vías de escurrimiento y zonas de inundación Viña del Mar 2/2 (4-120-50-04-1/1); Ingreso Archivo N° A-599-V
- e. Plano N° 05/46: Vías de escurrimiento y zonas de inundación Quilpué (4-120-50-05-1/1); Ingreso Archivo N° A-600-V
- f. Plano N° 06/46: Vías de escurrimiento y zonas de inundación Villa Alemana 1/2 (4-120-50-06-1/1); Ingreso Archivo N° A-601-V

Cabe mencionar que dichos planos de inundación provienen de un diagnóstico y análisis de los sistemas de evacuación y drenaje, en función del comportamiento hidráulico, tanto para la situación actual y futura. Dichos desarrollos analíticos se detallan en el punto N° 8, del mencionado estudio de la DOH- MOP, que en lo principal, plantean estudios del comportamiento de los esteros que forman parte estructurante del sistema de drenaje de las cuencas intraurbanas e interurbanas, se modelan numéricamente para los períodos de retorno 5,10, 25, 50 y 100 años. También se incorporaron zonas de inundación basadas empíricamente, de datos históricos, como encuestas y visitas a terreno.

En dichas modelaciones, se calcularon hidrógramas, los respectivos ejes hidráulicos por tramos, definidos entre los puntos control, a través de software especializado de ingeniería hidráulica e hidrológica, que toman como insumos, entre otras variables, la topografía con cortes transversales del cauce a distancias de por ejemplo, 50 (mt.).

En ese contexto, la sección que abarcará un caudal determinado y las áreas de la quebrada que serán inundadas son en función de la geometría del cauce, de la pendiente, rugosidad local del cauce, entre otros parámetros. La sección correspondiente a un cierto caudal se puede evaluar mediante la fórmula de Manning o similar, y a partir de la sección evaluar la altura del agua y a partir de ésta hacer una estimación de las áreas que serán inundadas en el área de estudio, para un período de retorno dado, por ejemplo, de 100 años.

En consecuencia, para el cálculo teórico inicial de la altura de escurrimiento se utiliza la fórmula de Manning, que se describe a continuación:

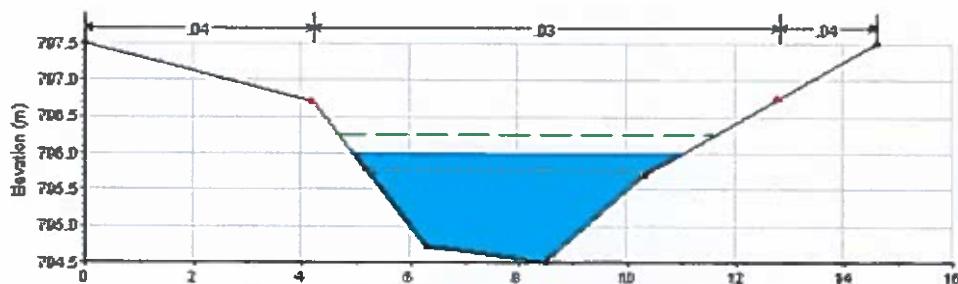
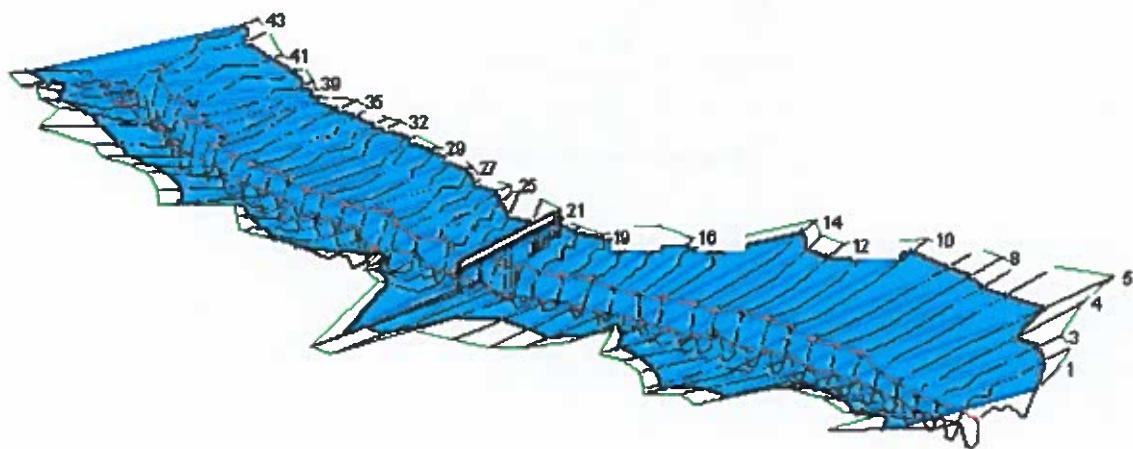
$$Q = \frac{\sqrt{i} * \Omega * R^{2/3}}{n}$$

Donde:

- Q = Caudal ( $m^3/s$ ).
- i = Pendiente del lecho.
- $\Omega$  = Área de escurrimiento ( $m^2$ ).
- R = Radio Hidráulico =  $\Omega / P_m$  (m).
- $P_m$  = Perímetro mojado (m).
- n = Coeficiente de Rugosidad.

A continuación, se muestran a modo de ejemplos genéricos, figuras de aplicación de modelos hidráulicos numéricos computacionales para determinar las zonas de inundación por cauce, que representan el escurrimiento longitudinal y el corte transversal respectivamente:

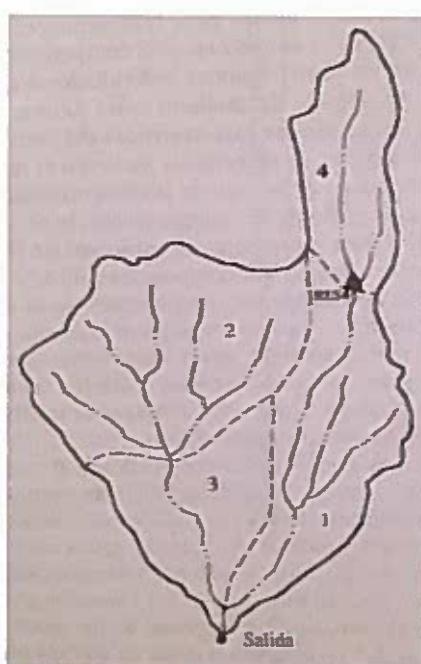




Fuente: Software Cálculo Hidráulico HEC – RAS.

En base a los niveles del eje hidráulico, calculados a los largo de cada tramo, se definen los límites de las zonas inundables, para la condición futura, proporcionados de esta forma una razonable aproximación a la dinámica básica del fenómeno de la inundación. Los puntos de modelación se entregan graficados en los planos denominados “Diagnóstico de colectores y áreas a sanear”, N° 27 al 34 del estudio del Plan Maestro. Complementariamente se incluyó zona de inundación detectadas a través de datos históricos (encuestas, visitas a terreno).

En la siguiente figura esquemática se indica el concepto de cuencas y subcuenca con puntos de control. (Fuente: Ford, 1986).



En dicho contexto, se consideraron las cotas de inundación para un periodo de retorno de 100 años, ya que el criterio internacional indicado por el FEMA (U.S. Federal Emergency Management Agency), ha adoptado con procedimiento estándar, la creciente de 100 años como la creciente base para tomar medidas de gestión de las planicies de inundación. Cabe mencionar que las intrusiones en las planicies de inundación, tales como rellenos con materiales artificiales, reducen la capacidad de transporte de las crecientes, incrementan las alturas de crecientes en los escurrimientos superficiales e incrementan los riesgos de inundaciones más allá de dichos rellenos.

En consecuencia, es importante señalar que los mapas de inundación, requieren de actualizaciones cuando ocurren cambios en los canales o en las planicies de inundación y en las áreas localizadas aguas arriba. El desarrollo urbano a través de edificaciones en las planicies de inundación, obstrucciones o cualquier otro cambio en el uso de suelo pueden afectar los caudales, las elevaciones de la superficie de agua y velocidades de flujo, cambiando por consiguiente la elevación del perfil que define la planicie de inundación.

### **3.2.3.2.4: Análisis de antecedentes Sector Norte entre Río Aconcagua y Estero Campiche (límite Norte PREMVAL)**

Durante el invierno del año 2003 se produjo una de las mayores crecidas en la V Región, por un evento de precipitación estimado como una de las mayores en los últimos 100 años.

Por ello, se visitó en terreno el alcance del área inundada con lo que se ratificó lo expresado en la cartografía.

Las zonas de riesgo de inundación corresponden en un primer caso a las riberas de ríos y esteros y se integran a las franjas de protección de éstos, pero en muchos de estos casos la zona de inundación va más allá de la franja, lo que se estableció por observación visual (de los especialistas de la Consultora Chile Ambiente).

Ello ocurre con mayor frecuencia cuanto mayor es el cauce. El caso de mayor trascendencia son las riberas e islas del Río Aconcagua.

El segundo caso son las vegas, que se alimentan tanto de flujo hídrico superficial como subsuperficial, presentando un aspecto de cubierta herbácea siempre verde, y una napa freática a muy poca profundidad (menos de 2 m). Los casos más significativos son las vegas del Estero Campiche o Puchuncaví, Estero Mantagua y la Vega de Santa Julia en el cauce del Estero Quintero.

**Análisis de antecedentes Técnicos complementarios (Fuente: EIA Autorruta: Concesión Autorruta Puchuncaví-Concón – Viña del Mar, Región de Valparaíso, Chile. (MOP, Región de Valparaíso): GHISOLFO INGENIERÍA DE CONSULTA. Junio 2011; Línea De Base y Planificación Territorial)**

No obstante lo anterior, a continuación se presentan diversos aspectos técnicos que complementan dicha decisión especial para el Río Aconcagua, y los esteros de Mantagua, Quintero y Campiche (Puchuncaví).

La metodología general de los antecedentes a presentar se puede resumir en las siguientes actividades generales:

- Recopilación de antecedentes bibliográficos.
- Fotointerpretación de fotografías aéreas.
- Visitas a terreno.



## Recursos Hídricos: Hidrología e Hidrogeología

### Hidrología

En el marco regional de Valparaíso, se puede decir que los ríos se caracterizan por su ubicación en la zona de clima mediterráneo de Chile, que identifica a todos los escurrimientos de agua existentes.

En general son ríos que presentan una moderada longitud, lo que es característico de los cursos fluviales chilenos, con caudales poco abundantes. En la región se destacan, pues geográficamente se localizan en la zona exorreica, porque todos logran desembocar en el océano.

La mayoría de estos ríos presentan un régimen mixto de aporte pluvial y otra nival. En general, uno de los rasgos más sobresalientes de estos ríos es la gran variabilidad anual de sus gastos; sus caudales se incrementan a medida que aumenta la humedad hacia el sur.

En el ámbito del sector en comento, este cruza tres cuencas hidrográficas: Puchuncaví, Mantagua y Aconcagua. A su vez dentro de la cuenca del estero Mantagua, es posible desagregar está en dos subcuencas, las de los esteros Quintero y Mantagua. No existen otras cuencas o subcuencas que formen parte del sector. Estos son los siguientes, de norte a sur:

- Cuenca de estero Puchuncaví
  - Esteros Campiche o Puchuncaví
- Cuenca de estero Mantagua
  - Esteros Quintero
  - Esteros Mantagua
- Cuenca de río Aconcagua
  - Río Aconcagua

Esteros Puchuncaví, tiene una longitud aproximada de 7 Km, con una cuenca de 110Km<sup>2</sup>. Este tiene su origen en la laguna Puchuncaví y el estero El Cardal. Drena el borde occidental de los cerros de la comuna de Puchuncaví. La cuenca de este estero en el área en comento, presenta dos zonas bien definidas, por un lado los sectores bajos y contiguos al estero Puchuncaví, son sectores planos y topográficamente deprimidos, presentan un nivel freático alto, permitiendo con ello el establecimiento de praderas en gran parte del año y el sector alto, de topografía irregular y con praderas de menor duración y calidad. El sector bajo contiene al humedal Puchuncaví.



Estero Campiche (Puchuncaví)

Nótese el sector alto y bajo de la cuenca. El bajo al tener un nivel freático alto, tiene mayor humedad y permite el establecimiento de praderas, por otro lado la parte alta evidencia falta de humedad.



Fuente: Ghisolfo Ingeniería de Consulta

Estero Quintero, drena los faldeos occidentales de los cerros que conforman el límite entre las provincias de Valparaíso y Quillota, tiene, en el Puente Santa Julia, presenta una cuenca aproximada de 143 km<sup>2</sup>. El estero Quintero nace de la unión de los esteros Pucalán, Chilicauquén, San Pancracio y Malacara.

Al igual que en el estero Puchuncaví presenta dos zonas bien delimitadas, el sector alto y bajo, con similares características. Sin embargo a diferencia del estero anterior, este presenta cinco tranques para riego que se ubican aguas arriba con respecto al cruce de ruta F-30-E.

Esta infraestructura para riego es apoyada por el canal Mauco, que surge desde el río Aconcagua, a la altura de la localidad de La Calera unos 30 kilómetros aguas arriba del puente Mauco, este luego de ser conducido por el valle del río Aconcagua a la altura de la localidad de Mauco es conducido por un túnel mediante el cual atraviesa un cordón montañoso, para entrar en primer lugar a la cuenca del estero Mantagua y luego a la del estero Quintero, donde este canal termina su recorrido, cerca de la localidad de Valle Alegre, la cual se encuentra a unos 4 km al nororiente del puente Santa Julia.

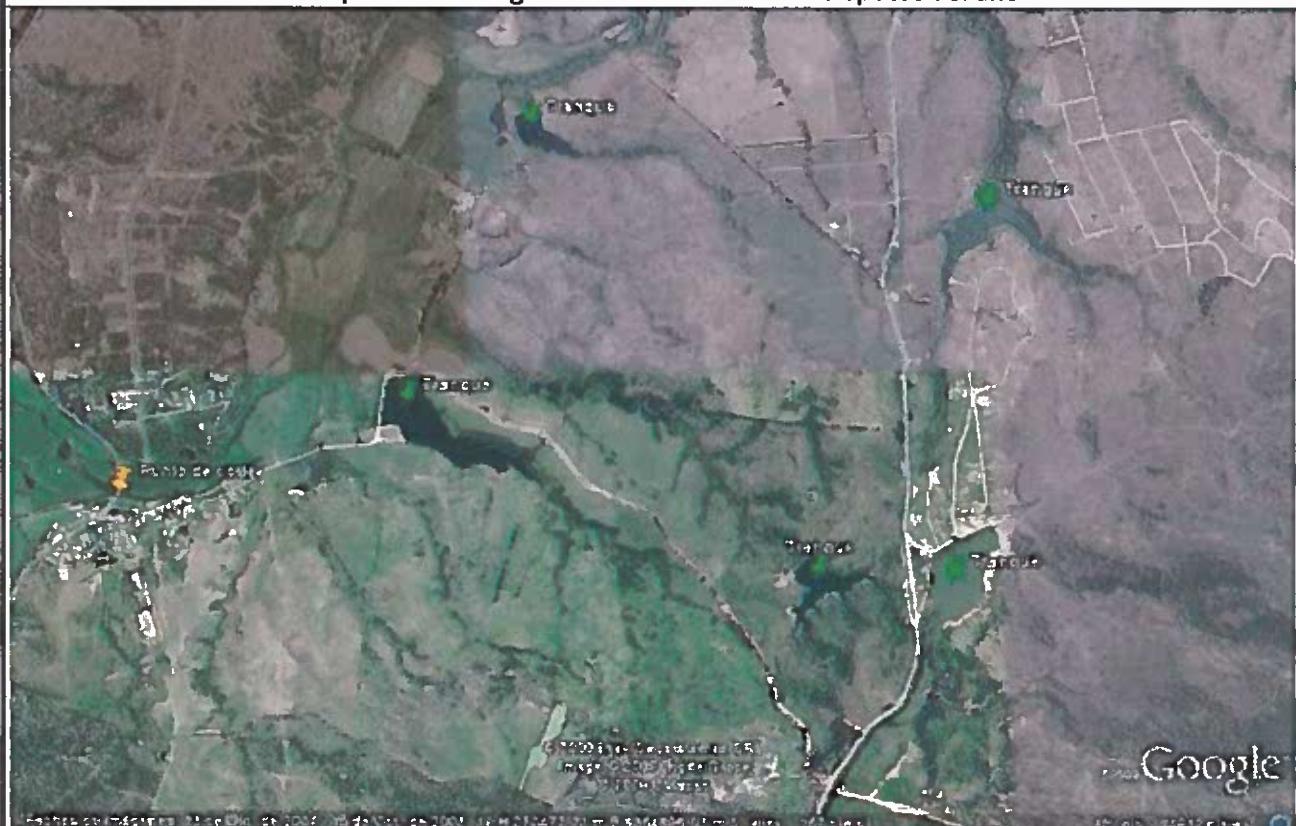
Cerca del trazado de la ruta F-30-E, no se aprecia ningún canal de riego.

Aguas abajo de la ruta F-30-E, se ubica el humedal Mantagua asociada a las aguas del estero Quintero, este se extiende hacia el poniente, hasta enfrentar las dunas de Ritoque y hacia el sur, para unirse con el estero Mantagua. El humedal, producto de su topografía plana y disponibilidad de agua a dado lugar a praderas que sustentan una importante masa ganadera bovina.



### Estero Quintero

Nótese los cinco tranques presentes en la cuenca del estero Quintero. Se puede apreciar que la figura esta compuesta de imágenes tomadas en distintas épocas del año



Fuente: Google Earth

Estero Mantagua, tiene en el Puente Mantagua, un área aportante mucho menor (aproximadamente 26,1 km<sup>2</sup>), y su cuenca es vecina a la del estero Quintero, por el sur. El cruce con de la ruta F-30-E, se produce en la planicie interior de un valle levemente más pronunciado que el anterior, en la cual se observan algunos sectores de riego que presentan tendencia a desaparecer.

Al igual que en las cuencas anteriores, se presenta también un sector alto y bajo, con iguales características. Esta cuenca no presenta tranques. Al poniente del puente Mantagua, es posible apreciar el campo dunario de Ritoque.

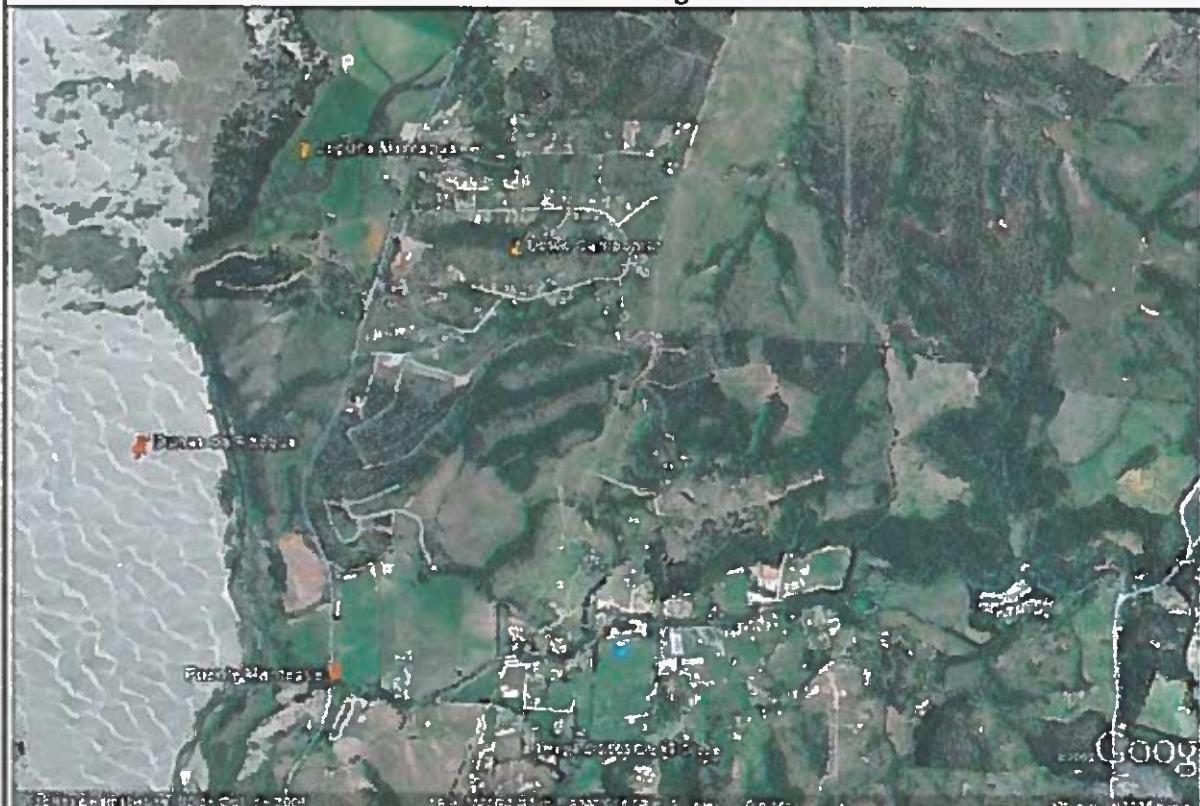
Al norte del puente Mantagua, se emplaza el humedal Mantagua, como asimismo la laguna Mantagua, que se forma con las aguas provenientes del estero Quintero.

El carácter de cuencas costeras hace que, los esteros Puchuncaví, Quintero y Mantagua, tengan un régimen estrictamente pluvial, por lo que las mayores crecidas se observan durante la estación húmeda, con importantes recesos durante el verano.



### Estero Mantagua

Nótese las dunas que se extienden al poniente del puente Mantagua, también la laguna y el humedal Mantagua.



Fuente: Google Earth

Río Aconcagua, se desarrolla en el extremo sur de la región de los valles transversales semiáridos y constituye el principal recurso fluvial de la región. Esta cuenca provee de importantes recursos hídricos para riego al valle homónimo y de bebida al área Metropolitana de Valparaíso por intermedio del acueducto Las Vegas, el que surge a la altura de la localidad de Llaillay, unos 50 kms al oriente de la ciudad de Concón.

Su cuenca tiene una superficie de 7.163 Km<sup>2</sup> y su rumbo general va de oriente a poniente. Sus afluentes más importantes se asientan sus cabeceras en el interior de la cordillera andina en sectores y alturas muy importantes como son los cerros Juncal y Alto de Los Leones, con alturas entre 5.000 y 6.000 m. A partir de la junta con el río Blanco recorre 142 Km hasta la desembocadura en la bahía de Concón. Considerando el desarrollo del río Juncal, alcanza a unos 177 kilómetros de extensión.

El río Aconcagua recibe en forma principal el aporte de los ríos Colorado y Blanco en la Cordillera; de los esteros Catemu, Putaendo y Cobre, desde el norte; y de los esteros Limache, Los Loros, Pocuro y La Cantera, desde el sur. El valle se amplía notablemente en algunos sectores, especialmente en la zona de San Felipe - Los Andes.

El régimen del río Aconcagua es mixto; presenta crecidas importantes con las lluvias en invierno, primavera y principios de verano, con el deshielo las mayores crecidas de la cuenca alta y media son de tipo nivoso y en el curso inferior son pluviales, las mayores crecidas provienen de las lluvias de invierno.



La estación fluviométrica del río Aconcagua más cercana al área de proyecto se encuentra aguas debajo de la junta con los esteros Catemu y Las Vegas, a 310 msnm.

En el Gráfico de la DGA - MOP, se presentan los caudales mensuales para diferentes probabilidades de excedencia. En años húmedos los mayores caudales ocurren entre noviembre y enero, producto de deshielos, mientras que en el resto del año se observa un comportamiento bastante uniforme en los caudales.

En años secos los caudales permanecen bastante parejos a lo largo del año, con la excepción de leves aumentos entre junio y agosto, producto de lluvias invernales, y entre noviembre y diciembre, debido a deshielos.

El hidrograma del río Aconcagua, muestra las alternancias de años lluviosos y años secos, señalando a 1924 y 1968 como los de sequías de mayor magnitud, con una tendencia a la disminución de los gastos medios anuales desde 1914 a 1977.

La siguiente tabla, muestra la crecida representativa en el punto de cruce en función del período de retorno, y su valor máximo y mínimo para un intervalo de confianza del 70%.

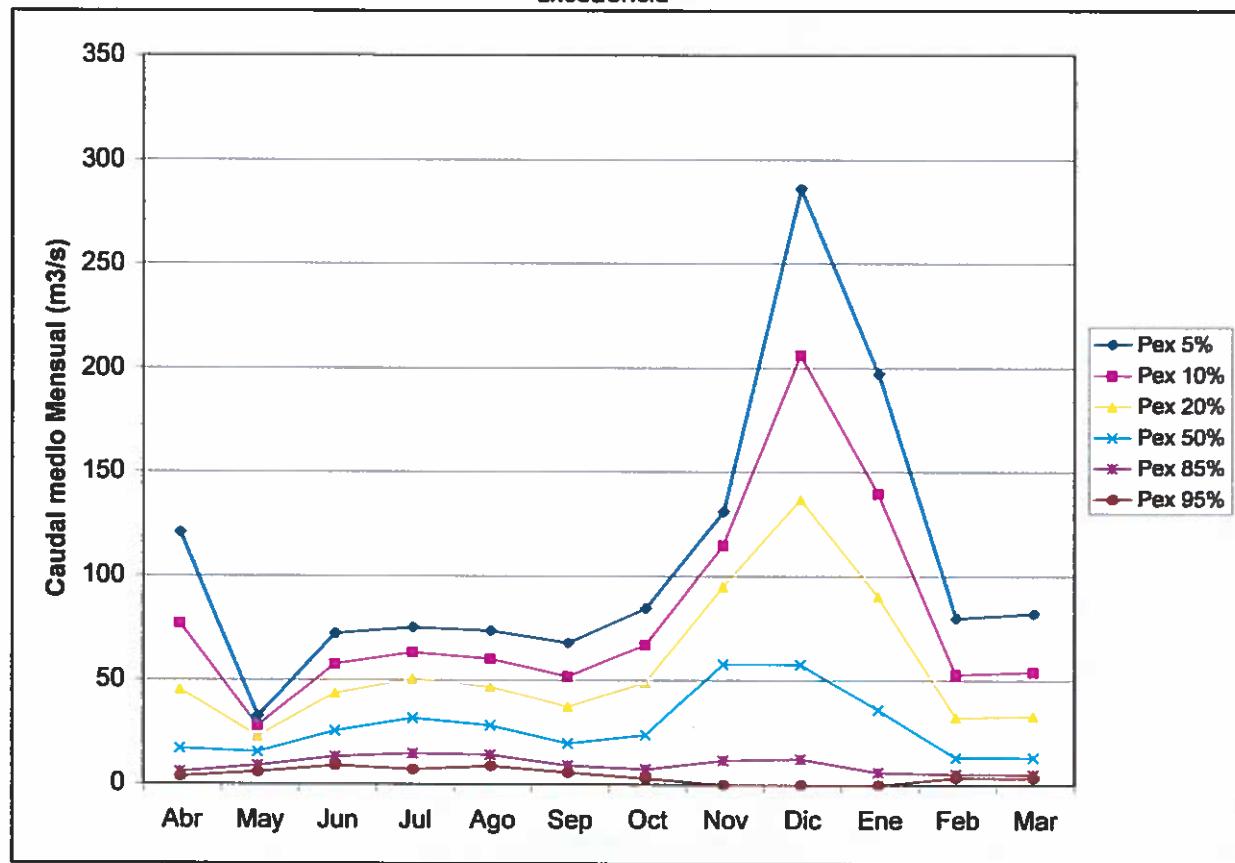
Crecidas Seleccionadas en el Río Aconcagua (m<sup>3</sup>/s)

Período de Retorno (años)	Crecida Puntual	Crecida para Intervalo de Confianza del 70%
10	550	482-618
25	700	532-668
50	850	713-987
100	1000	828-1172
200	1200	993-1407

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA)



**Caudales Mensuales del “Río Aconcagua en Romeral”, para Diferentes Probabilidades de Excedencia**



Fuente: Dirección General de Aguas (DGA)

#### Hidrogeología

El proyecto se emplaza, en toda su extensión, en una zona formada por suelos que pertenecen a depósitos fluviales, cuaternarios, no consolidados, provenientes de los conos del río Aconcagua, esteros Campiche (Puchuncaví), Quintero y Mantagua.

De acuerdo al Mapa Hidrogeológico de Chile (DGA-MOP, 1986), toda la zona del trazado se encuentra sobre aguas subterráneas de importancia hidrogeológica relativa alta a media, cuya formación principal interesada corresponde a cuaternarias no consolidadas y el sentido de escurrimiento de las aguas, corresponde a oriente - poniente.

En el sector del cruce del proyecto con el río Aconcagua se destacan niveles freáticos libres de 4 metros de profundidad. La terraza fluvial sobre la cual escurre el río está constituida por clastos y rodados de tamaño medio, ordenados en el sentido de escurrimiento del agua, con una matriz de arena fina, media a gruesa, lentes de limos y arcillas y estratos de arenas intercaladas en los niveles de los rodados. Esto da origen a un alto nivel porosidad y permite por ello el escurrimiento de las aguas subterráneas.

Siguiendo hacia el norte del trazado, se encuentra el valle del estero Mantagua. La pendiente del curso de agua oscila entre 1 y 3% en la zona afectada. Se trata de un sector formado por depósitos sedimentarios recientes de origen aluvial, constituidos por sedimentos finos a medios, interestratificados. No se cuenta con información sobre niveles freáticos en esta zona, pero el origen de los depósitos y la topografía observada permiten esperar la presencia de un acuífero en la zona.

La zona correspondiente al valle del estero Quintero, presenta depósitos sedimentarios recientes de origen aluvial. La topografía es muy plana, con pendientes simples de 0 a 3%. Los depósitos aluviales están constituidos por sedimentos finos a medios, interestratificados, de textura arenosa a franco arcillo limosa.



La pendiente de éste en la zona de cruce es mínima. El cruce se produce en una planicie cuyas características de vegetación y forma permiten suponer que la napa freática se encuentra muy próxima a la superficie (terrenos húmedos). Ello se corrobora con información bibliográfica que indica que, en el sector de Valle Alegre, la napa subterránea se encuentra a profundidades entre 0,1 y 1,5 metros. No se tiene información sobre el nivel de la napa freática en las inmediaciones del trazado del proyecto o sobre variaciones de este; sin embargo, al ser una cuenca de origen netamente pluvial, es esperable encontrar los niveles más profundos hacia fines del verano.

La siguiente tabla muestra el catastro de pozos en el área cercana al trazado del proyecto.

#### Catastro de Pozos

Rol NBA	Comuna	Nombre	Pozo	Profundidad del pozo perforación (m)	Profundidad del pozo habilitación (m)	Caudal (l/s)	Nivel estático (m)
54281 02	Viña (Concón)	Concón	C38	40	40	10	4
54281 03	Viña (Concón)	Concón	C39	6	6	-	1,1
54281 14	Viña (Concón)	Ast. La Victoria	C69	21	21	-	3,1
54281 08	Viña (Concón)	Lajarillas	C70	18	18	-	1,2

Fuente: Análisis crítico de la red de medición de niveles de agua subterránea, V Región.

Sobre el análisis expuesto anteriormente, es posible concluir lo siguiente:

De los cursos de agua atravesados por el proyecto, corresponden a cuencas costeras y tienen un régimen estrictamente pluvial (esteros Puchuncaví, Quintero, Mantagua y La Cantera). Por lo tanto, las mayores crecidas son esperables en invierno, como consecuencia del aumento de las precipitaciones. Estos cauces se producen en terrenos bastante planos, por lo que durante los eventos de crecidas es esperable que la superficie de inundación se vea aumentada en forma considerable.

El río Aconcagua presenta un régimen pluvio-nivo-glacial (régimen mixto), con crecidas máximas estimadas en el sector del área del estudio de 1.000m<sup>3</sup>/s, para un período de retorno de 100 años.

#### Antecedentes complementarios: Geomorfología y Geología

El análisis geomorfológico, está referido a una descripción de las formas existentes en la superficie terrestre, es decir, del relieve y el estudio geológico describe y analiza los procesos, factores que en una perspectiva temporal y espacial han conformado el relieve.

Desde el punto de vista geológico, las unidades naturales del sector, han tenido su origen durante el Terciario, y su modelado durante el Cuaternario, hace 2 o 3 millones de años; el material que lo constituye, corresponde a sedimentos marinos y continentales del cuaternario: Glaciales, fluviales y lacustres, y del plioceno, cabe señalar, que este relieve ha seguido siendo modificado, desde un enfoque temporal y espacial, por diversos procesos y factores físicos y antrópicos.

La estructura geológica del área se debe a una serie de procesos endógenos que han intervenido en su formación, tales como el desarrollo de movimientos de bloques (ascensos y descensos) en el sector costero, que han tenido como consecuencia las transgresiones y regresiones marinas durante el Terciario Marino; y la actividad orogénica, es decir, volcanismo y movimientos tectónicos, que han generado las planicies litorales y las terrazas marinas durante el cuaternario.



Respecto a las principales formaciones geológicas, se pueden distinguir en el área del trazado del proyecto, una zona característica, que es la Formación del Cuaternario no Consolidado, que se localiza siguiendo la cuenca del río Aconcagua, en el sector norte y noreste, en un área extensa constituida por depósitos no consolidados de rellenos sedimentarios fluviales, glaciales, aluviales, lacustres y eólicos.

Las rocas más antiguas del área corresponden a rocas cristalinas del complejo de tonalitas y granodiorita de edad paleozoica, que aflora preferentemente en la zona costera, al sur de la ciudad de Quintero.

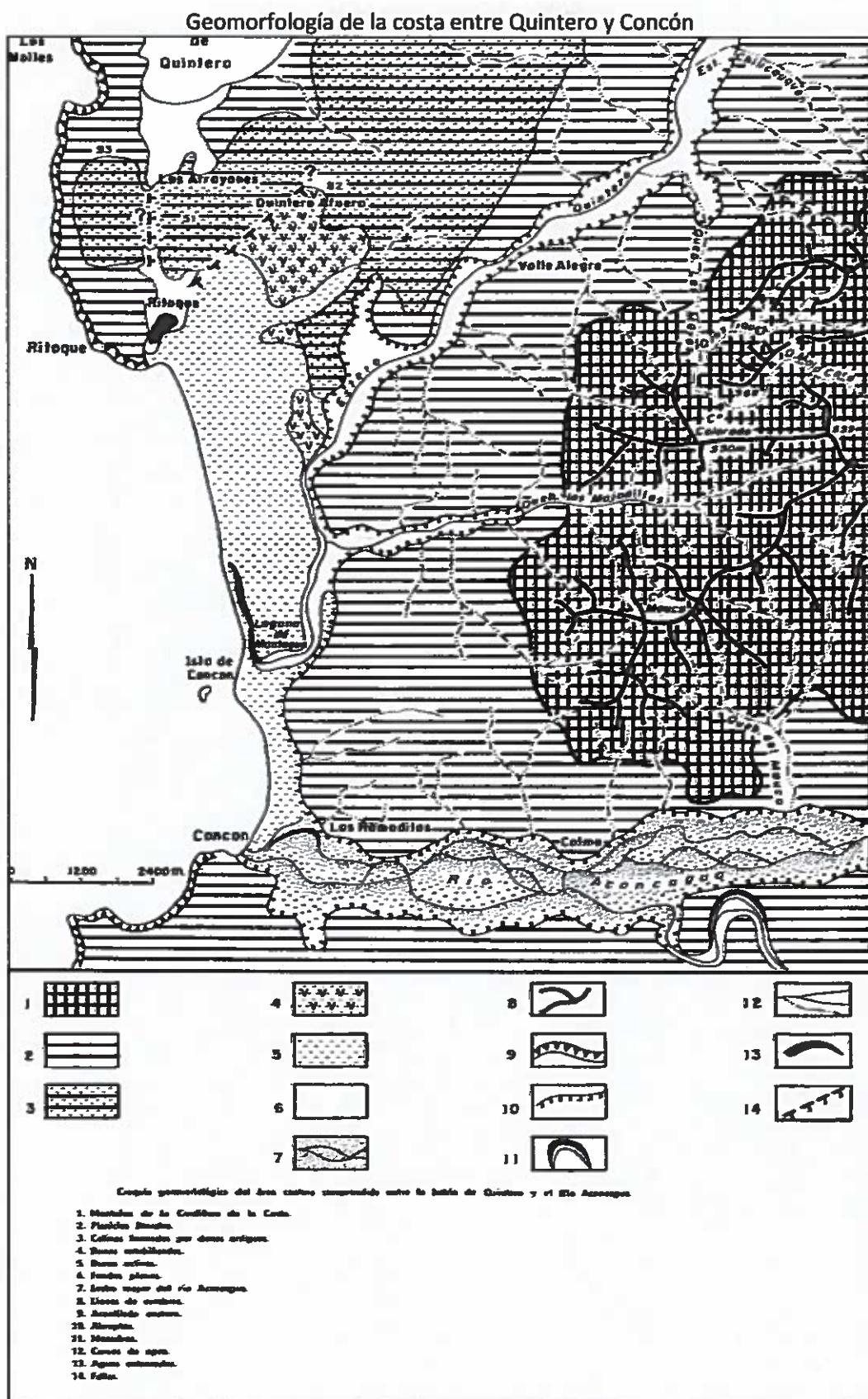
Los antecedentes geomorfológicos disponibles indican que en el área se localizan unidades morfológicas heredadas del medio marino que coexisten con geoformas heredadas del escurreimiento superficial tales como ríos andinos y cursos de agua locales, que disectan las planicies litorales, principal unidad del relieve. Las unidades morfológicas representadas en el área son principalmente planicies litorales, terrazas marinas, litoral rocoso, campos dunares, playas, terrazas fluviales asociadas al río Aconcagua y cursos locales asociadas a quebradas intermitentes o esteros de la cordillera de la costa.

Una de las primeras caracterizaciones de la geomorfología de la costa entre Quintero y Concón ha sido realizada por Figueroa (1968), quien indica que la estructura del área constituye un conjunto cuya instalación es esencialmente tectónica ya que ha sido evidentemente generadora de los grandes conjuntos morfológicos y el trazado de la red hidrográfica (Figura Figueroa, H. 1968).

El basamento cristalino se presenta como un bloque fracturado ortogonalmente en unidades independientes, siendo los cerros de la cordillera de la Costa sus afloramientos. Este basamento puede encontrarse cubierto por sedimentos marinos pliocenos como la Formación Horcón al norte del área (Quintero) o por dunas de generaciones diferentes pero constituidas por igual granulometría y composición, estas últimas sugieren un origen sobre condiciones climáticas similares a las actuales.

El relieve de acuerdo al autor, se configura de dos grandes unidades morfológicas: la cordillera de la Costa caracterizada por presentar las mayores alturas, desniveles y procesos erosivos y, las planicies litorales caracterizadas por formar una superficie casi horizontal, inferior a 200 metros de altura y con escasos desniveles.





Fuente: Figueroa, H. 1968

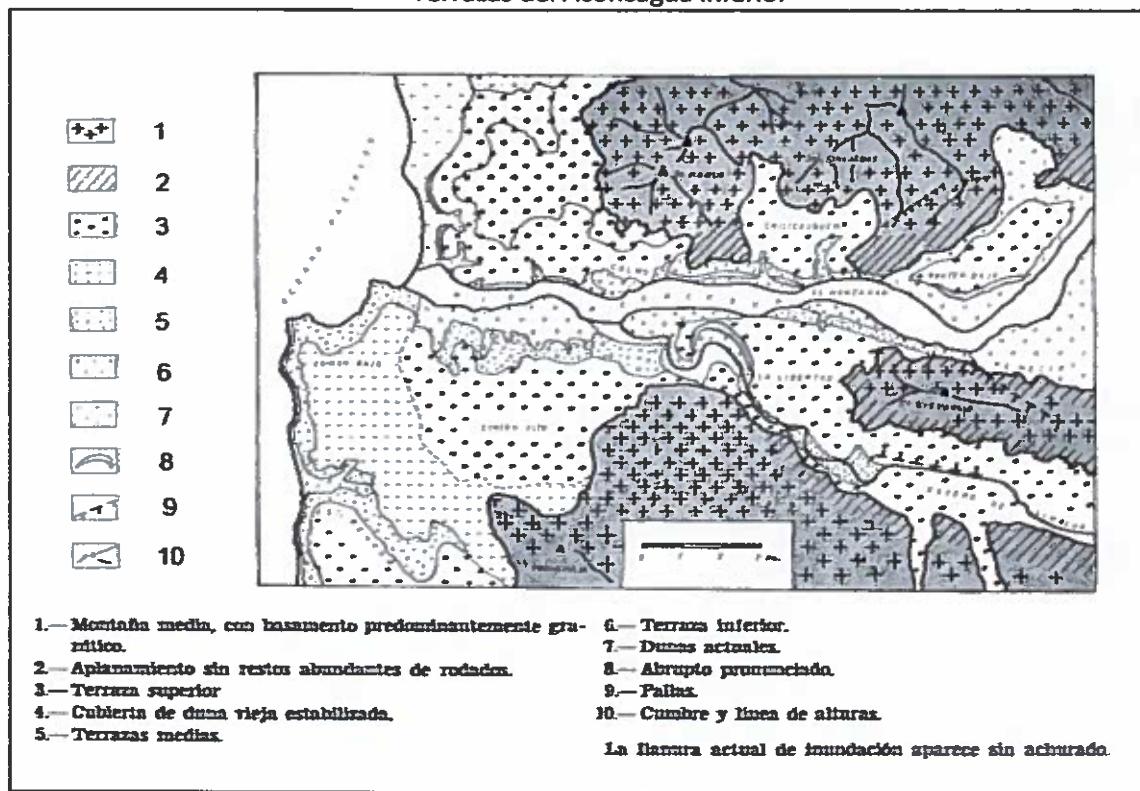
El curso inferior del río Aconcagua ha sido estudiado desde el punto de vista geomorfológico y dinámico por varios autores, sin embargo en el caso de este último aspecto, la interpretación de resultados se dificulta debido a la escala temporal de estos estudios. La primera investigación fue realizada por Caviedes en 1967 y posteriormente en 1972, donde establece que la configuración del paisaje del río Aconcagua inferior en donde se desarrolla el estuario Aconcagua, parece



explicarse en función de una acción conjunta y a veces simultánea de acomodamientos tectónicos y variaciones eustáticas (Figura Caviedes, 1967).

En el curso inferior del río, el autor reconoce tres niveles aterrazados (terrazas superior, medias e inferior) en los cuales se distinguen interferencias tectónicas como fallas y fracturas (localidades de Venecia y El Manzanar; curso medio del estero de Limache). El borde externo de la terraza inferior se localiza entre 1,5 a 2,5 metros sobre la llanura de inundación y el borde interno está adosado con el desnivel que lleva a la terraza media o superior. Una característica importante asociada al drenaje en este sector es la presencia de meandros libres o encajonados, formas actualmente reconocibles a partir de la zona distal del estuario en donde los procesos son dominados por el río y no por los mecanismos de mezcla.

**Terrazas del Aconcagua inferior**



Fuente: Caviedes, 1967

### 3.2.3.3: Propuesta del Plan y aplicación

En consecuencia, a lo señalado en este tipo de riesgo de zonas de inundación por cauces, se estimo por parte de la Consultora "Corporación Chile Ambiente", lo siguiente:

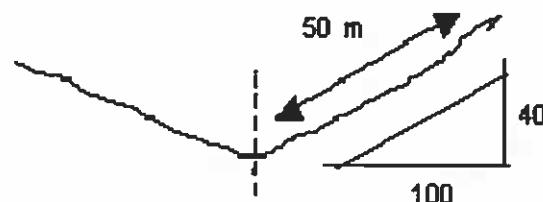
1. Recomendable establecer como criterio mínimo y general franjas de riesgo por inundación de 100 (mt.) de ancho medidos a cada lado en su contorno, a partir de la mayor ocupación, cuando se trate de terrenos aledaños a los cursos y lechos de agua principales, lo anterior en función de lo observado en terreno ante eventos registrados en la última década.
2. Para los cursos y cuerpos de agua menores, se recomienda establecer franjas de 50 (mt.) de ancho de restricción por constituir áreas inundables.
3. En el caso de embalses y tranques, de más de 8 hectáreas de superficie se recomienda establecer una franja de 100 (mt.) por riesgo por inundación, medidos a partir de la supuesta cota máxima de llenado, en aquellos de menor tamaño, la franja a establecer correspondería a 35 (mt.) de ancho.



Conforme con lo expresado, el Plan deberá identificar las Áreas de riesgo por Inundación por Cauce, correspondiéndole establecer las normas urbanísticas que permitan la utilización de los terrenos con proyectos, en tanto se acompañe a la respectiva solicitud de permiso de edificación un estudio fundado, elaborado por profesional especialista y aprobado por el organismo competente, que determine las acciones que deberán ejecutarse para su utilización, incluida la Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente conforme a la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, los proyectos podrán recibirse en la medida que se hubieren ejecutado las acciones indicadas en el referido estudio.

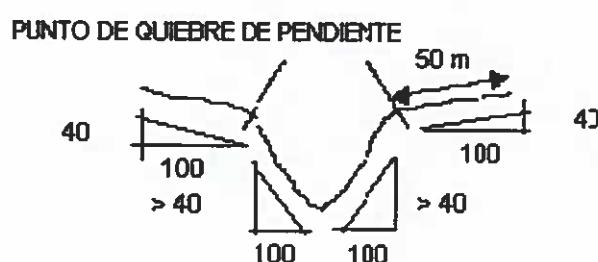
Como complemento a lo anterior, el Consultor indicado, consideró que en el territorio comprendido en el Plan existe una alta presencia de quebradas con altas pendientes como AR - RM, definidas en el Plano PREMVAL: Zonificación, Vialidad y áreas restringidas al Desarrollo Urbano, que se cruzan y colindan con las Áreas de Inundación por cauce en consideración a la escala de trabajo y que en general algunas de estas quebradas pueden presentar amenaza por fenómenos de remociones en masa, existiendo una estrecha relación con las inundaciones por escorrentía torrencial de gran velocidad, generando efecto de superposición de variables desencadenantes de ambos fenómenos interrelacionados, se plantea la aplicación la siguiente condición técnica para las construcciones, con el fin de determinar la franja de restricción de éstas.

1. Cuando en ambas laderas las pendientes sean inferiores o iguales al 40 % en su desarrollo natural y establecido como corte vertical perpendicular al eje del cauce, independiente de la ubicación con respecto al punto de origen hidrológico de la cuenca, la distancia de la faja de restricción será de 50 (mt.) desde el eje del flujo en ambas laderas, según se grafica:



2. Cuando la pendiente de las laderas sea superior al 40% medidos en corte vertical se tomará el punto de cambio final o definitivo de pendiente de >40% a < o igual a 40% para medir 50 (mt.) de faja de restricción, que será sumada al área de mayor pendiente, para establecer el espacio de restricción.

Se unirán los puntos de quiebre y se establecerá una franja de 50 (mt.) de ancho de restricción paralela a ésta, según se grafica:



En ambos casos podrá rebajarse dicho ancho de franja a 35 (mt.), cuando las condiciones del suelo en la franja, presenten la matriz rocosa sólida en superficie, o a profundidad menor a 0,5 (mt.) desde la superficie del suelo. Para la cuantificación de la caracterización de las propiedades

mecánicas del suelo indicadas, se deberá regir por lo establecido en el D.S. N° 61 de fecha 02.11.11 del MINVU, definiendo dicha condición como suelo tipo A: Roca, suelo cementado.

### **3.2.3.4: Conclusiones, recomendaciones y proposiciones complementarias técnicas**

A continuación, se indican diversos alcances, limitaciones y recomendaciones técnicas al presente estudio, principalmente provenientes de los Planes Maestros de Aguas Lluvias revisados.

Es importante, destacar que para el sector del Gran Valparaíso, hay sectores que no cuentan con una red de drenaje bien establecida, como en Curauma, Placilla y Laguna Verde.

En especial, este último sector de Laguna Verde, presenta 9 áreas de inundación principales, siendo la mayor la inducida por el desborde del estero El Sauce en las cercanías de su desembocadura al mar. También el sector de Placilla, donde zonas de inundación asociadas principalmente a los desbordes de los esteros Las Cenizas y El Peral. En Curauma, el sector principal de inundación es respecto al Estero Las Tablas.

En el caso del Gran Viña del Mar, un aspecto de suma importancia lo constituye el atender la inundación a que están afectas las ciudades, derivado del desborde de los esteros Viña del Mar, Quilpué y Reñaca, aspecto que escapa a los alcances y facultades del presente estudio, dado que no tiene representación cartográfica adecuada y reconocible en la cual se trabaja el Plan Intercomunal (1:50.000).

Dichos esteros cuentan son estudios específicos a escalas de mayor precisión, como por ejemplo, de la D.O.H del MOP, I. N.H.

Para el sector norte del presente Instrumento de Planificación Territorial, es necesario precisar a una escala adecuada las inundaciones, de principalmente el Río Aconcagua y los esteros Campiche, Quintero y Mantagua, en particular estos últimos, ya que colindan con notables Zonas de Extensión Urbana.

Por lo tanto, debido a las limitaciones antes descritas en particular que no se desarrollaron modelaciones con análisis de periodo de retorno ni topografía debido a la escala de trabajo, urge la necesidad, que los Municipios involucrados, a través de las futuras modificaciones a sus Planes Reguladores Comunales y Seccionales, precisen lo antes posible, las áreas de riesgos de inundación por cauce, en especial de los esteros y sectores señalados anteriormente, involucrando estudios a una escala adecuada y considerando los respectivos análisis de periodos de retorno.

Aunque el horizonte de tiempo previsto en los Planes Maestros de Aguas Lluvias señalados es hasta el año 2030, el estudio de ser sometido a un continuo proceso de actualización y adaptación a la nueva información disponible y a la dinámica urbana real de la ciudad, que por ejemplo, podrían afectar variables como de la velocidad del flujo en un inundación como parámetro relacionado con el daño esperable.

La priorización propuesta debe ser objeto de revisiones periódicas y modificaciones que vayan incorporando las políticas institucionales que correspondan, de modo que en su aplicación exista completo acuerdo y coordinación entre el MOP y el MINVU.

En dicho contexto, el efecto antrópico sobre la cobertura vegetal ha sido estimado sobre la base de las tendencias actuales, y por lo tanto establecer su dinámica durante 25 a 30 años es de un alto grado de imprecisión.

Por ello resulta conveniente considerar proposiciones complementarias al Plan, tendientes a que efectivamente se materialice una situación de forestación, como la prevista en los estudios de Planes Maestro de Aguas Lluvias o aún más desfavorable, con una cobertura de vegetación más densa, estable, menos expuesta a incendios, menos frágil como ecosistema.



**PLAN REGULADOR METROPOLITANO DE VALPARAÍSO**  
**ESTUDIO FUNDADO DE RIESGOS**

Por lo tanto, se debe incentivar la forestación para asegurar la mantención e incremento de la cobertura de vegetación que protege el suelo, especialmente en cursos de agua y en taludes con propensión a la erosión o remoción en masa.

Otra recomendación técnica, es que todas las obras viales, de urbanización u otra naturaleza que requieran soluciones de agua lluvias en el área de estudio, obtengan un certificado de consistencia con el Plan Maestro otorgado por la D.O.H.



## ANEXO 2

### BIODIVERSIDAD EN EL TERRITORIO DEL ÁREA METROPOLITANA DE VALPARAÍSO Y SATÉLITE BORDE COSTERO QUINTERO – PUCHUNCAVÍ

#### Marco Regional

El Convenio de Biodiversidad, suscrito por Chile entre otros muchos países asistentes a Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD, Río de Janeiro, 1992), fue ratificado por nuestro Congreso en 1994 y promulgado como Ley de la República en 1995. Uno de los compromisos asociados se refiere a la elaboración de una Estrategia y Plan de Acción para la Conservación de la Diversidad Biológica.

Actualmente existen diferentes categorías de conservación.

En la región de Valparaíso se destacan:

- SNASPE: 3 Parques Nacionales: La Campana (8000 ha), Archipiélago de Juan Fernández (9109 ha), Rapa Nui (7130 ha). 3 Reservas Nacionales: Lago Peñuelas (9094 ha), El Yali (520 ha), RAMSAR Río Blanco (10175 ha).
- 1 Monumento Natural: Isla Cachagua (5 ha)
- 12 Santuarios de la Naturaleza: Isla Cachagua, Roca Oceánica, Las Petras de Quintero, Campo Dunar de la Punta de Con Con, Laguna El Peral, Islote Pájaros Niños, Islote o Peñón de Peña Blanca y las formaciones rocosas de Peña Blanca, Isla de Salas y Gómez, Islotes adyacentes a la Isla de Pascua, Palmar El Salto, Acantilados Federico Santa María y Cerro Ciprés.
- 17 Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica delimitados por CONAF para ser incorporados al SNASPE o como áreas protegidas privadas
- 2 Sitios Prioritarios para la conservación marina en Chile identificados durante Taller de Expertos (20 noviembre 2001): Las Cruces, Punta Curaumilla – Punta Gallo
- 2 Reservas de la Biosfera (UNESCO): Archipiélago de Juan Fernández (9,967 ha), La Campana – Peñuelas.
- 1 Patrimonio de la Humanidad: Parque Nacional Isla de Pascua

En el territorio del Plan se encuentran los siguientes áreas protegidas por el ordenamiento jurídico vigente

- Santuario de la naturaleza Bosque de Las Petras, comuna de Quintero. D.S N° 278 del 7 junio 93, protege 42 hectáreas
- Santuario de la naturaleza Roca Oceánica, comuna de Con – Con. D.S. N° 481 del 27 marzo 1990, modificado sus límites por el D.S 106 de fecha 9 marzo 1994, protege 0,8 hectáreas
- Santuario de la naturaleza Campo Dunar de Con – Con, comunas de Con – Con y Viña del Mar. D.S N° 481 del 5 agosto 1993.
- Santuario Palmares de El Salto, comuna de Viña del Mar. D.E N° 805 del 4 agosto 1998 protege 328 ha
- Reserva Nacional del Lago Peñuelas, comuna de Valparaíso. Protege 9.260 ha, bajo el Sistema de áreas silvestres protegidas por el Estado (SNASPE) regulado mediante la ley N° 18.362 del año 1984 y su administración está a cargo de la Corporación Nacional Forestal (CONAF)
- Santuario Acantilados Laguna Verde, comuna de Valparaíso de DE N° 699 del 30 mayo 2006

Se han realizado estudios nacionales, como el de CONAF, donde utilizando el Catastro del Bosque Nativo, se cuantificó la superficie vegetacional regional presente en las diferentes categorías SNASPE regionales y los Santuarios de la Naturaleza de "Palmar el Salto" y "Bosque Las Petras, Quintero".

Se determinó que existen 3 formaciones vegetacionales que no están representadas ni a nivel nacional ni regional.

A nivel continental solo una formación vegetacional se encuentra presente en más de un 5%..

En cuanto a los distintos usos vegetacionales, los más representados son el bosque nativo y matorral arborecente, sin embargo, ninguno sobrepasa una representatividad de 4%, siendo los menos representados el matorral, matorral con suculentas y estepa andina. Cabe destacar que Agenda Ambiental (2002 – 2006) del Gobierno, se pone la meta de la preservación del 10% de los ecosistemas más relevantes.

Otro estudio es el realizado por el Informe País (CONAMA) donde se demuestra que en la ecorregión terrestre de la Región de Valparaíso, dados los altos niveles de intervención antrópica, se presentan los más elevados números de especies con problemas de conservación a nivel nacional.



El Matorral Chileno es la única ecorregión mediterránea en toda Sudamérica, y uno de los cinco ecosistemas de este tipo en el mundo. Se caracteriza por los altos niveles de endemismos y riqueza de especies de plantas y animales. En conjunto los ecosistemas mediterráneos abrigan el 20 % de las especies de plantas en la Tierra.

Otro organismo internacional, el World Conservation Union (IUCN), apoya el trabajo de valoración mundial desarrollado por Myers et al. (2000) que selecciona 25 lugares clave entre los clave llamados "hotspots", para ello utiliza los índices de número de especies, número de plantas endémicas, número de vertebrados endémicos, relación entre el número de plantas endémicas y la superficie del área, y que correspondan a áreas que han perdido ya el 70% de su vegetación original. En suma, los hotspots contienen el habitat remanente para el 44% del total mundial de las especies de plantas y 35% de los vertebrados, además enfrentan un alto riesgo de eliminación, lo cual significa un riesgo de extinción de entre un tercio y dos tercios del total de especies en el mundo.

Los ecosistemas de la V región pertenecen al hotspot de Chile Central. Este posee una extensión de vegetación original de 30.000.000 has de las cuales queda un remanente del 30 % correspondiente a 9.000.000 has. Posee 3429 especies de plantas de las cuales 1605 son endémicas. Posee 335 especies de vertebrados correspondientes a 198 aves, 56 mamíferos, 55 reptiles y 26 anfibios. El 18 % de los vertebrados son endémicos (61 especies de 335). Por lo tanto, son endémicas el 7% de las aves (14 especies de 198), el 16% de los mamíferos (9 especies de 56), el 62% de los reptiles (34 especies de 55) y el 54% de los anfibios (14 especies de 26). Además, se observan 1,8 plantas endémicas por 100 km<sup>2</sup> de superficie de hotspot y 0,06 vertebrados endémicos por km<sup>2</sup> de superficie de hotspot.

Este ecosistema mediterráneo está presente en 5 lugares en el mundo y los porcentajes de vegetación remanente son las siguientes: Chile Central (30%), Región Floral de California (24,7%), Región Floral del Cabo (24,3%), Australia Sudoccidental (10,8%) y Cuenca del Mediterráneo (4,7%).

#### Legislación nacional

En lo que respecta a la protección legal del medio ambiente y la biodiversidad, Chile cuenta con las siguientes normativas

- a) Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, publicada en Diario Oficial el 9 de marzo de 1994. Contribuye a desarrollar el derecho constitucional de vivir en un ambiente libre de contaminación; inicia un proceso ordenador de la normativa ambiental a través de principios, normas y mecanismos de regulación; crea la CONAMA como institución ambiental; dota al Estado de instrumentos de gestión ambiental entre los cuales están: Educación e Investigación, Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Normas de Calidad Ambiental, Normas de Emisión y Planes de Prevención y de Descontaminación.
- b) La Ley N°19.300 dispone que el proceso educativo, en sus diversos niveles, debe orientarse a la comprensión y toma de conciencia de los problemas ambientales, debiendo incorporar la integración de valores y el desarrollo de hábitos y conductas que tiendan a prevenirlos y a resolverlos; asimismo establece que los fondos de investigación científica, desarrollo técnico y social asignados en la Ley de Presupuestos de la Nación, podrán financiar proyectos relativos al medio ambiente, sin prejuicio de sus fines específicos.
- c) Ley N°18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura. Normas vinculadas con el recurso agua.
- d) Ley N° 19.473, que establece disposiciones por las que se regirá la caza en el Territorio de la República, más conocida como Ley de Caza. Norma relacionada con el recurso fauna.
- e) Decreto Ley N° 656, Ley de Bosques de 1925, cuyo texto definitivo fue aprobado por Decreto Supremo N° 4.363 de 1931 del Ministro de Tierras y Colonización. Norma relacionada con el recurso suelo y la contaminación agrícola.
- f) Decreto Ley 3.557 de 1980 sobre Protección Agrícola. Norma relacionada con el recurso suelo y la contaminación agrícola.
- g) Ley N° 18.378 de 1984 sobre normas de conservación de predios agrícolas, en áreas erosionadas. Establece restricciones a la tala de árboles en sitios prohibidos, la aplicación de medidas técnicas y programas de conservación que indique el Ministerio de Agricultura en predios agrícolas ubicados en zonas erosionadas o en inminente riesgo de erosión.

#### Acuerdos internacionales suscritos por Chile

Los principios del Derecho Ambiental Internacional pretenden impulsar las legislaciones internas para modernizar e incorporar el concepto sobre responsabilidad ambiental en el derecho ambiental y en la política ambiental nacional. Chile ha suscrito los siguientes acuerdos:

- a) La Asamblea General de las Naciones Unidas convocó por resolución 44/228 a la Conferencia de Río de Janeiro sobre Medio Ambiente y Desarrollo, a la que asistieron 112 jefes de Estados. En ella, se firmaron los siguientes documentos: Declaración de Río, Convención de Protección de la Diversidad Biológica, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Agenda 21 y un acuerdo previo sobre recursos forestales.



- b) Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación.
- c) Convención para la protección de la flora, fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América. Firmada en Washington el 12 de octubre de 1940. Objetivo: Proteger y conservar en su medio ambiente natural, ejemplares de todas las especies y géneros de flora y fauna indígena. Y proteger y conservar los paisajes de incomparable belleza, las formaciones geológicas extraordinarias y los objetos naturales de interés estético y valor histórico. Define cuatro categorías de áreas naturales protegidas.
- d) Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES). Firmada en Washington, D.C., el 3 de marzo de 1973. Crea un sistema internacional destinado a regular el comercio entre los estados, de especies amenazadas de flora y fauna silvestres. Instituye un sistema de certificados otorgados por el Estado exportador de especies que es requerido por los Estados importadores.
- e) Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (Convención Ramsar). Firmada en Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971. Crea un sistema internacional de cooperación en materia de áreas naturales que funcionen como hábitat de aves acuáticas.
- f) Convenio sobre conservación de especies migratorias de fauna silvestre, hecho en Bonn el 23 de julio de 1979.
- g) Convenio para la Protección del Medio Marino y el Área Costera del Pacífico Sudeste. Firmado en Lima el 12 de noviembre de 1981. El convenio determina su ámbito de aplicación siguiendo el siguiente criterio: el área marítima, la zona costera del Pacífico Sudeste dentro de la zona de soberanía y jurisdicción hasta las 200 millas y más allá de dicha zona, la alta mar, hasta donde la contaminación de ésta pueda afectar a aquélla.
- h) Convención de Londres para prevenir la contaminación del mar por hidrocarburos. Firmada en el año 1954. Enmendada en los años 1962, 1969 y 1971.
- i) Convención sobre la responsabilidad civil por los daños causados por la contaminación por hidrocarburos. Firmado en Bruselas 1969. En el año 1973 se firmó un protocolo que amplia los alcances de la convención a los casos de accidentes que ocasionen contaminación por otras sustancias.
- j) Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural de la UNESCO. La Conferencia General de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, en su 17º Reunión celebrada en París en octubre y noviembre de 1972, elaboró esta convención destinada a proteger patrimonios que son de interés de la humanidad. La presente convención considera "patrimonio natural" a los "monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas o por grupos de éstas que tengan un valor excepcional desde el punto de vista estético o científico..." "zonas que constituyan el hábitat de especies animales y vegetales amenazadas, que tengan un valor universal excepcional..." Art.2, párrafos 1,2 y 3.
- k) Además existen documentos y estrategias forjados por Organismos No Gubernamentales (ONGs) o por encargo de Organismos internacionales que no forman parte del derecho ambiental internacional, pero contribuyen a su evolución. Entre las más importantes está la Estrategia Mundial para la Conservación elaborada por UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales) con la asesoría y el apoyo financiero del PNUMA y el WWF en el año 1980. La finalidad de la Estrategia Mundial de la Conservación es la de alcanzar los tres objetivos principales de la conservación de los recursos vivos: mantener los procesos ecológicos esenciales y los sistemas vitales; preservar la diversidad genética y asegurar el aprovechamiento sostenido de las especies y de los ecosistemas.

#### Sitios de la Estrategia para la Conservación Regional de la Diversidad Biológica

##### Región de Valparaíso

Ecorregión Terrestre Continental				
Nº Iden.	Prioridad	Nombre del sitio	Observaciones	Comuna
1***	1	<i>Los Molles Pichidangui</i>		<i>La Ligua</i>
2***	1	<i>Altos de Petorca y Alicahue</i>		<i>Petcara</i>
3***	1	<i>Bosques de Zapallar</i>		<i>Zapallar</i>
4***	1	<i>Cordillera del Melón</i>		<i>Cabildo Hijuelas y Nogales - La</i>



			<b>Ligua – Catemu - Calera</b>
5***	1	<b>Acantilados de Laguna Verde</b>	<b>Valparaiso</b>
6***	1	<b>Campos Dunares</b>	<b>Con Con</b>
7***	1	<b>Cerro Tabaco</b>	<b>San Felipe</b>
8	1	Petorca	Petorca
9	1	Cuesta el Melón – Altos de Pucalán - La Canela	Puchuncavi – Nogales – Zapallar
10	1	Cerro Sta. Inés – Cerro Imán	La Ligua
11	1	Estero Zaino – Laguna El Copín	Santa María
12	1	Reserva Río Blanco	Los Andes
13	1	Micro cuenca Estero Curauma	Valparaíso
14	1	Los Perales – Estero Los Coligues – Cerro tres Puntas	Quilpué – Villa Alemana – Limache.
15	1	Ampliación Sur Parque la Campana	Olmue
16	1	Colliguay	Quilpué
17	1	Quebrada de Córdova	El Tabo – El Quisco
18	2	Palmas de Tilama	Petorca
19	2	Altos de Ahumada	Los Andes
20	2	Palmar Las Siete Hermanas – El Salto	Viña Del Mar
21	2	San Jerónimo	San Antonio

(\*\*\*) Sitios Prioritarios (7).

#### Ecorregión Aguas Continentales

##### Ecosistema Humedales

Nº iden.	Prioridad	Nombre del sitio	Observaciones	Comuna
22	1	Vegas Andinas		Los Andes
23	1	Humedal Río Aconcagua.		Quintero
24***	1	<b>Humedal Mediterráneo El Yali</b>		<b>Sto. Domingo</b>
25	2	Humedal de Mantagua y Dunas de Ritoque		Quintero
26	2	Humedal Tunquen.		Casa Blanca
27	2	Dunas de Sto. Domingo – Llolleo		Sto. Domingo

(\*\*\*) Sitios Prioritarios (1).

#### Ecorregión Aguas Continentales

##### Ecosistema Lóticos

Nº Iden.	Prioridad	Nombre del sitio	Observaciones	Comuna
28	1	Zona Media y Superior de Río Aconcagua.		
29	1	Zona Media y Superior Río Petorca.		
30	1	Estero Catapilco		
31	1	Estero Mantagua		
32	1	Estero Limache		
33	1	Estero Casablanca		
34	1	Estero y Quebrada Quiteño de Las Palmas.		
35	1	Zona media Río La Ligua		
36	2	Río La Ligua		



37	2	Río Aconcagua		
38	2	Río Maipo		
39	2	Río Rapel		
40	2	Río Petorca		

#### Ecorregión Islas Oceánicas y Mar Circundante

Nº Iden.	Prioridad	Nombre del sitio	Observaciones	Comuna
41	1	Islas Desventuradas San Félix, San Ambrosio y Su Mar Circundante		
42	1	Isla Sala y Gómez y Su Mar Circundante		Isla de Pascua
43	1	Isla de Pascua y Su Mar Circundante		Isla de Pascua
44***	1	Archipiélago de Juan Fernández y Su Mar Circundante		Juan Fernández

(\*\*\*) Sitios Prioritarios (1).

#### Ecorregión Marina y Costera

##### Ecosistema Marinos

Nº Iden.	Prioridad	Nombre del sitio	Observaciones	Comuna
45	1	Estación Las Cruces		El Tabo
46	1	Estuario común de los Esteros el Peuco y el Tricão		Sto. Domingo
47	1	Estuario Río Aconcagua		
48	2	Estuario Río La Ligua		La Ligua
49	2	Papudo		Papudo
50	2	Laguna Verde - Quintay		
51	2	Punta Curaumilla – Quintay hasta La Punta antes de Algarrobo		
52	2	Estuario Río Maipo		
53	2	Estuario Río Rapel		Sto. Domingo

#### Ecorregión Marina y Costera

##### Protección de Fauna Costera

Nº Iden.	Prioridad	Nombre del sitio	Observaciones	Comuna
54	1	Entre Caleta Papudo y Monumento Natural Islaote de Cachagua		Papudo
55***	1	Acantilados de la Quebrada Quirilluca a Horcones.		Puchuncaví
56	2	Punta Curaumilla – Las Docas – Quintay – Quebrada Lampaiquillo		Valparaíso

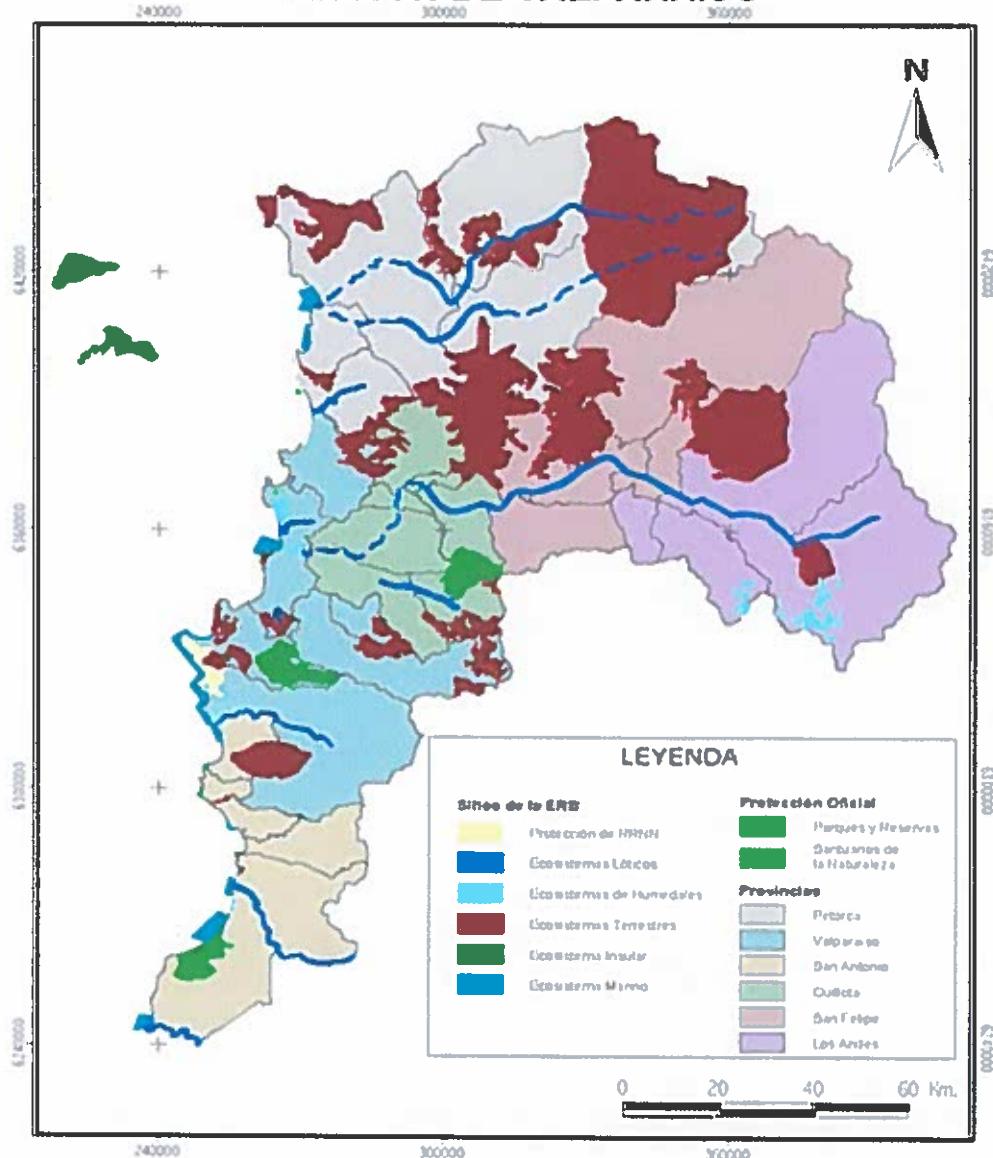
(\*\*\*) Sitios Prioritarios (1).



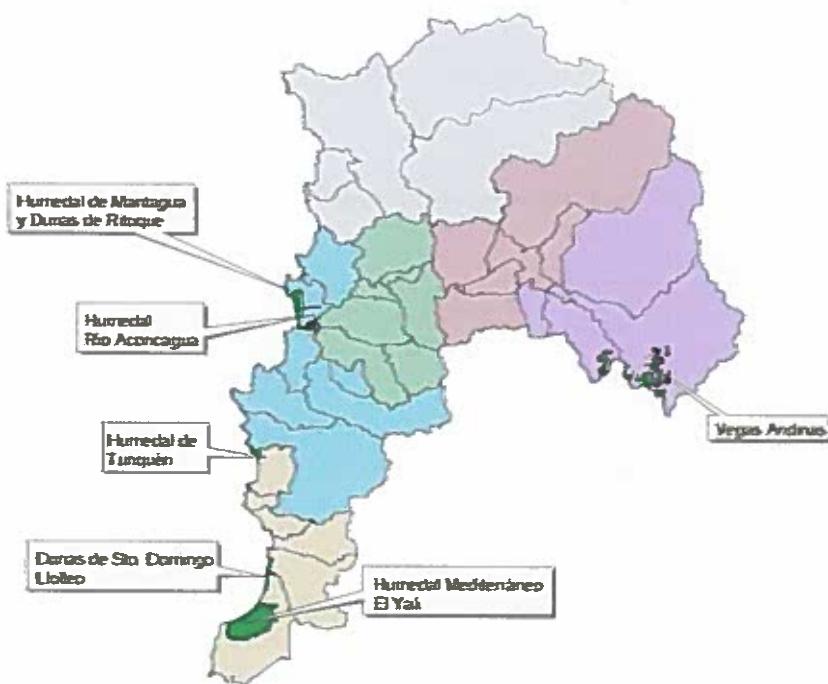
Ecorregión Marina y Costera				
Protección de Fauna Costera				
Nº Iden.	Prioridad	Nombre del sitio	Observaciones	Comuna
54	1	Entre Caleta Papudo y Monumento Natural Islote de Cachagua		Papudo
55***	1	<b>Acantilados de la Quebrada Quirilluca a Horcones.</b>		<b>Puchuncaví</b>
56	2	Punta Curaumilla – Las Docas – Quintay – Quebrada Lampaiquillo		Valparaíso

(\*\*\*) Sitios Prioritarios (1).

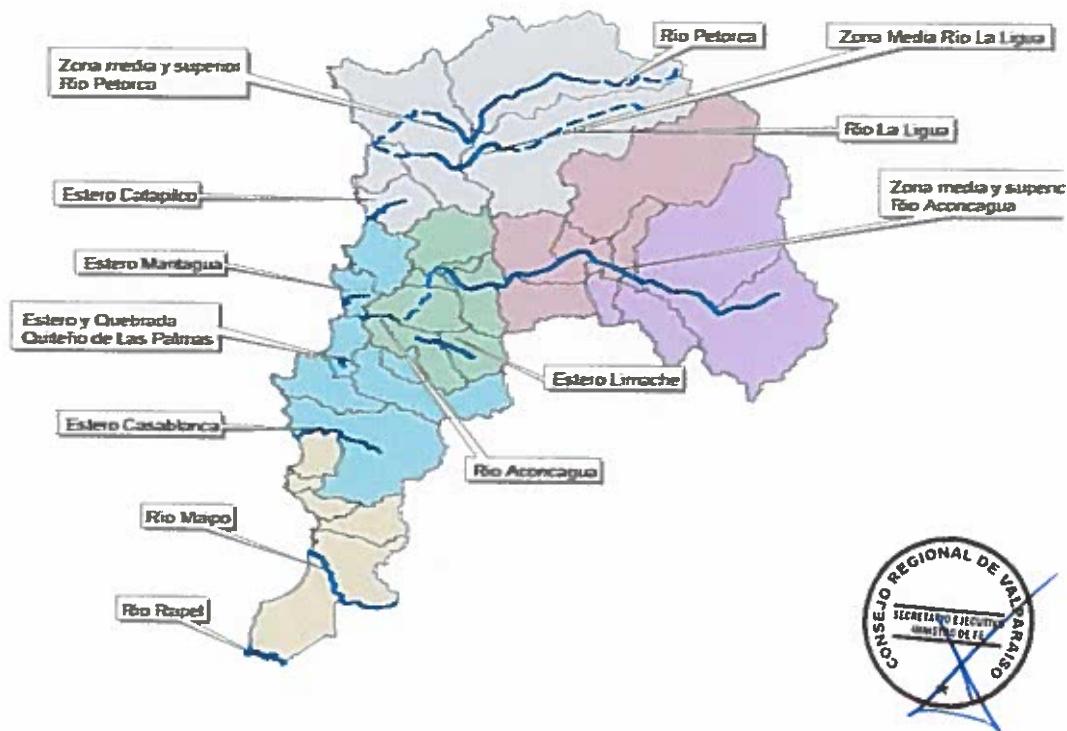
## ESTRATEGIA REGIONAL DE BIODIVERSIDAD REGION DE VALPARAISO



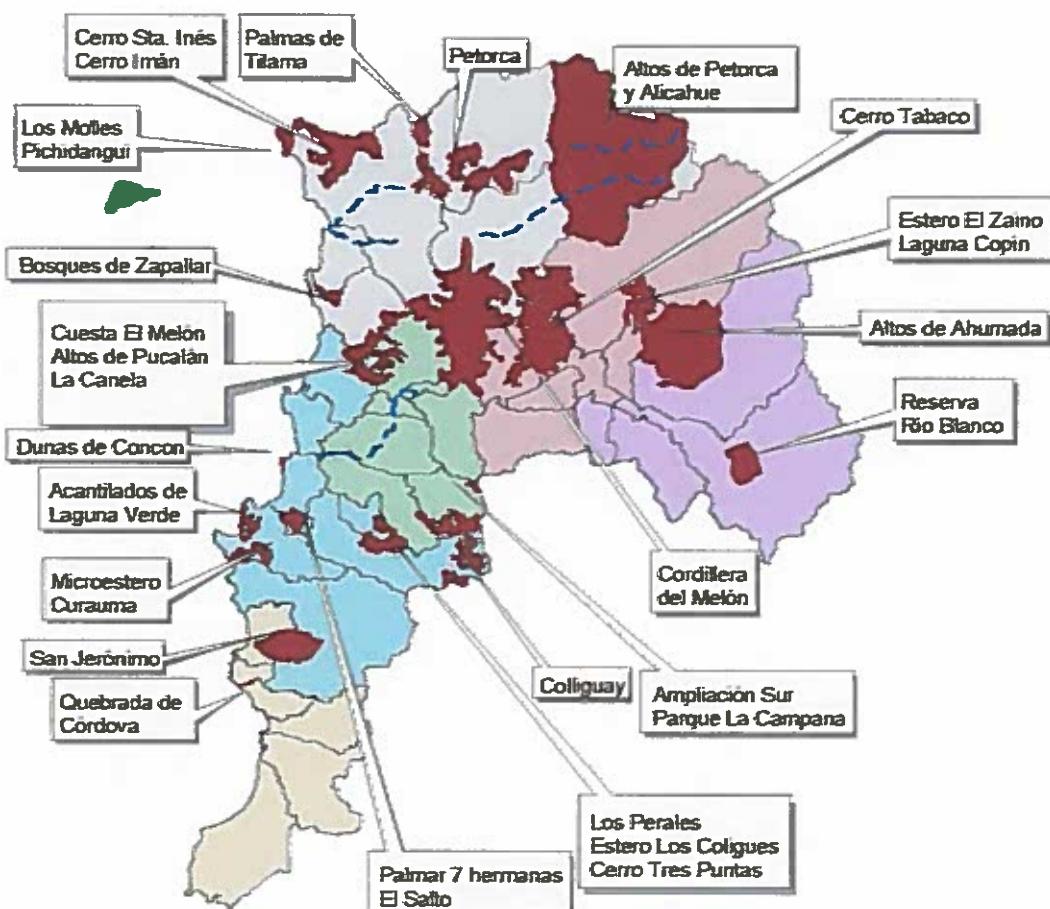
### Sistemas Húmedales:



### Sistemas Lóticos:



### Sistemas Terrestres:



#### Sitios de Biodiversidad en el Territorio del Plan:

Sitio:	Ecorregión:	Comuna:
Acantilados de Laguna Verde	Terrestre continental	Valparaíso
Micro cuenca Estero Curauma	Terrestre continental	Valparaíso
Los Perales – Estero Los Coligues – Cerro tres Puntas	Terrestre continental	Quilpué – Villa Alemana
Colliguay	Terrestre continental	Quilpué
Palmar Las Siete Hermanas – El Salto	Terrestre continental	Viña Del Mar
Humedal Río Aconcagua.	Aguas continentales: Humedales	Quintero
Humedal de Mantagua y Dunas de Ritoque	Aguas continentales: Humedales	Quintero
Humedal Tunquen.	Aguas continentales: Humedales	Casa Blanca
Estero Mantagua	Aguas Lóticos	Quintero
Estero Casablanca	Aguas Lóticos	Casa Blanca
Estero y Quebrada Quiteño de Las Palmas.	Aguas continentales: Lóticos	Viña Del Mar
Río Aconcagua	Aguas continentales: Lóticos	Quintero-Concón
Estuario Río Aconcagua	Marina y costera: Marinos	Quintero-Concón
Laguna Verde - Quintay	Marina y costera: Marinos	Valparaíso- Casa Blanca
Punta Curaumilla – Quintay hasta La Punta antes de Algarrobo	Marina y costera: Marinos	Valparaíso- Casa Blanca
Punta Curaumilla – Las Docas – Quintay – Quebrada Lampaiquillo	Marina y costera: Fauna costera	Valparaíso– Casa Blanca

La descripción de territorios significativos por su biodiversidad por comunas es la siguiente:



- **Comuna de Casablanca:**
  - **Bordemar:** Desde el Cerro Curauma y Santa Augusta hasta Quintay incluyendo la playa; franja de bordemar de Quintay a Playa Tunquén incluido todos los sectores de playa.
  - **Humedales:** Estero Casablanca, cauce y riberas y Laguna de Tunquén, y sus afluentes principales, Viñilla, Gualpes, Los Sauces, Perales, Ovalle, y Los Moteros; Estero El Jote y laguna en desembocadura; Esteros Lo Orozco, Carvajal y El Rosario, con sus cauces, riberas y afluentes; Embalses: La Viñilla, Perales, Lo Ovalle, Lo Orozco, Miraflores, Pitama y Purísima; conjunto de embalses pequeños de ubicación en la comuna.
  - **Formaciones Vegetacionales:** El complejo de formaciones vegetacionales de los cerros Curauma y Durazno y su continuación en las cumbres y laderas de Santa Augusta; la red de quebradas que convergen al Valle de Casablanca; las formaciones de renoval y matorral arborescente desde el límite con la comuna de Curacaví, en el alto de la Cordillera de La Costa y el límite con la comuna de Quilpué.; los cordones que se intercalan entre los Esteros Los Gualpes y Perales, Perales y Lo Ovalle, Lo Ovalle y Lo Orozco y la cuenca del lago Peñuelas; las formaciones de matorral arborescente en las laderas de San Jerónimo y Lo Orozco y de Lo Vásquez y Santa Rita; las formaciones de renoval en las cumbres del cerro El Fraile.
- **Comuna de Valparaíso:**
  - **Bordemar:** La franja desde Punta Curaumilla al cerro Curauma; la franja desde Punta Ángeles a Laguna Verde, incluida las Quebradas Verde y La Fragua.
  - **Humedales:** Estero El Sauce con red de quebradas y desembocadura de Laguna Verde y playa; Estero Curauma con red de quebradas y desembocadura en Laguna y Playa Las Docas; Estero Las Tablas y red de quebradas; Tranque de La Luz y Las Cenizas, Embalse El Peral; Lago Peñuelas y toda el área protegida de la Reserva Forestal de Peñuelas; el conjunto de embalses pequeños en la zona; pendientes que se grafican al oeste del Tranque La Luz y que vierten en ribera sur de la cuenca del Estero El Sauce.
  - **Formaciones Vegetacionales:** Todas las redes de quebradas de la comuna entre las que destacan los de Alto del Puerto, Los Perales, Curaumilla, Las Docas; las quebradas y formaciones conteniendo los Palmares en Santos Ossa.
- **Comuna de Viña del Mar:**
  - **Bordemar:** Playa Roca de Montemar y Roquerío de Cochoa.
  - **Humedales:** Estero Marga Marga, tramo no urbano incluyendo cauce y riberas; Estero Reñaca, tramo no urbano incluyendo cauce, riberas y quebradas convergentes.
  - **Formaciones Vegetacionales:** Palmares de El Salto en las formaciones indicadas como de protección ecológica de matorral arborescente, incluye quebradas de Hacienda 7 Hermanas; el gran farellón de pendiente y vegetación densa que cae en la ribera sur del Estero Marga–Marga.
  - **Dunas:** que forman el Campo Dunar desde el límite con la comuna de Concón y que son áreas protegidas reglamentariamente como Santuario de la Naturaleza
- **Comuna de Quilpué:**
  - **Humedales:** Estero Quilpué tramo no urbano incluyendo su cauce y riberas; Estero Marga – Marga tramo no urbano con sus afluentes Lo Moscoso y Coligues; Estero Las Palmas, cauce y riberas; Estero Puangue en Colliguay; Embalses: Las Palmas y Poza Azul.
  - **Formaciones Vegetacionales:** Formaciones de renoval y matorral arborescente en la cuenca del estero Las Palmas y límite con la Reserva Forestal Peñuelas; formaciones de matorral arborescente y renoval en ladera sur del estero Marga– Marga y su continuación en el sector del Portezuelo de la ruta F – 50; todas las formaciones vegetacionales que se encuentran en las cumbres y laderas del Cajón de Colliguay.
- **Comuna de Concón:**
  - **Humedales:** Río Aconcagua, cauce riberas y zonas de inundación e islas; Estero Lajarilla y la red de quebradas que lo forman.
  - **Formaciones Vegetacionales:** sectores que se encuentran sobre la RPC en la Hacienda Concón Bajo, con vegetación indicada como protección ecológica en lomajes y quebradas. Zona de vegetación de matorral denso y semidenso del cerro Colorado en el límite con la comuna de Limache.
  - **Dunas:** que forman el Campo Dunar entre Lilenes y Cochoa que son áreas protegidas reglamentariamente como Santuario de la Naturaleza
- **Comunas de Quintero y Puchuncaví:**
  - **Humedales:** El Estero Mantagua es un humedal que nace de las cumbres del Cerro Mauco, con una zona de riberas la que frecuentemente sobrepasa. Finalmente se encuentra con el Estero Quintero y da



lugar a un cauce de amplio ancho que alimenta las dos lagunas de Mantagua, que es uno de los hábitats más concurridos por la avifauna y la Vega de Amereida como parte del complejo.

El Estero Quintero es un extenso sistema hidrológico que mantiene un cauce permanente y un ecotono de ribera como asimismo sectores de inundación, entre ellos el de mayor dimensión es el de la gran Vega de Santa Julia con un rico potencial faunístico, de gran potencial para mamíferos como coipos y hábitat preferente de aves de pantanos y praderas.

La laguna de la Estación Ritoque que mantiene un hábitat acuático permanente en un área de cierta aridez y gran concurrencia de avifauna. La duna de Ritoque es un sitio preferente de nidación y reproducción de los pilpilenes y chorlos playeros.

La cuenca del Estero Campiche en Puchuncavi es un corredor biológico de especies de flora y fauna que se desplazan entre la cordillera de la costa y el borde marítimo. Contiene un amplio sector de vegas y una laguna costera cercana a la refinería Ventanas muy visitada por aves.

Se incluye el conjunto de embalses pequeños de distribución en el área de las comunas.

Estas zonas, fuera de los límites urbanos, deberían ser mantenidas en estado natural, concentrando los esfuerzos en la preservación, para así asegurar y contribuir a conservar el patrimonio paisajístico, el área de reproducción de fauna, mamíferos y aves y otros fenómenos naturales relevantes.

