



# Interfase Naturaleza-Sociedad en la Franja Costera Semiárida Chilena (32° - 33° S)

Hermann Manríquez Tirado

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) i a través del Dipòsit Digital de la UB ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) y a través del Repositorio Digital de la UB ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) service and by the UB Digital Repository ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

FACULTAT DE GEOGRAFIA I HISTÒRIA  
DEPARTAMENT DE GEOGRAFIA FÍSICA I ANÀLISI GEOGRÀFICA REGIONAL  
PROGRAMA DE DOCTORAT: GESTIÓ AMBIENTAL, PAISATGE I GEOGRAFIA  
BIENNI 2004-2006

**INTERFASE NATURALEZA-SOCIEDAD  
EN LA FRANJA COSTERA SEMIÁRIDA  
CHILENA (32° - 33° S)**

**HERMANN MANRÍQUEZ TIRADO**  
Barcelona, 2013

**DIRECTOR**  
**DR. PATRICIO RUBIO ROMERO**

**BARCELONA, 2013**



## **AGRADECIMIENTOS**

Demasiados años pasaron desde que pensara en la idea de realizar un trabajo de tesis doctoral,... varios años han transcurrido desde que finalmente se escribieron las primeras páginas de esta investigación. En todo este tiempo muchas personas han colaborado con ideas y con información, otras han sido pacientes en esperar la finalización de cada capítulo.

Expreso mis agradecimientos y profundo cariño a mis padres Fernando y Lilette y a mi hermano Eric, que me han apoyado desde los inicios de mi formación académica y a mi hija Francisca, que siempre me ha acompañado con su sonrisa y comprensión.

A mis colegas, compañeros y amigos por su incondicional apoyo y permanente preocupación.

A mi profesor guía, el Dr. Patricio Rubio Romero, quien con sus decididos consejos ha guiado este trabajo desde sus inicios, al Dr. Belisario Andrade Johnson quien ha sido una ayuda valiosa en ideas y consejos, al Dr. Andrés Moreira Muñoz, quien permanentemente escuchaba mis estados de avance; a Katty Lyz Jeria Riquelme, por su invaluable ayuda en la confección de la cartografía. Finalmente, y en el recuerdo, mis agradecimientos a Roland Paskoff, quien me instó a comenzar este trabajo y siempre me ha estimulado a continuar.



# ÍNDICE

Página

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>LA FRANJA COSTERA CHILENA “LOS VILOS – CONCÓN”</b>	<b>11</b>
1.1.	Localización y ámbito del área de estudio..... 13
1.1.1.	Las propuestas de clasificación de las costas..... 13
1.1.2.	Las clasificaciones del litoral en Chile ..... 18
1.1.3.	Justificación del área seleccionada. .... 24
1.2.	Fundamentos biofísicos regionales. .... 25
1.2.1.	Geología. .... 25
1.2.2.	Geomorfología ..... 25
1.2.3.	Climatología..... 26
1.2.4.	Hidrografía. .... 26
1.2.5.	Fitogeografía..... 27
1.2.6.	Pedología..... 29
1.2.7.	Oceanografía. .... 30
1.3.	Antecedentes humanos regionales. .... 32
1.3.1.	División político administrativa. .... 32
1.3.2.	Localización y distribución de la población..... 32
1.3.3.	Antecedentes demográficos. .... 34
1.3.4.	Antecedentes económicos generales..... 35
1.4.	Bibliografía específica..... 37
<b>CAPITULO II</b>	
<b>EL GEOSISTEMA LITORAL</b>	<b>39</b>
2.1.	Evolución del concepto de sistema. .... 41
2.2.	El análisis de sistemas aplicado al estudio del paisaje. .... 42
2.3.	El geosistema litoral del paisaje Los Vilos-Concón ..... 43
2.4.	Bibliografía específica..... 47
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b>	<b>49</b>
3.1.	Objetivo general..... 51
3.2.	Objetivos específicos..... 51
3.3.	Hipótesis. .... 52
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>PROPUESTA METODOLÓGICA</b>	<b>53</b>
4.1.	El Inventario. .... 56
4.2.	Análisis..... 60
4.3.	Diagnóstico. .... 61
4.4.	Pronóstico. .... 62
4.5.	Bibliografía específica..... 65
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>GEOMORFOLOGÍA LITORAL</b>	<b>67</b>
5.1.	Disposición de la franja costera en el contexto morfoclimático regional. .... 69
5.2.	Factores que explican la conformación geomorfológica actual. .... 71
5.2.1.	Cambios climáticos del cuaternario y niveles marinos..... 72
5.2.2.	La tectónica. .... 74
5.3.	Unidades fisiográficas del litoral. .... 77
5.3.1.	Terrazas..... 78
5.3.1.1.	Situación en Chile..... 79

5.3.2.	Acantilados. ....	84
5.3.2.1.	Situación en Chile. ....	86
5.3.3.	Playas. ....	88
5.3.3.1.	Situación en Chile. ....	90
5.3.4.	Dunas. ....	91
5.3.4.1.	Situación en Chile. ....	92
	a. Las dunas de la bahía Conchalí. ....	96
	b. El campo de dunas de Pichidangui. ....	98
	c. El campo de dunas de Longotoma. ....	99
	d. El campo de dunas de Ritoque. ....	101
	e. Las dunas colgadas de Concón. ....	102
5.4.	Eventos naturales con consecuencias geomorfológicas. ....	104
5.4.1.	Precipitaciones. ....	105
5.4.2.	Sismicidad. ....	106
5.4.3.	Ondas marinas. ....	109
5.5.	El dinámico subsistema geomorfológico. ....	111
5.6.	Bibliografía específica. ....	117

## **CAPÍTULO VI CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS**

	<b>EN RELACIÓN CON EL SISTEMA GEOMORFOLÓGICO</b> .....	<b>125</b>
6.1.	Los estudios del clima en Chile. ....	127
6.2.	Factores. ....	141
6.2.1.	El océano Pacífico y la corriente de Humboldt. ....	141
6.2.2.	El Relieve. ....	142
6.2.3.	El sistema anticiclónico. ....	143
6.2.4.	El sistema ciclónico. ....	144
6.3.	Elementos. ....	144
6.3.1.	La temperatura. ....	146
6.3.2.	Las precipitaciones. ....	150
6.3.3.	Los vientos. ....	154
6.4.	El tipo climático actual. ....	154
6.4.1.	¿Está cambiando el clima en la franja costera semiárida? .....	156
6.4.2.	Los cambios climáticos durante el Cuaternario. ....	161
6.5.	Manifestaciones excepcionales. ....	162
6.5.1.	Lluvias extremas. ....	162
6.5.2.	El fenómeno de El Niño/La Niña. ....	164
6.6.	La interacción entre los subsistemas climático y geomorfológico. ....	165
6.7.	Bibliografía específica. ....	167

## **CAPÍTULO VII FORMACIONES VEGETALES**

	<b>DE LA FRANJA COSTERA SEMIÁRIDA</b> .....	<b>169</b>
7.1.	La vegetación del semiárido litoral. ....	171
7.2.	La fauna en el semiárido litoral. ....	194
7.3.	El rol geomorfológico de la vegetación. ....	195
7.4.	Características del subsistema biogeográfico. ....	202
7.5.	Bibliografía específica. ....	205

## **CAPÍTULO VIII LA OCUPACIÓN ANTRÓPICA**

	<b>LA OCUPACIÓN ANTRÓPICA</b> .....	<b>207</b>
8.1.	Ocupación humana en el Holoceno. ....	209
8.2.	La población actual. ....	216
8.3.	Evolución y distribución de la población. ....	219
8.4.	Contexto normativo de la ocupación en la franja costera. ....	225
8.4.1.	Ley General de Urbanismo y Construcciones. ....	227
8.4.2.	Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. ....	229
8.4.3.	Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente. ....	232

8.4.3.1.	Instrumentos de Gestión Ambiental. ....	233
8.4.4.	Otros documentos normativos.....	235
8.5.	El uso del suelo actual.....	239
8.6.	Evolución del subsistema antrópico. ....	245
8.7.	Bibliografía específica.....	250

## **CAPÍTULO IX**

### **IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE**

#### **EL SISTEMA NATURAL..... 255**

9.1.	Alteraciones de los sistemas geomorfológico, morfoclimático, biogeográfico y antrópico sobre la franja costera.....	257
9.2.	Situación en Chile.....	262
9.3.	Alteraciones antrópicas en la franja costera semiárida.....	265
9.3.1.	Expansión urbana e industrial.....	265
9.3.2.	Erosión.....	268
9.3.3.	Contaminación del agua, del suelo y del aire.....	279
9.3.3.1.	Agua.....	279
9.3.3.2.	Suelo.....	283
9.3.3.3.	Aire.....	288
9.3.4.	Degradación de la vegetación y reactivación dunaria.....	295
9.4.	Mapa de las alteraciones e impactos. ....	302
9.5.	Bibliografía específica.....	306

## **CAPÍTULO X**

### **EVALUACIÓN FINAL ..... 309**

10.1.	Mesosistema geomorfológico-climático.....	314
10.2.	Mesosistema geomorfológico-biogeográfico.....	315
10.3.	Mesosistema geomorfológico-antrópico.....	317
10.4.	Mesosistema climático-biogeográfico.....	319
10.5.	Mesosistema climático-antrópico. ....	319
10.6.	Mesosistema biogeográfico-antrópico.....	320
10.7.	El nivel de interfase. ....	322
10.7.1.	Interfase de uso. ....	324
10.7.2.	Interfase de Impacto. ....	328
10.7.3.	Interfase de protección. ....	331
10.7.4.	Interfase de restricción. ....	340
10.8.	Categorías de valoración.....	342
10.9.	Proposición de medidas correctoras generales. ....	343
10.10.	Bibliografía específica.....	345

## **CAPÍTULO XI**

### **CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN ..... 347**

11.1.	Tesis final.....	349
11.2.	Objetivos específicos.....	350
11.3.	Objetivo general.....	357
11.4.	Discusión. ....	358
11.5.	Conclusión final. ....	361

## **CAPÍTULO XII**

### **BIBLIOGRAFÍA GENERAL ..... 365**

### **ANEXO CARTOGRÁFICO ..... 385**

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura N° 1: Localización de la costa chilena Los Vilos-Concón (32-33°S). .....	5
Figura N° 2: La franja costera de acuerdo a la Política Nacional de Uso del Borde Costero. ....	8
Figura N° 3: Clasificación de la costa chilena según Araya-Vergara, 1976. ....	20
Figura N° 4: Clasificación de los tipos de litoral en Chile continental según Paskoff, 1989. ....	22
Figura N° 5: Formaciones vegetales en la franja litoral 32-33°, según Quintanilla, 1987 .....	29
Figura N° 6: Geosistema conceptual en la franja litoral Los Vilos – Concón. ....	44
Figura N° 7: Modelo conceptual funcional y niveles de organización. ....	45
Figura N° 8: Estructura metodológica de la ciencia del paisaje. ....	55
Figura N° 9: Desarrollo metodológico funcional. ....	58
Figura N° 10: Factores presentes en las costas donde las acciones, interacciones y retroacciones se manifiestan. ....	71
Figura N° 11: Las terrazas marinas del Pliocuaternario en la bahía de Coquimbo. ....	76
Figura N° 12: Relación existente entre los cambios glacioesustáticos del nivel del mar y la altura de terrazas emergidas en una costa que se levanta. ....	76
Figura N° 13: Retroceso de un acantilado por erosión del mar en su pie y formación de una plataforma rocosa. ....	84
Figura N° 14: Diferentes perfiles de acantilados. ....	85
Figura N° 15: Etapas del retroceso de un acantilado por la acción mecánica del oleaje en su base. ....	85
Figura N° 16: Sistema de retroceso de un acantilado. ....	86
Figura N° 17: Balance sedimentario de una playa. ....	88
Figura N° 18: Origen de las dunas colgadas de Concón. ....	103
Figura N° 19: Modelo de velocidades de América del Sur. ....	108
Figura N° 20: Deformación cosísmica del terremoto del día 27 de febrero de 2010. ....	109
Figura N° 21: Clasificación climática de Chile de H. Fuenzalida P., 1965. ....	129
Figura N° 22: Clasificación climática de Chile según H. Fuenzalida P., 1971. ....	131
Figura N° 23: Esquema de clasificación bioclimática de Chile según Di Castri y Hayek, 1976. ....	133
Figura N° 24: Clasificación climática de Chile según Peña y Romero, 1977. ....	134
Figura N° 25: Distritos agroclimáticos en el litoral de la IV y V Región según CIREN, 1990. ....	137
Figura N° 26: Macrobioclimas de Chile según Luebert y Plissock, 2006. ....	139
Figura N° 27: Efecto de la influencia del océano sobre las temperaturas medias mensuales. ....	141
Figura N° 28: Gran banco de nubes que cubren parte del océano y de la franja costera semiárida. ....	143
Figura N° 29: Carta de superficie de los sistemas anticlonales y ciclónicos afectando a Sudamérica. ....	145
Figura N° 30: Progresión latitudinal de la precipitación de las estaciones seleccionadas. ....	150
Figura N° 31: Precipitaciones medias totales de las estaciones seleccionadas. ....	151
Figura N° 32: Diagramas ombrotérmicos de estaciones seleccionadas. ....	153

Figura N° 33:	Tendencias de las precipitaciones totales anuales para estaciones seleccionadas. ....	157
Figura N° 34:	Pluviometría histórica de Valparaíso. ....	158
Figura N° 35:	Tendencias de las temperaturas medias de enero para La Serena, Quintero y Valparaíso. ....	159
Figura N° 36:	Tendencias de las temperaturas medias de julio para La Serena, Quintero y Valparaíso. ....	160
Figura N° 37:	Tendencias de las amplitudes anuales, La Serena, Quintero y Valparaíso... ..	160
Figura N° 38:	Provincias florales de Chile según H. Fuenzalida, 1950, 1965. ....	173
Figura N° 39:	Zonas vegetacionales de Chile según E. Pisano, 1966. ....	177
Figura N° 40:	Distribución de la vegetación según Schmithüsen, 1956. ....	179
Figura N° 41:	Vegetación natural en la franja costera semiárida según Gajardo, 1995. ....	186
Figura N° 42:	Bioclimas de Chile según Luebert y Pliscoff, 2006. ....	190
Figura N° 43:	Áreas y zonas zoogeográficas de Chile continental según Artigas, 1975. ....	196
Figura N° 44:	Zonación de unidades dunarias y vegetación en las dunas de Concón. ....	200
Figura N° 45:	Relación perfiles morfológicos y vegetación. ....	204
Figura N° 46:	Asentamientos del Holoceno tardío en los alrededores de Los Vilos. ....	214
Figura N° 47:	Localización de los pueblos originarios de Chile. ....	217
Figura N° 48:	Chile, población censal en ciudades según localización costera y continental. ....	221
Figura N° 49:	Evolución de la población y número de viviendas en la franja costera semiárida. ....	224
Figura N° 50:	Evolución de las formas de aprovechamiento de los recursos marinos en la costa norte de Chile. ....	248
Figura N° 51:	Expansión de la superficie urbana de Los Vilos, Quintero y Concón. ....	266
Figura N° 52:	Ocupación urbana e industrial en la bahía de Quintero (1909-2012). ....	269
Figura N° 53:	Efecto de la construcción del puerto de San Antonio en la progradación de la playa de Llole (2013-1902). ....	270
Figura N° 54:	Localización del proyecto turístico San Alfonso del Mar sobre la playa de la bahía de Algarrobo. ....	271
Figura N° 55:	Límite de zona saturada en torno al área del Complejo Industrial Las Ventanas. ....	293
Figura N° 56:	Integración de los subsistemas en el paisaje litoral. ....	312
Figura N° 57:	Integración del paisaje Los Vilos-Concón. ....	323

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla Nº 1: Clasificación de las costas de Johnson, 1919.....	14
Tabla Nº 2: Clasificación de las costas de Aufrère, 1936. ....	14
Tabla Nº 3: Clasificación de las costas de Inman y Nordstrom, 1971.....	15
Tabla Nº 4: Clasificación de las costas de Shepard, 1973.....	15
Tabla Nº 5: Clasificación de las costas de Davies, 1980. ....	17
Tabla Nº 6: Síntesis de las clasificaciones de los litorales en el mundo. ....	18
Tabla Nº 7: Taxonomía de las costas en Chile según Araya-Vergara, 1976.....	19
Tabla Nº 8: Clasificación de las costas chilenas de Flores, 1996. ....	23
Tabla Nº 9: Evolución de la población regional. ....	34
Tabla Nº 10: Evolución de la población comunal. ....	34
Tabla Nº 11: Propuesta metodológica general.....	64
Tabla Nº 12: Cronología del Cuaternario marino mundial y de Chile.....	73
Tabla Nº 13: Síntesis de estudios que identifican planicies y terrazas litorales de Chile. ....	81
Tabla Nº 14: Síntesis de los estudios geomorfológicos sobre dunas litorales en Chile.....	95
Tabla Nº 15: Tipos climáticos según H. Fuenzalida P., 1965. ....	130
Tabla Nº 16: Categorías y tipos climáticos según H. Fuenzalida P., 1971. ....	131
Tabla Nº 17: Clasificación climática según Peña y Romero, 1977. ....	135
Tabla Nº 18: Distritos y parámetros agroclimáticos de la franja costera de la IV y V región según CIREN, 1990. ....	138
Tabla Nº 19: Macroclimas y bioclimas según Rivas-Martínez, 2005. ....	140
Tabla Nº 20: Estaciones meteorológicas de la franja costera semiárida. ....	146
Tabla Nº 21: Estadísticas de temperaturas para La Serena, Quintero y Valparaíso. ....	148
Tabla Nº 22: Temperaturas medias totales para La Serena, Quintero y Valparaíso. ....	149
Tabla Nº 23: Irregularidad interanual de las precipitaciones. ....	152
Tabla Nº 24: Denominación del tipo climático de la franja costera semiárida según diferentes autores. ....	154
Tabla Nº 25: Precipitaciones máximas en 24 horas, máximos registrados. ....	163
Tabla Nº 26: Formaciones vegetales de Chile según H. Fuenzalida, 1950, 1965.....	174
Tabla Nº 27: Zonas vegetacionales de Chile según E. Pisano, 1966. ....	176
Tabla Nº 28: Formaciones vegetales de la franja costera semiárida según V. Quintanilla, 1981. ....	178
Tabla Nº 29: Formaciones y pisos vegetacionales de Chile mediterráneo según V. Quintanilla, 1987. ....	181
Tabla Nº 30: Clasificación de la vegetación natural de Chile según Gajardo, 1993. ....	183
Tabla Nº 31: Variables e índices bioclimáticos utilizados por Luebert y Pliscoff, 2006. ....	188
Tabla Nº 32: Entidades de población en Chile. ....	219
Tabla Nº 33: Chile, evolución de la población por área urbana y rural según censos.....	220
Tabla Nº 34: Chile, población censal en ciudades según localización costera y continental.....	221
Tabla Nº 35: Chile, Evolución de las tasas de natalidad y mortalidad. ....	222
Tabla Nº 36: Población y viviendas en la franja costera semiárida, 1970-2002. ....	222
Tabla Nº 37: Población de la franja costera semiárida, por localidad, 1952-2002.....	225
Tabla Nº 38: Chile, evolución del déficit habitacional. ....	226

Tabla N° 39:	Definiciones de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. ....	230
Tabla N° 40:	Principales características de la Comisión Nacional de ..... Uso del Borde Costero. ....	237
Tabla N° 41:	Materias reguladas por normativas sobre la franja costera. ....	239
Tabla N° 42:	Concesiones marítimas vigentes a febrero de 2013. ....	243
Tabla N° 43:	Concesiones marítimas en trámite a febrero de 2013. ....	243
Tabla N° 44:	Principales alteraciones que afectan a los litorales según Cendrero, 1989. ....	258
Tabla N° 45:	Principales problemas que afectan a la zona costera según Castro y Morales, 2006. ....	260
Tabla N° 46:	Principales efectos de la actividad antrópica en la franja costera Según Andrade y Castro, 1990. ....	263
Tabla N° 47:	Infraestructuras y actividades localizadas sobre la línea de costa. ....	271
Tabla N° 48:	Características del sistema de agua potable y ..... alcantarillado en localidades urbanas de la franja costera semiárida. ....	279
Tabla N° 49:	Sistemas de tratamiento de aguas servidas autorizados. ....	281
Tabla N° 50:	Catastro de empresas con descargas de riles en la franja costera semiárida. ....	282
Tabla N° 51:	Contenidos totales promedio de sustancias mineras en los estratos superficiales del suelo. ....	284
Tabla N° 52:	Generación de residuos sólidos municipales y estimación para las localidades costeras de la franja costera semiárida. ....	286
Tabla N° 53:	Situación actual de los vertederos de la franja costera semiárida. ....	286
Tabla N° 54:	Planes de prevención y descontaminación en Chile. ....	292
Tabla N° 55:	Ocurrencia y daño causado por incendios forestales en Chile. ....	296
Tabla N° 56:	Ocurrencia histórica de incendios por comuna, periodo 1985-2012 (ha). ....	297
Tabla N° 57:	Chile, distribución de la ocurrencia de incendios según causa. ....	298
Tabla N° 58:	Subsistemas y mesosistemas analizados. ....	313
Tabla N° 59:	Subsistemas y elementos participantes. ....	313
Tabla N° 60:	Interfases en la franja costera Los Vilos-Concón. ....	324
Tabla N° 61:	Modalidades de protección ambiental en Chile. ....	331
Tabla N° 62:	Áreas y sitios de protección en la franja costera semiárida. ....	332
Tabla N° 63:	Grado de cumplimiento de los objetivos específicos. ....	356

## ÍNDICE DE FOTOS

		Página
Foto N° 1:	Costa rocosa baja al sur de Los Vilos. ....	83
Foto N° 2:	Planicie litoral, con de antiguos escollos en ..... las cercanías de Pichidangui. ....	83
Foto N° 3:	Costa de acantilados vivos en bahía El Negro. ....	87
Foto N° 4:	Costa rocosa y acantilados vivos al sur de caleta Horcón. ....	87
Foto N° 5:	Playa de Pichidangui, localizada en el fondo de la bahía .....	89
Foto N° 6:	Duna reactivada al sur de Los Vilos. ....	94
Foto N° 7:	Campo de dunas colgadas de Concón. ....	95
Foto N° 8:	Campo de dunas de la bahía Conchalí. ....	98
Foto N° 9:	Campo de dunas de Pichidangui. ....	99
Foto N° 10:	Campo de dunas de Longotoma. ....	100
Foto N° 11:	Paleosuelo en las dunas antiguas del campo de dunas de Longotoma. ....	101
Foto N° 12:	Campo de dunas de Ritoque. ....	102
Foto N° 13:	Campo de dunas colgadas de Concón. ....	104
Foto N° 14:	Erosión en regueras sobre las dunas pleistocénicas de Concón. ....	105
Foto N° 15:	Impacto del tsunami del día 27 de febrero de 2010 en las dunas de la costa de Curanipe .....	111
Foto N° 16:	Acción mecánica del oleaje sobre la costa rocosa al sur de Pichidangui .....	113
Foto N° 17:	Playa y dunas en el fondo de la bahía al norte de Pichidangui. ....	114
Foto N° 18:	Terraza en formación y terraza elevada al sur de Los Vilos .....	115
Foto N° 19:	Terraza litoral cubierta con matorral esclerófilo, Pichidangui. ....	197
Foto N° 20:	Terraza litoral con matorral esclerófilo, en contacto con la cordillera de la Costa, Los Vilos. ....	198
Foto N° 21:	<i>Cristaria glaucophylla</i> Cav., Los Vilos. ....	201
Foto N° 22:	<i>Ammophila arenaria</i> en primer plano y <i>Carpobrotus aequilaterus</i> en segundo plano, bahía Conchalí. ....	202
Foto N° 23:	Quebrada Quereo. ....	211
Foto N° 24:	Refugios localizados sobre la terraza I, al sur de Pichidangui. ....	247
Foto N° 25:	Refugio localizado sobre la terraza II, al sur de Pichidangui. ....	247
Foto N° 26:	Cárcava debido a un desagüe sobre duna antigua, Cachagua. ....	277
Foto N° 27:	Plantaciones forestales sobre dunas vivas y dunas antiguas, Longotoma .....	297
Foto N° 28:	Reactivación dunaria en campo de dunas de Concón. ....	301
Foto N° 29:	Dunas longitudinales reactivadas en el sector de bahía El Negro. ....	301
Foto N° 30:	Duna reactiva aproximándose a la carretera. ....	302

## ÍNDICE DE MAPAS

	<b>Página</b>
Mapa N° 1:	Cuencas hidrográficas principales del litoral 32-33°S. .... 28
Mapa N° 2:	Principales órdenes de suelos en la franja litoral 32-33°S. .... 31
Mapa N° 3:	División político administrativa: Comunas costeras en la franja litoral 32-33°S. .... 33
Mapa N° 4:	Áreas y atractivos turísticos, litoral 32-33°S. .... 36
Mapa N° 5:	Distribución de los eventos sísmicos de magnitud Ms en ..... Chile Central. .... 107
Mapa N° 6:	Cartografía del subsistema geomorfológico. .... 116
Mapa N° 7:	Localización de las estaciones meteorológicas en la franja costera. .... 147
Mapa N° 8:	Pisos vegetacionales de la franja costera semiárida, según Luebert y Pliscoff, 2006. .... 193
Mapa N° 9:	Uso del suelo actual en la franja costera semiárida. .... 241
Mapa N° 10:	Concesiones vigentes y en trámite a febrero de 2013. .... 244
Mapa N° 11:	Evolución de las áreas pobladas e industriales de la franja costera semiárida. .... 267
Mapa N° 12:	Pendientes en la franja costera semiárida. .... 278
Mapa N° 13:	Características espaciales de los incendios forestales. .... 299
Mapa N° 14:	Alteraciones antrópicas actuales en la franja costera semiárida. .... 305
Mapa N° 15:	Cartografía del mesosistema geomorfológico-biogeográfico. .... 316
Mapa N° 16:	Cartografía del mesosistema geomorfológico-antrópico. .... 318
Mapa N° 17:	Cartografía del mesosistema biogeográfico-antrópico. .... 321
Mapa N° 18:	Interfase de uso. .... 327
Mapa N° 19:	Interfase de impacto. .... 330
Mapa N° 20:	Interfase de protección. .... 339
Mapa N° 21:	Interfase de restricción. .... 341
Mapa N° 22:	Toponimia y Geomorfología Los Vilos-Concón (Sección A) ..... 387
Mapa N° 22:	Toponimia y Geomorfología Los Vilos-Concón (Sección B) ..... 388
Mapa N° 22:	Toponimia y Geomorfología Los Vilos-Concón (Sección C) ..... 389
Mapa N° 22:	Toponimia y Geomorfología Los Vilos-Concón (Sección D) ..... 390
Mapa N° 22:	Toponimia y Geomorfología Los Vilos-Concón (Leyenda) ..... 391



## RESUMEN

Mediante las conceptualizaciones de la teoría general de sistemas se analizan los elementos y relaciones de los macrosistemas geomorfológico, climático, biogeográfico y antrópico de la franja costera chilena comprendida entre los 32 y 33°S. A través de un enfoque cronológico se estudian los diferentes aportes al conocimiento y analizan los aspectos evolutivos de las formas, modalidades y procesos identificados en cada macrosistema, colocándose especial atención en las alteraciones antrópicas sobre el sistema biofísico y las formas de ocupación y uso de la costa.

El interés de la investigación surge a partir de la observación de la ocupación e impactos antrópicos, sin una regulación definida desde el punto de vista territorial, a la que ha sido sometida gran parte de la costa de Chile central, presentándose la oportunidad para estudiar una costa en la que aún no se experimentan esas alteraciones y proponer medidas, bajo la perspectiva del desarrollo sustentable, que permitan evitar los errores cometidos en otros lugares. La evolución institucional en Chile ha permitido la formulación de una gran variedad de normativas que tienen como fin la regulación del uso del suelo y de las actividades, sin embargo son escasas las normas directas que tienen como fin el ordenamiento territorial del litoral, un espacio de ancho variable y con una activa dinámica física y antrópica. La política nacional del litoral de Chile considera a esta franja como un borde, no dejando posibilidad para una gestión armónica ni suficiente como para considerar las dinámicas biofísicas existentes. Desde otro punto de vista las normativas de ordenamiento general se restringen casi exclusivamente a los espacios urbanos, entregando pocas posibilidades para regular los espacios rurales que se encuentran entre las ciudades, facilitando el desarrollo de conurbaciones y con ello un desarrollo urbano continuo y paralelo a la línea de costa, así como ya ha sido experimentado en gran parte de la costa de Chile central.

La costa comprendida entre los 32 y 33°S, se presenta como una zona de transición entre una costa mediterránea y otra semiárida en sentido estricto. Aquí es posible observar nítidamente las formas de origen marino, resultantes de una evolución durante el Cuaternario en la que se combinaron las influencias de los cambios climáticos, diferentes niveles del mar y procesos tectónicos. Bajo este escenario, comienzan a instalarse las primeras agrupaciones humanas manteniendo ocupaciones estacionales en las cercanías de recursos biológicos y de espacios de protección necesarios para su subsistencia. En la franja costera semiárida bajo estudio las localidades pobladas actuales se encuentran sobre las planicies litorales, coexistiendo con usos portuarios, agrícolas y forestales, localizadas sobre otras unidades geomorfológicas, experimentando cada una diferentes tipologías de impactos y alteraciones asociados a la ocupación y a las actividades que en ellas se desarrollan.

La organización dual de las relaciones de estos elementos en el nivel mesosistémico permite identificar la forma en la cual los elementos se organizan y se producen las alteraciones, definiéndose cuatro interfases: espacios definidos por las relaciones entre el ambiente biofísico, antrópico y normado por el ámbito institucional. Así, en las interfases de uso, impacto, protección y restricción se identifican niveles cualitativos de degradación y cuerpos normativos que permiten su regulación. En base a estos espacios de interfase, se proponen medidas y acciones con el fin de realizar una gestión sustentable de la costa.

## ABSTRACT

The features and relations of the geomorphological, climatic, biogeographic and anthropic subsystems and of the environmental impacts in the coastal sector of Chile between latitudes 32° and 33° South are analyzed, using the conceptual processes of general systems theory. Through a chronological focus, the various contributions to knowledge are studied and the ever-evolving aspects of the shapes, modes and processes identified in each subsystem are analyzed. Special attention is placed on the anthropic alterations to the biosphere subsystem set and the forms of occupation and use of the coast.

The interest in this research arises from observation of the settlement, use and anthropic impacts without a defined regulation to which most of the coast of central Chile has been subjected. This provides the opportunity to study a coast on which these alterations have not yet occurred and to propose measures, from the perspective of sustainable development, that would make it possible to prevent these errors from being committed in other places. The evolution of institutions in Chile has enabled a great variety of regulatory systems to form with the aim of controlling the use of the land and of the activities there. Nevertheless, there are very few rules that directly have as their purpose the territorial structure of the coastland, a space of variable width and with active physical and anthropic processes. National policy for coastal Chile considers this stretch of land as an edge, not leaving possibility for a harmonious management nor being sufficient to deal with the existing biophysical ongoing processes. Considering another angle, the regulations for general planning are limited almost entirely to urban areas, providing few possibilities for regulating the rural spaces that are between the towns while facilitating the development of conurbations and with it the growth of urban spread, continuously and parallel to the coastline, as has already happened along much of the coastal part of central Chile.

The coast between 32° and 33° South is a zone of transition between a Mediterranean coast and another that is more strictly semiarid. Here one can clearly see the land forms of marine origin resulting from a changing process over the Quaternary period in which the influences of climatic change, varying sea levels and tectonic processes combined. Within this setting, the first groups of humans began to settle, staying seasonally at sites necessary for their subsistence, being close to the biological resources and the places usable as protection. In the coastal strip studied, the currently populated areas are located on the coastal plains, co-existing with agricultural, forestry, port and docking uses located on other geomorphological units, each one of which undergoes various kinds of impacts and alterations associated with human settlement and the activities that go on in them.

The dual organization of the relationships of these features at the mesosystemic level allows the way in which these elements are organized and the alterations are caused to be identified, with four interfaces being defined, that is, spaces defined by the relations between the bio-physical and anthropic environments and also the rules set in the institutional sphere. Thus, at the interfaces of use, impact, protection and restriction, qualitative levels of degradation are identified, as are the bodies of regulations that enable them to be structured and controlled. On the basis of these interface spaces, specific measures and actions are proposed with the aim of putting into effect a sustainable management of the coast.

## **INTRODUCCIÓN**



Reconocemos al litoral como una franja de ancho variable localizada en la periferia de los continentes. Una visión moderna, lo considera como un lugar donde interactúan las fuerzas oceánicas, continentales y atmosféricas, caracterizado por una activa dinámica y una intensa interacción física, ecológica y social, constituyendo fronteras ecológicas en los que ocurren intercambios de materia y energía (Owens, D. 1983; Cendrero, A. 1989; Hildebrand y Norrena, 1992; Manríquez, 1994; Carballo y Villasante, 2009), ello implica que las complejas interacciones litorales entre los elementos y procesos naturales se ven influenciadas, modificadas o incluso eliminadas por la acción humana.

La particular característica de triple interfase: océano-atmósfera-continente, identifica a los litorales como uno de los ambientes más activos del planeta desde el punto de vista de las interacciones biofísicas. Los paisajes de las costas son el resultado de mecanismos complejos, en ocasiones sensibles desde el punto de vista ambiental, y en donde los elementos participantes actúan y han actuado bajo una también compleja dimensión espacio-tiempo.

Temporalmente, el litoral, tal como lo conocemos en la actualidad, tiene su génesis en las variaciones glacioeustáticas del nivel del mar sucedidas durante el periodo Cuaternario. Hace unos 18.000 años BP, durante el máximo glacial, el nivel del mar se encontraba unos 120 m más bajo que su nivel actual, al comenzar a fundirse los inlandsis, hace alrededor de unos 15.000 años BP, debido al aumento de las temperaturas globales, el nivel del mar comienza a subir hasta estacionarse en su actual posición hace unos 6.000-5.000 años BP. (Paskoff, 1994). Geográficamente el litoral es un espacio restringido. Si bien ocupa una posición perimetral en los bordes continentales; a mayor detalle y desde un punto de vista geomorfológico el litoral se extiende hasta allí donde es posible identificar formas ligadas a la acción del mar. Por el contrario, el litoral también tiene una parte sumergida y por convención se amplía hasta allí donde el fondo marino inmediato puede influenciar la propagación del oleaje.

La extensión latitudinal de Chile en el margen continental occidental sudamericano, entre los 17°30'S y los 56°S, se aproxima a los 4.400 km, en un sentido norte-sur, que se extienden a 83.850 km de línea de costa, incluidas las islas adyacentes. Esta gran longitud permite considerar criterios de zonalidad para diferenciar las costas de Chile. En términos muy generales, las temperaturas medias mensuales como anuales disminuyen con el aumento de la latitud; las precipitaciones totales anuales aumentan y los vientos incrementan su intensidad a medida que se avanza hacia el sur.

La franja costera que vamos a estudiar se localiza entre los 31°50'S y 32°57'S, específicamente entre cabo Tablas y playa Cochoa, abarcando una distancia de 120 km lineales en un sentido norte-sur (Figura N°1). Se ha adoptado denominar a esta franja litoral como el extremo sur de la costa del semiárido de Chile, que presenta

condiciones geográfico-físicas particulares que le otorgan notoriedad desde el punto de vista climático y geomorfológico.

En este sentido, se presenta la oportunidad para la elaboración de esta tesis en el área propuesta (32° a 33°S) la cual se manifiesta como una costa en la que es posible realizar una gestión y manejo, con el fin de llegar a una ocupación sustentable de las actividades y usos del suelo humanos, y que aún no experimenta las características de la urbanización y crecimiento poblacional que se observa en otros lugares de la costa de Chile central.

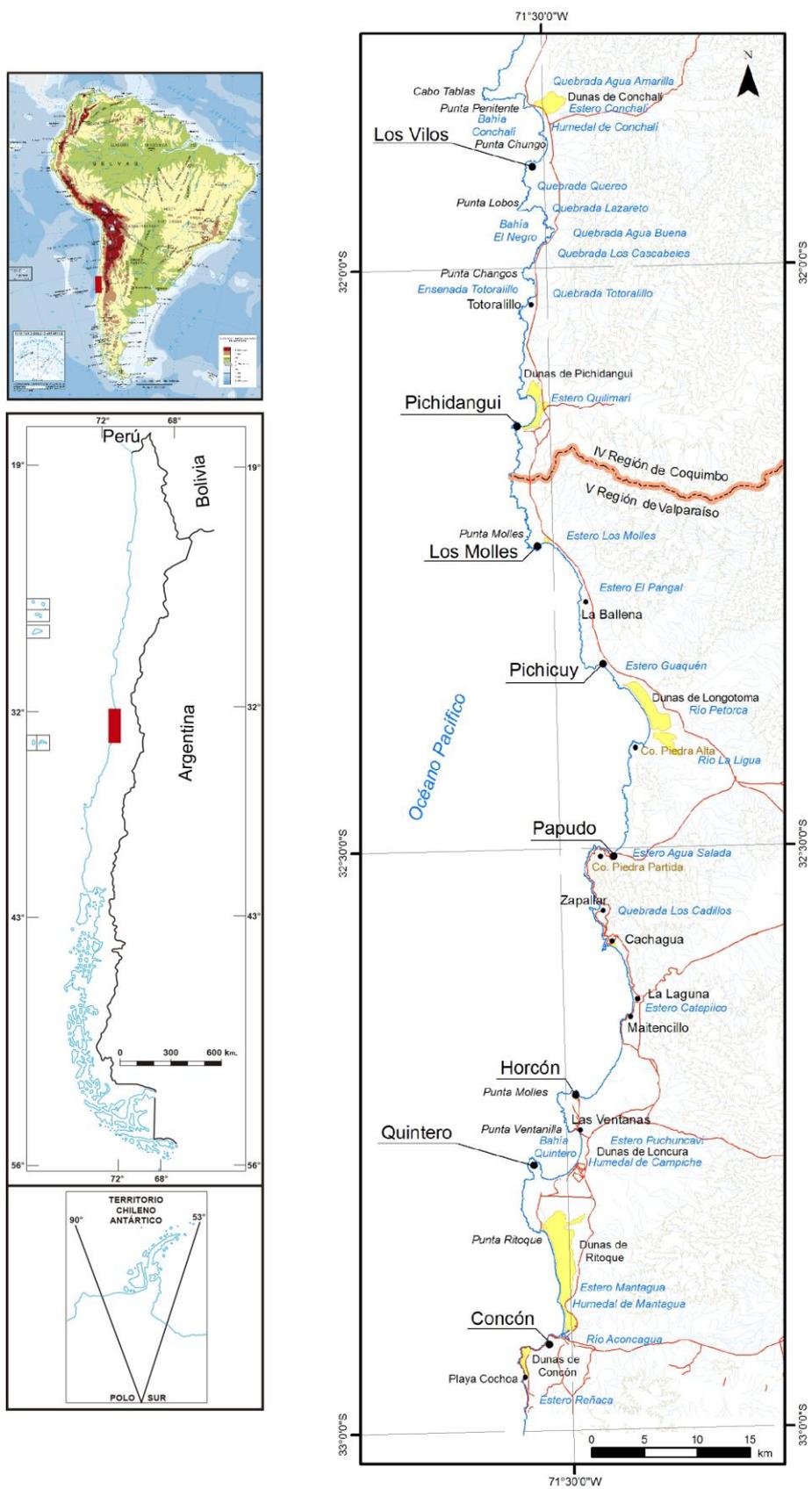
En términos geomorfológicos, en las costas chilenas se encuentran las terrazas litorales, espacios relativamente planos, inclinados hacia el mar y escalonados a diferentes altitudes. En su génesis, ha actuado el mar, que ha elaborado la superficie planiforme, y la tectónica, que ha contribuido a su solevantamiento sobre el nivel del océano. La costa de Chile centro-norte se encuentra situada en un margen de colisión, en el cual la placa tectónica de Nazca subducta bajo la placa Sudamericana, ocasionando fuertes y frecuentes sismos y una tendencia general y sostenida al alzamiento del territorio.

El efecto combinado de ambos procesos deja como resultado una costa escalonada a diferentes altitudes, que en la literatura científica se conoce como costa de rasas. Estas unidades de origen marino, se encuentran adosadas a las vertientes occidentales de la cordillera de la Costa.

Desde un punto de vista socioeconómico, el litoral ofrece una gran cantidad de recursos que han motivado la instalación de la población en las costas. En América Latina y el Caribe, por ejemplo, se encuentran varios de los más productivos estuarios, como el Amazonas y el Río de la Plata. En Belice se encuentra el segundo arrecife de barrera más grande del mundo. Las costas de Chile y Perú se encuentran entre las 5 más grandes pesquerías del mundo, los puertos industriales de la región son el segundo destino para las exportaciones de containers de Estados Unidos y el Canal de Panamá es el principal eje de conexión entre los países del anillo del Pacífico y los países occidentales en Europa (Banco Mundial, 1998). En la actualidad, se construye el tercer juego de esclusas del canal de Panamá, que permitirá aumentar el tráfico existente, permitiendo el tránsito de naves de mayor tonelaje, a partir de la fecha de finalización del proyecto en el año 2015.

A nivel global, cerca de un cuarto de la población total del mundo se encuentra localizada a menos de 100 km de distancia de las líneas costeras continentales y a menos de 100 m de altitud. Por otra parte, el 60% de las macroregiones más pobladas del mundo, de más de 5 millones de habitantes, se encuentran a esta misma distancia, incluyendo a 12 de las 16 ciudades con más de 10 millones de habitantes (World Bank, 2013). En Chile, 9 de las 15 ciudades capitales regionales, son litorales, que reúnen alrededor de 20% de la población total del país. Las tendencias muestran que las áreas litorales tienen un crecimiento económico más rápido que áreas al interior de los continentes; el principal indicador es el incremento poblacional y el crecimiento de los asentamientos urbanos, fuertemente reforzado por el turismo estacional; las razones de esta tendencia, se encuentran principalmente en la alta movilidad de la población, en el bajo costo relativo de disposición de desechos y la atracción del clima litoral (Juhasz, 1991); además es un lugar estratégico para la industria, el comercio y el transporte, con una gran variedad de servicios para la población (Carballo y Villasante, 2009).

Figura N°1: Localización de la costa chilena Los Vilos-Concón (32-33°S).



Fuente: IGM, 2011, modificado.

Desde otro punto de vista, los países sin litoral marítimo deben pagar costos más altos, afrontar retrasos y esperas en los flujos comerciales de importación y exportación, evidenciando crecimientos más lentos que países con acceso al mar: 16 de los 31 países en desarrollo y sin litoral se encuentran entre los más pobres del mundo. (Banco Mundial, 2008).

El entrecruzamiento de lo natural y lo cultural en la franja costera configura un paisaje muy dinámico y en permanente evolución, en el cual actúan permanentemente, los elementos, los procesos naturales, y una ocupación humana versátil cuyos distintos usos del suelo –urbanos, industriales, portuarios, agrícolas y turísticos– compiten por una franja litoral restringida desde el punto de vista espacial, interactuando en dimensiones temporales y espaciales diferenciadas.

Una adecuada ocupación de la franja costera, debiese considerar por tanto los procesos y los elementos naturales existentes en la costa. Conocer la fuerza y dirección de las interacciones de esos elementos permitiría planificar de mejor forma la instalación del ser humano y sus actividades, con el objeto de no alterar los procesos naturales que se desarrollan en los medios costeros. En este sentido, surgen dos ideas necesarias de considerar respecto de una gestión con base biofísica del medio costero: en primer término la identificación de los eventos naturales riesgosos asociados a la ocupación humana en las costas. En segundo lugar, la identificación de aquellos espacios que por su interés ecológico y/o paisajístico merecen ser conservados (Owens, 1983; Paskoff y Manríquez, 1997).

Varios son los riesgos existentes en el litoral. Sin llegar a una clasificación y caracterización de cada uno de ellos, son importantes las inundaciones en los cursos bajos de los ríos, las tormentas, los flujos de escombros, los terremotos, los tsunamis, la subsidencia, el volcanismo, la erosión y el ascenso del nivel marino. (Cendrero, 1989). Para el caso de la costa de Chile Central se identifican, además del riesgo sísmico, cuatro tipos de riesgos: submersión, erosión, deslizamiento y aluvión (Paskoff y Manríquez 1997).

Desde otro punto de vista, las áreas costeras y especialmente las ciudades litorales se encuentran en condición de riesgo frente a eventos de inundación. Alrededor de 360 millones de habitantes urbanos en el mundo se encuentran viviendo a menos de 10 m sobre el nivel del mar; las estimaciones demográficas indican que este número se duplicará hacia el año 2050 (World Bank, 2013), lo que en un escenario de cambio climático y un aumento del nivel del mar incrementará la vulnerabilidad a eventos meteorológicos extremos.

De acuerdo a criterios recomendados, los espacios de protección natural debiesen contemplar un área nuclear, una zona de amortiguación y un anillo exterior de transición. La idea esencial es dejar los elementos más prístinos al interior de estos espacios. La definición y delimitación de estas unidades, es, por tanto, necesaria y se requieren los estudios científicos que contemplen variables naturales y culturales, los que además debiesen contar con normativas jurídicas que los amparen y protejan, e insertas en un sistema integrado de gestión del litoral.

En el nivel internacional destacan algunas experiencias interesantes. En Francia, la Ley del Litoral considera a la costa como un concepto geográfico y no jurídico. El *Conservatoire du Littoral*, organismo creado en 1975, tiene como objetivo la adquisición de bienes para el resguardo del espacio litoral, el respeto de los sitios naturales y el equilibrio ecológico. La Ley de Costas española, delimita un dominio

público marítimo-terrestre que incluye, entre otros, elementos “los espacios de depósito de materiales sueltos formados por la acción del mar o del viento marítimo” (Paskoff y Manríquez, 1997).

En Chile, la “Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República” (Decreto Supremo N° 475, Ministerio de Defensa, 11 de enero de 1995) contempla entre sus objetivos el “...propender a una adecuada consideración de la realidad geográfica de cada uno de los sectores o áreas del litoral...” sin embargo, “...se aplica respecto de los siguientes bienes nacionales, fiscales o de uso público, sujetos al control, fiscalización y supervigilancia del Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría de Marina” (La Subsecretaría de Marina fue reemplazada en sus funciones por la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas):

- Terrenos de playa fiscales ubicados dentro de una franja de ochenta metros de ancho, medidos desde la línea de la más alta marea de la costa del litoral.
- La playa.
- Las bahías, golfos, estrechos y canales interiores.
- El mar territorial de la República.

Desde un punto de vista jurídico, existen por tanto dos tipos de franja costera, en función de la propiedad pública o privada de estos espacios (Figura N° 2). En ambos casos la posibilidad de gestión de la franja litoral se reduce a una porción escasa de territorio que restringe a la zona costera a un “borde litoral”.

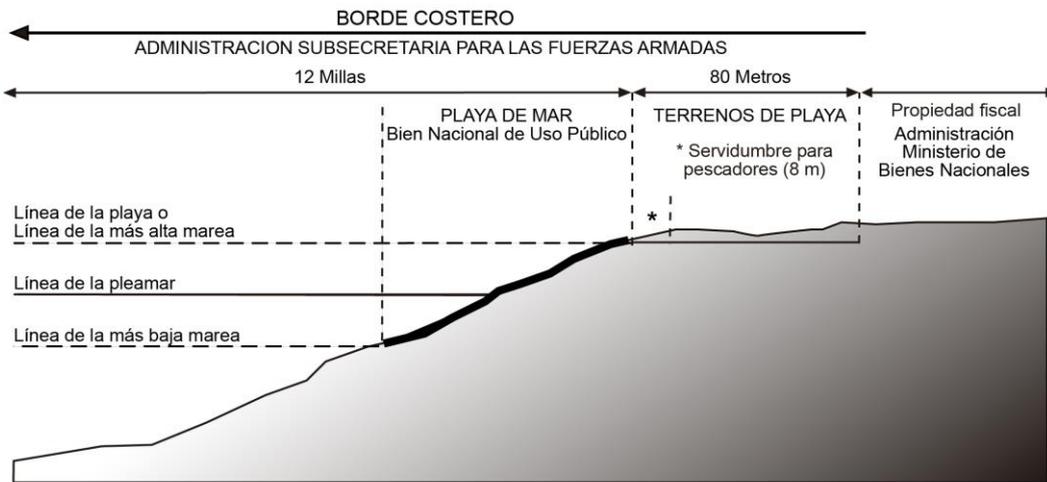
En el nivel mundial, muchos errores se han cometido por una ocupación sin planificación ni control en la costa, sólo basta recordar lo ocurrido en las costas mediterráneas de España y Francia con lo que se llamó la “balearización” del litoral, lo cual significó una ocupación paralela y continua de la línea de costa, resultando en una desfiguración y desnaturalización del litoral por una densa urbanización. Es por ello que se han elaborado planes y programas que han tenido como fin lograr una gestión adecuada de los litorales principalmente, y con gran desarrollo, en Europa y América del Norte. Las experiencias indican que es mejor actuar antes de que se produzcan las alteraciones, que encontrar las soluciones a los problemas, luego de que ellos se han producido.

En Chile, el litoral de la V Región de Valparaíso (32°15' a 33°55'S), representa el mejor caso en el cual se ha producido una ocupación del litoral sin planificación, que ha resultado en una urbanización paralela a la línea de costa, favoreciéndose las conurbaciones, el reemplazo de suelos agrícolas por suelo urbano y la pérdida de espacios naturales de significativa importancia ecológica.

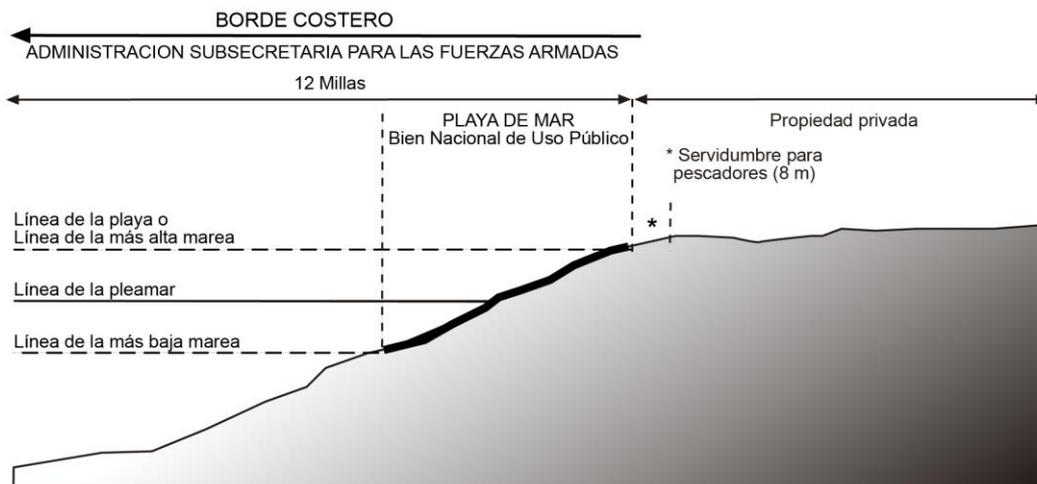
La costa de la V Región de Valparaíso, presenta una fisonomía actual resultado de una rápida evolución, en la que los espacios naturales prácticamente no existen y en su reemplazo se sucede un *continuum* urbano casi sin interrupción, surgiendo patologías urbanas típicas de las grandes ciudades: congestión vehicular y aumento de los tiempos de desplazamiento, lo que ha obligado al diseño y construcción de nuevas alternativas viales; segregación socioespacial, que ha permitido el surgimiento de nuevas áreas, principalmente residenciales, que privilegian las vistas paisajísticas, el aislamiento y encierro, con fines de protección; y la pérdida de calidad urbana de espacios consolidados.

Figura N° 2: La franja costera de acuerdo a la Política Nacional de Uso del Borde Costero.

### Frente a predios fiscales



### Frente a predios privados



Fuente: Subsecretaría de Marina, 2000, modificado.

Esta investigación doctoral se estructura en cuatro temas, que se encuentran organizados en 12 capítulos. Se caracterizan y analizan los **elementos biofísicos** de la franja litoral semiárida. Se realiza un inventario y se estudian las formas bajo las cuales esta costa ha experimentado la **ocupación humana** desde periodos prehistóricos hasta la actualidad. En tercer término se estudian los **aspectos normativos** que regulan, permiten o restringen la ocupación o las actividades que se pueden realizar en la costa, junto con describir y encontrar los paralelos con algunas experiencias internacionales en este mismo tema. Finalmente se proponen medidas que permitan acceder a una **ocupación sustentable** de la costa.

En Chile se han realizado trabajos similares enmarcados en proyectos de investigación académica, sin embargo la mayor parte de ellos han considerado como

sujeto de interés tramos localizados de las costas mediterráneas y de las costas áridas en el norte del país. En ambos casos el tratamiento de la información ha apuntado más bien a delimitar unidades territoriales establecidas mediante criterios geográficos, a identificar los impactos humanos sobre ellas y a la proposición de medidas que permitan minimizar los efectos negativos sobre ellas. En la década de los años setenta, el profesor francés Roland Paskoff, realizó una acuciosa investigación geomorfológica de tercer ciclo que desarrolló prácticamente sobre toda la región semiárida de Chile (Paskoff, 1970).

La presente tesis redactada bajo el título "Interfase naturaleza-sociedad en la franja costera semiárida chilena (32°-33°S)" se fundamenta en los aspectos biofísicos para identificar y proponer medidas que ayuden a lograr una ocupación sustentable de esta costa localizada en un ambiente transicional morfoclimático semiárido.

### **Bibliografía específica.**

**Banco Mundial**, 2008. Países sin litoral, alto costo de transporte, retrasos y menos comercio. <http://go.worldbank.org/T3G87CYMX0>.

**Carballo, A. & Villasante, C., 2009.** La gestión integrada de las zonas costeras en la política marítima de la Unión Europea. Gestión integrada de zonas costeras, Cap. 1 Aenor, Madrid. 482 pp.

**Cendrero, A.** 1989. Land-use problems, planning and management in the coastal zone: An introduction. *Ocean & Shoreline Management* 12:367-381.

**Hildebrand, L. & Norrena, E., 1992.** Approaches and progress toward effective integrated coastal zone management. *Marine Pollution Bulletin* 25(1-4):94-97.

**Instituto Geográfico Militar (IGM)**, 2011. Atlas Geográfico para la Educación. Santiago, 216 pp.

**Juhasz, F., 1991.** An international comparison of sustainable coastal zone management policies. *Marine Pollution Bulletin* Vol. 23 pp. 595-602.

**Manríquez, H., 1994.** Manejo de zonas costeras: Expansión urbana sobre unidades sensibles en la ciudad de Viña del Mar (período 1974 - 1991). Memoria de Título para optar al grado académico de Licenciado en Geografía. Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile.

**Ministerio de Defensa Nacional**, 1994. Política nacional de uso del borde costero del litoral de la República, Decreto Supremo N° 475. Diario Oficial N° 35.064, de 11 de Enero de 1995.

**Owens, D., 1983.** Coastal law. Man and the Marine Environment R. Ragotzkie ed. CRC Press, Inc. Usa. pp.141-158.

**Paskoff, R., 1994.** Les littoraux. Impacts des aménagements sur leur évolution. Masson Géographie, 2e édition. 256 pp.

**Paskoff, R., 1970.** Le Chili semi-aride, recherches géomorphologiques. Biscaye, Bordeaux, 420 pp.

**Paskoff, R. & Manríquez, H.**, 1997. Manejo del borde costero y desarrollo sustentable en Chile central (IV y V regiones). *Terra Australis* 42:73-89.

**Subsecretaria de Marina**, 2000. El borde costero, un espacio de integración y desarrollo 18 pp.

**World Bank**, 2013. Resilient coastal cities. The economic, social and environmental dimensions of Risk. Caribbean knowledge Series 78607. 16 pp.

**World Bank**, 1998. Strategy for coastal and marine resources management in Latin America and the Caribbean. N° ENV-129. Washington, D.C. 42 pp.

**CAPITULO I**  
**LA FRANJA COSTERA CHILENA**  
**“LOS VILOS – CONCÓN”**



El *continuum* territorial que se expresa en una sucesión de paisajes sin interrupción siguiendo un perfil meridiano cualquiera de norte sur, se deja ver muy notoriamente en Chile. El paisaje se ve influenciado en gran medida por las características climáticas, especialmente por las disponibilidades de agua que posibilitan el desarrollo de diferentes condiciones de aridez y que se expresan también en una gran variedad de morfologías.

Desde otro punto de vista y así como se mencionó en la introducción, la franja costera es considerada como una zona de interfase. Aquí se ponen de manifiesto e interacción las acciones físicas del funcionamiento climático, continental y oceanográfico. Las terrazas o planicies litorales, una de las unidades fisiográficas características del territorio chileno, dejan ver bastante bien esta sucesión. Desde este punto de vista, la franja costera semiárida es, por lo tanto, una zona de transición entre las características de los paisajes áridos al norte y las condiciones mediterráneas de más al sur. Esta apariencia de características zonales con la que se presenta la costa, es influenciada por dos elementos: los efectos de la tectónica y las variaciones del nivel del mar durante el Cuaternario.

## **1.1. Localización y ámbito del área de estudio.**

### **1.1.1. Las propuestas de clasificación de las costas.**

La literatura científica muestra que se han propuesto diferentes clasificaciones de las costas, las que consideran diferentes aproximaciones. Ellas son interesantes en términos del ejercicio conceptual por identificar y definir patrones de localización y desarrollo de los elementos, factores y procesos dominantes en el desarrollo evolutivo de los litorales en el mundo y que posibilitan la implementación de actuaciones específicas para cada lugar en función de sus propias características particulares.

Johnson (1919, en Thornbury, 1960), propuso una clasificación genética de las costas basada en cuatro categorías (Tabla N° 1) y que fue utilizada ampliamente, pero que sin embargo tenía problemas concretos en su aplicación práctica. Aufrère (1934, en Davis 1980), clasificó las costas colocando una mayor importancia en las características climáticas por sobre otro tipo de consideraciones (Tabla N° 2).

Guilcher (1957), propone una clasificación de las costas basada en un inventario de las formas y procesos existentes en el litoral, las que son debidas exclusivamente a la acción del mar y que son alcanzadas en tiempos diferentes dependiendo de los tipos de rocas, altura de la costa y de la intensidad de los procesos marinos. Así identifica: costas con rías, costas de fiordos, costas con llanuras glaciales, costas con llanuras no glaciales y costas con influencias estructurales dominantes.

Tabla N° 1: **Clasificación de las costas de Johnson, 1919.**

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipos</b>
Costas de emersión	Resultan de una emersión relativa dominante de un fondo de un océano o de un lago	
Costas de submersión	Son el resultado de una submersión relativa dominante de una masa terrestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costa de rías</li> <li>• Costa de fiordos</li> </ul>
Costas neutrales	Aquellas que no dependen de la submersión ni de la emergencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costa de deltas</li> <li>• Costas de llanura aluvial</li> <li>• Costas de llanura de conos de transición</li> <li>• Costas volcánicas</li> <li>• Costas de arrecifes coralinos</li> <li>• Costas de falla</li> </ul>
Costas compuestas	Son el resultado de una combinación de dos o más categorías anteriores	

Fuente: Thornbury, 1960.

Tabla N° 2: **Clasificación de las costas de Aufrère, 1936.**

<b>Tipo de Costa</b>	<b>Principales Características</b>
Cubierta permanente de hielo	Desarrollo virtualmente detenido debido a la aparente ausencia de agentes marinos de modificación
Cubierta estacional de hielo	Actividad costera intermitente, los sedimentos glaciales son importantes en el abastecimiento de las playas
Templado húmedo	Corresponde a la "costa tipo" considerada normal y habitada
Cálido, húmedo	Caracterizada por la presencia de corales, características de construcción con tendencia al crecimiento en la estación húmeda
Desierto	Estuarios y deltas son ausentes, los sedimentos litorales son exclusivamente marinos en el origen
Semiárido	Influencia continental estacional, lagunas litorales toman el carácter de <i>sebkhas</i>

Fuente: Davies, 1980.

Inman y Nordstrom (1971), sugieren una clasificación de las costas mundiales basada en los principios de la tectónica de placas, identificando características de los diferentes tipos de contacto entre ellas (Tabla N° 3).

Tabla N° 3: **Clasificación de las costas de Inman y Nordstrom, 1971.**

Tipo de Costa	Principales Características
Costas de colisión (Formadas por la convergencia de dos placas)	Costas de colisión continental: un margen continental se localiza a lo largo de la zona de convergencia
	Costas de colisión de arcos de islas: un margen no continental se localiza a lo largo de la zona de convergencia
Costas traslacionales, márgenes divergentes, costas de arrastre	Costas neo-traslacionales: una nueva zona de expansión está separando una masa de tierra
	Costas afro-traslacionales: donde la costa continental opuesta también está separándose
	Costas amero-traslacionales: la costa continental opuesta es una costa de colisión frontal
Costas de mares marginales (una costa incrustada en una placa enfrenta un arco de islas)	

Fuente: Davies, 1980.

Shepard (1973) propone una clasificación de las costas genético-geomorfológica, basada en su evolución geológica y los procesos costeros participantes (Tabla N° 4). Distingue las costas primarias (o juveniles), en que las fuerzas no marinas son las que han modelado el paisaje; y costas secundarias (o maduras), en que la acción marina es el proceso dominante. Esta clasificación fue inicialmente propuesta en el año 1937, pero fue modificada en años posteriores.

Tabla N° 4: **Clasificación de las costas de Shepard, 1973.**

Costas primarias (Configuración debida a procesos no marinos)	Costas de erosión de tierras	Costas de rías	Dendríticas
			Enrejadas
		Costas de erosión glacial	Costa de fiordos
			Depresiones glaciales
		Costas de karst ahogado	
		Costas de depósitos subaéreos	Costas de depositación fluvial
	Costas de delta compuesto		
	Costas de abanicos aluviales compuestos "enderezados" por la erosión de las olas		
	Costas de depositación glacial		Morrenas parcialmente sumergidas
			Drumlins parcialmente sumergidos
			Materiales depositados parcialmente sumergidos
	Costas de depositación	Costas de progradación de	

		eólica	dunas
			Costas de dunas
			Costas de dunas fósiles
		Costas de deslizamientos	
	Costas volcánicas	Costas de flujos de lava	
		Costas de tefra	
		Costas de colapso volcánico o de explosión	
	Costas modeladas por movimientos diastróficos	Costas de fallas	Costas de escarpes de falla
			Costas de ruptura
			Cabalgamiento
Costas plegadas			
Extrusiones sedimentarias	Domos salinos		
	Acumulaciones de barro		
Costas de hielo			
Costas Secundarias (Modeladas por agentes u organismos marinos)	Costas de erosión marina (oleaje)	Acantilados "enderezados" por el oleaje	Cortados en materiales homogéneos
			Costas inclinadas alineadas con los estratos geológicos
			Costas de línea de falla
			Costas de plataformas elevadas escalonadas
			Costas de plataformas deprimidas escalonadas
		Costas modeladas por la acción irregular del oleaje	Costas de formaciones heterogéneas
	Costas de depositación marina	Costas de barrera	Playas de barrera
			Islas de barrera
			Flechas de barrera
			Bahías de barrera
			Deltas
		Depósitos en forma de cuerno	
	Planos de playa		
	Marismas		
	Costas construidas por	Costas de arrecifes de coral	Costas con arrecifes en el borde costero
			Costas de arrecifes de

	organismos		barrera
			Atolones
			Costas de arrecifes elevados
		Costas de arrecifes de s�erpula	
		Costas de arrecifes de ostras	
		Costas de manglares	
		Costas de marismas con hierbas	

Fuente: Shepard, 1973.

Davies (1980), analiza los factores físicos continentales (litología, estructura, estabilidad tectónica, denudación y acreción), físicos del mar (régimen del oleaje, tipo y rango mareal, características del agua de mar: salinidad, contenido de carbono y temperatura) y biológicos, que influyen las variaciones geográficas en el desarrollo de las costas y cambios sugiere un modelo conceptual de evolución de las líneas de costa mundiales, basado en la distinción de amplias zonas latitudinales en que los procesos de la costa muestran diferencias significativas (Tabla N  5).

La clasificación de J. L. Davies se basa esencialmente en una diferenciación climática de las costas, sin embargo, indica que existen factores de variación que no se relacionan con el clima: el régimen de marea, la estructura de los materiales sólidos de la corteza continental y el sistema de transporte sedimentario, pero que actúan conjuntamente con él.

Tabla N  5: **Clasificación de las costas de Davies, 1980.**

Tipo de Costa	Principales Características
Costas de bajas latitudes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducida energía del oleaje</li> <li>• Construcciones significantes de algas y en algunas áreas de coral</li> <li>• Litificaci�n de playas y dunas</li> <li>• Abundantes sedimentos costeros</li> <li>• Relativamente escasas costas rocosas con acantilados débiles y desarrollo de plataformas por procesos de meteorización, solución y erosión biológica</li> <li>• Pobre desarrollo de dunas</li> <li>• Movimientos en masa son los mayores responsables de la evolución de acantilados</li> <li>• Estuarios y deltas son extremadamente escasos</li> </ul>
Costas de latitudes medias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran energía del oleaje</li> <li>• Costas rocosas tienen mayor extensión que a bajas altitudes y los acantilados se desarrollan bajo la influencia de un desbaste más intensivo y procesos abrasivos, que también desarrollan pendientes intermareales y plataformas</li> <li>• Menor desarrollo de playas, pero donde existen dan lugar a los más</li> </ul>

	<p>extensos campos de dunas del mundo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los efectos biológicos son insignificantes salvo por la influencia de la vegetación en la evolución de las dunas y llanuras mareales</li> <li>• Las subdivisión más importante de esta zona es aquella en la cual se presentaron áreas englaciadas y no englaciadas durante el Pleistoceno</li> </ul>
Costas de altas latitudes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son costas congeladas por lo menos en algún momento del año</li> <li>• El oleaje muestra niveles de baja energía</li> <li>• Sedimentos gruesos son relativamente abundantes, especialmente en la construcción de barreras</li> <li>• En el detalle las playas muestran formas resultantes de la acción estacional del hielo</li> <li>• Las dunas costeras son limitadas y las llanuras mareales están dominadas por vegetación herbácea</li> <li>• La morfología de los acantilados está fuertemente influenciada por los movimientos en masa pasados y actuales</li> <li>• Las mayores diferencias intrazonales resultan de los diferentes tiempos de duración de la estación del congelamiento marino</li> </ul>

Fuente: Davies, 1980.

### 1.1.2. Las clasificaciones del litoral en Chile.

Como ha sido revisado, las propuestas de clasificación de los litorales han considerado diferentes aproximaciones (Tabla N° 6). Ellas han atendido a tratar de comprender el ordenamiento del sistema natural considerando sus elementos participantes y las interconexiones que los unen, estableciendo diferentes modelos que intentan explicar su disposición y funcionamiento. Si bien estas ideas tienen una gran certidumbre en el nivel global y/o regional, ellas comienzan a encontrar dificultad de aplicación al aumentar el nivel de detalle según sea el litoral considerado. Para el caso chileno, existen cuatro clasificaciones que se destacan por su originalidad.

Tabla N° 6: **Síntesis de las clasificaciones de los litorales en el mundo.**

Autor	Año	Aproximación
D.W. Johnson	1919	Genético
L. Aufrère	1936	Climática
A. Guilcher	1957	Inventario de formas y procesos
D.L. Inman y C.E. Nordstrom	1971	Tectónica
F.P. Shepard	1973	Genético-geomorfológica
J.L. Davies	1980	Climático-geomorfológica

Fuente: Autor.

Araya-Vergara (1976), aplica una taxonomía a las costas de Chile de acuerdo a las características geomorfológicas, considerando unidades, individuos y tipos regionales y proponiendo una denominación (Tabla N° 7), identifica 10 unidades (Figura N° 3):

Tabla N° 7: **Taxonomía de las costas en Chile según Araya-Vergara, 1976.**

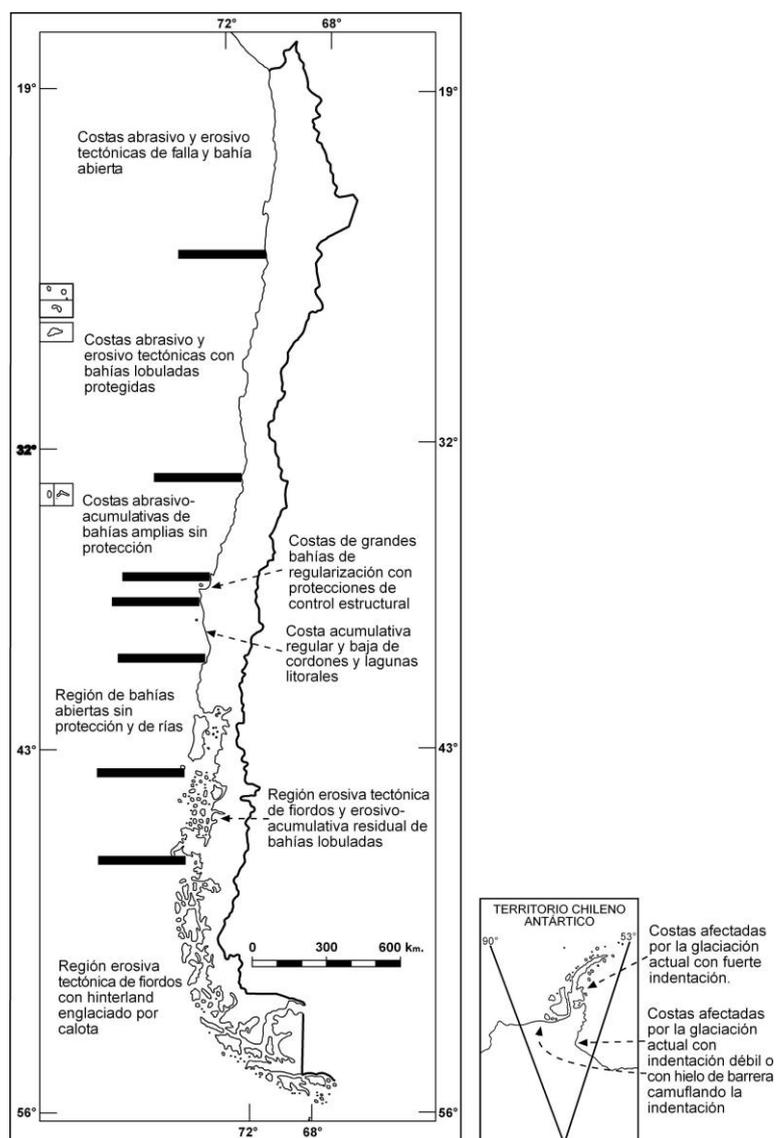
Denominación	Lugar	Latitud
Región de costas abrasivo y erosivo tectónicas de falla y bahía abierta	Arica a Punta Rincón	18-25°S
Región de costas abrasivo y erosivo tectónicas con bahías lobuladas protegidas	Punta Rincón a Punta Curaumilla	25-33°S
Región de costas abrasivo-acumulativas de bahías amplias sin protección	Punta Curaumilla a Dichato	33-36°30'S
Región de costas de grandes bahías de regularización con protecciones de control estructural	Concepción a Arauco	36°30'-37°S
Región de costa acumulativa regular y baja de cordones y lagunas litorales	Lebu a Queule	37°36'-39°20'S
Región de bahías abiertas sin protección y de rías	Queule a costa occidental de la isla de Chiloé	39°20'-43°30'S
Región erosiva tectónica de fiordos y erosivo-acumulativa residual de bahías lobuladas	Costas de la Patagonia con Hinterland no englaciado	
Región erosiva tectónica de fiordos con hinterland englaciado por calota	Costas de la Patagonia con Hinterland englaciado	
Región de las costas afectadas por la glaciación actual con fuerte indentación	Península antártica e islas adyacentes)	
Región de las costas afectadas por la glaciación actual con indentación débil o con hielo de barrera camuflando la indentación	Costas en mares de Bellingshausen y de Weddell)	

Fuente: Araya-Vergara, 1976.

King (1977), siguiendo a Inman y Nordstrom (1971), propone tres criterios con los cuales clasifica a las costas de Chile, de este modo, sugiere una clasificación estructural, basada en la teoría de la tectónica de placas y en la expansión del fondo oceánico (*seafloor spreading*).

Toda la costa occidental de Chile, hasta los 45°S, corresponde a una costa de colisión en la que participa la placa oceánica de Nazca y la placa continental sudamericana, en la zona de contacto se encuentra la fosa de Chile-Perú, una de las más largas del mundo. La colisión de ambas placas se produce a una velocidad de unos 12 cm/año. Hacia el sur, la fosa adquiere características geomorfológicas en razón de los aportes fluviales y glaciales que contribuyen a su relleno. En la parte norte, debido a las razones climáticas que limitan el aporte detrítico regular, la fosa tiene características netamente estructurales.

Figura Nº 3: **Clasificación de la costa chilena según Araya-Vergara, 1976.**



Fuente: Araya-Vergara, 1976, modificado.

Los estudios del fondo oceánico frente a las costas de Chile son relativamente recientes. Los primeros reconocimientos sistemáticos fueron realizados por Zeigler et al., en 1957 y por Fisher y Raitt en 1962, a los que se agregan los estudios sobre las anomalías de gravedad de Wuenschel (1952); estudios sísmicos, Benioff (1954); investigaciones geofísicas regionales en este sector del Pacífico fueron realizados por Hayes (1966); estudios referidos a la evolución del margen de Chile sudamericano fueron realizados por Scholl et al., (1968, 1970) y por Herron (1971, 1972) e investigaciones de la corteza profunda y zonas sísmicas fueron realizados por Aldrich et al., (1958), Syker & Hayes (1971), Ocola et al., (1971) y Stauder (1973). (Morales, 1984).

En la actualidad, importantes antecedentes y datos batimétricos se han obtenido a partir de las travesías y de los cruceros oceanográficos (cruceros Cimarrón) que la Armada de Chile efectúa periódicamente, especialmente en el sector sur de

Chile y en un sentido este-oeste, en los viajes hacia Isla de Pascua o el archipiélago Juan Fernández, esta información, con fines principalmente cartográficos, es agregada a las cartas náuticas que el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) publica regularmente, y que permiten obtener importantes antecedentes sobre la topografía del fondo oceánico, útil en la navegación y en la actividad portuaria, inmediato al margen continental, sin embargo la existencia de trabajos que consideren con mayor detalle estos antecedentes es prácticamente nula a nivel regional.

Araya-Vergara (1997, 1999, 2001), ha realizado interesantes contribuciones al estudio de la topografía submarina de los fiordos y canales en la zona sur de Chile. Mediante el análisis de datos procedentes de ecosondas. Identifica morfologías características en perfiles longitudinales y transversales los que relaciona con periodos glaciales e interglaciales.

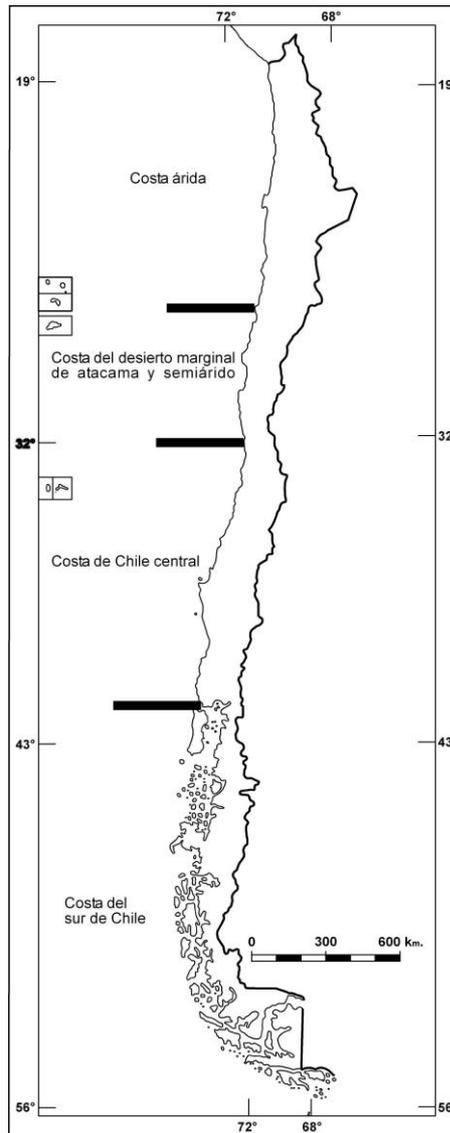
Paskoff (1989), desde un punto de vista estructural, indica que la mayor parte de la costa chilena corresponde a una costa de colisión, correspondiente con las ideas de Inman y Nordstrom (1971) y King (1977). Sin embargo, considerando las condiciones de zonalidad, que bien se observan en el desarrollo latitudinal de Chile, y las características geomorfológicas de la costa, identifica 4 tipos de litoral en Chile (Figura N° 4): Costa árida (18-27°S), Costa del desierto marginal de Atacama y semiárido de Chile (27-32°S), Costa de Chile central (32-42°S), Costa del sur de Chile (42-56°S).

La costa árida, se extiende entre los 18° a los 27° S, su principal característica es la existencia de un gran acantilado de varios cientos de metros de alto y de más de 700 km de largo, que se comporta como acantilado vivo al norte de Iquique (20°13'S) y como acantilado muerto al sur de esta ciudad. Es producto de la tectónica del Oligoceno o del Mioceno temprano y modificado por la erosión marina, sin evidencias de formas litorales debidas a factores climáticos.

El principal rasgo de la costa del desierto marginal de Atacama y semiárido de Chile (27° a 32°S), lo constituye la presencia de terrazas marinas escalonadas bien conservadas, que se encuentran, en general, entre los 150-200 m de altitud y el nivel actual del mar, y que son evidencia de una compleja interacción entre un solevantamiento tectónico y los cambios cuaternarios del nivel de mar.

Entre los 32° y 42°S, se desarrolla la costa de Chile central. Es una costa accidentada y rocosa, interrumpida cada ciertos tramos por angostas playas y campos de dunas, favorecidos por los escurrimientos continentales en el dominio mediterráneo. Se desarrollan aquí amplias planicies de erosión marina que se elevan hasta más de 400 m de altitud y que se extienden hasta más de 30 km hacia el interior del continente. Al sur de los 39°S, se encuentran algunas rías tipo estuarios bajo un clima lluvioso todo el año.

Figura N° 4: Clasificación de los tipos de litoral en Chile continental según Paskoff, 1989.



Fuente: Paskoff, 1989.

Al sur de los 42°S, se desarrolla la costa del sur de Chile. Es una compleja costa de fiordos profundos, elaborados durante la glaciación del Pleistoceno, con una tendencia regional al hundimiento tectónico.

Paskoff (1989), concluye que a pequeña y mediana escala, la naturaleza estructural de la costa chilena, asociada al margen continental activo, es el factor esencial en el desarrollo geomorfológico de la costa chilena, relegando a un segundo término los factores zonales. Por otra parte a gran escala, el factor biológico es aún menos importante, debido a la presencia de aguas oceánicas frías prácticamente en todo el litoral de Chile.

Flores (1996), propone una clasificación de las costas chilenas considerando los criterios geomorfológicos de Davis, Johnson y Shepard, la clasificación de Araya-

Vergara y las ideas de H. Fuenzalida; además de aspectos climáticos y de ocupación humana (Tabla N° 8).

Tabla N° 8: **Clasificación de las costas chilenas según Flores, 1996.**

Denominación	Lugar	Latitud
Costa estructural en clima árido, ocupación discontinua y ciudades-puerto de exportación minera	Sur de Arica hasta la bahía de Chañaral	18°30'- 26°15'S
Costa de acantilado bajo y terrazas de abrasión en clima semiárido, con poblamiento continuo, pero disperso y pueblos balneario	Desde la bahía de Caldera hasta la bahía de Valparaíso	27°-33°S
Costas de llanuras aluviales con estuarios, en clima mediterráneo cálido y verano seco, ocupación antigua y continua y ciudades puerto de gran actividad	Desde la desembocadura del río Maipo hasta el río Lebu	33°30'- 37°36'
Costa de sumersión con rías en área de clima templado con lluvia suficiente y poblamiento continuo	Desde el río Lebu hasta la isla de Chiloé	37°36'- 43°15'S
Costas de submersión por isostasia con clima templado lluvioso todo el año, con poblamiento nuclear (a excepción de Chiloé)	Desde el fiordo de Reloncaví, hasta el estrecho de Magallanes. Se subdivide en: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Costa interior o continental, desde la costa de Palena, hasta el istmo de Ofqui.</li> <li>• Costa exterior o archipelágica, desde el sur de la isla de Chiloé, hasta el norte de la boca occidental del estrecho de Magallanes</li> </ul>	41°45'-52°S
Costa archipelágica de extrema submersión y clima de tundra austral lluviosa y poblamiento mínimo concentrado en pueblos nucleares y dispersos en las grandes ovejeras y campamentos petroleros	Entre los 52° y 56°30'S. Se subdivide en: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Isla Grande de Tierra del Fuego e islas circundantes (archipiélago fueguino)</li> <li>• Sector interior o isla Grande</li> </ul>	52°-56°30'S

Fuente: Flores, 1996.

Considerando las clasificaciones anteriores, desde el punto de vista morfoclimático se identifican cuatro tipos de costas en Chile, áridas, semiáridas, mediterráneas y húmedas. Por lo tanto, en cada una de ellas los procesos geomorfológicos y climáticos, además de los fitogeográficos, y de ocupación humana, adquieren caracteres particulares que los diferencian. La principal explicación se relaciona con la extensión latitudinal del territorio chileno, de más de 4.000 km de costa continental sudamericana en el sentido norte sur. Por otra parte la tectónica y los

cambios del nivel del mar durante el Cuaternario son indudablemente factores que han participado estrechamente y que han tenido una participación directa en la conformación actual del litoral chileno.

### **1.1.3. Justificación del área seleccionada.**

La costa analizada en este trabajo de investigación, presenta una ocupación humana fragmentada. Los centros poblados que aquí se localizan han surgido en ocasiones espontáneamente, con un crecimiento poblacional actual ligado a razones naturales y debido a la construcción de viviendas de ocupación estacional. Los principales centros urbanos son, de norte a sur, Los Vilos, Pichidangui, Cachagua-Zapallar, Papudo, Quintero, Concón y Viña del Mar, esta última ciudad, se encuentra actualmente conurbada a Valparaíso, la capital regional.

Este tramo de la costa de Chile, es especialmente interesante pues es testigo de una evolución geomorfológica en la cual han participado las variaciones glacioeustáticas del nivel del mar, motivadas por cambios climáticos durante el cuaternario y el alzamiento tectónico diferenciado de la costa. Estos dos procesos han generado una franja costera caracterizada por una sucesión de terrazas escalonadas a diferentes altitudes sobre el nivel del mar actual, separadas entre sí por acantilados muertos, conocidas como rasas. Sobre este esquema geomorfológico existen importantes campos de dunas activas holocénicas: Conchalí, Pichidangui-Quilimarí, Longotoma, Ritoque y Concón, e interesantes campos de dunas antiguas pleistocénicas: Chigualoco, Quilimarí, Guaquén, punta Ligua-punta Lilén, Cachagua, Puchuncaví-Ritoque y Concón. Ambas generaciones dunarias son evidencia de una sucesión de periodos secos que favorecieron la deflación e instalación de la arena sobre las terrazas y periodos húmedos que permitieron el desarrollo de suelos y la colonización de vegetación. Las características climáticas de esta franja costera, que presenta características transicionales entre los tipos árido y mediterráneo, bajo actuales escenarios regionales de cambio climático con tendencias al aumento de las temperaturas y la reducción de precipitaciones, han facilitado la conservación de las formas, elemento importante que posibilita la identificación y el análisis de las unidades territoriales, que en este tramo gozan de una gran variedad.

Por otro lado, la relativa cercanía de la ciudad capital Santiago y de otros centros urbanos como las conurbaciones de Valparaíso-Viña del Mar (33°01'S) y La Serena-Coquimbo (29°56'S), con un acceso rápido por vía terrestre que facilita la movilidad de la población, unido a factores económicos y demográficos y la integración con mercados internacionales, permiten pensar que la instalación de usos y actividades humanas seguirá eventualmente un patrón similar al experimentado en otros lugares de la costa chilena, similares a lo ocurrido en costas europeas, en los que no se tuvo la oportunidad de realizar una gestión de estos especiales espacios.

Por ser especialmente interesante en función de las características geomorfológicas y evolución de las unidades costeras naturales; escenarios futuros de variaciones positivas de temperatura y de reducción de precipitaciones; y una localización de actividades urbanas, industriales, portuarias y agrícolas con diferentes niveles de adelanto y de impactos ambientales sobre el territorio, se ha escogido para el desarrollo de esta tesis la costa de Chile comprendida, entre los 32°S y 33°S, a la que se ha optado por denominar costa semiárida.

## **1.2. Fundamentos biofísicos regionales.**

La base fundamental sobre la cual se sustenta el conocimiento del territorio se inicia en un adecuado conocimiento de las características naturales del lugar de emplazamiento de cualquier actuación sobre él. En efecto, el sistema biofísico entrega el “marco” sobre el cual actúa el ser humano, por lo que surge la necesidad de conocer no sólo cuáles son los elementos que lo componen, sino también comprender cómo estos elementos se relacionan y cuál es la intensidad de su interacción.

En relación con el ser humano, el conocimiento biofísico, permite sustentar las bases de la protección de los recursos naturales, los que desde la perspectiva del desarrollo sustentable permite su uso sin comprometer la disponibilidad futura en cantidad o calidad. Por otra parte, posibilita el desarrollo de estudios que tengan como fin la disminución de impactos de fenómenos de carácter riesgoso sobre la población.

La escala regional permite identificar y clasificar las grandes macrounidades existentes en el territorio, dentro de las cuales, y bajo un análisis de mayor detalle es posible localizar unidades menores. Esta aproximación, denominada enfoque sintético, ha sido ampliamente utilizada en el estudio geomorfológico de las formas territoriales. Fue aplicada con éxito en el desarrollo de la metodología australiana de la *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO)* en el estudio de los sistemas de tierras. Por el contrario, un enfoque analítico o paramétrico, permite, a mayor detalle, la posibilidad de disponer de una mayor cantidad de datos para su procesamiento y cartografía.

### **1.2.1. Geología.**

El hecho físico que controla la conformación morfoestructural del margen continental occidental de América del Sur en este sector, es el comportamiento tectónico de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana, que es el origen de la sismicidad de esta área. Varias unidades geológicas principales se encuentran en la costa estudiada en esta tesis. (SERNAGEOMIN, 2002).

Entre Los Vilos y Pichicuy se encuentran secuencias volcánicas continentales y transicionales del Triásico-Jurásico inferior: lavas, brechas y rocas basálticas a riolíticas con intercalaciones de areniscas y conglomerados.

Entre Papudo y Maitencillo, área en que la cordillera de la Costa se acerca al océano, se encuentran rocas intrusivas del Jurásico Medio-Superior, principalmente monzodioritas cuarcíferas, dioritas y granodioritas de biotita, piroxeno y hornablenda.

Entre Maitencillo y Concón, son importantes los depósitos eólicos del Pleistoceno-Holoceno, constituidas por arenas finas y medias, los que también se encuentran cubriendo parcialmente otros sectores de esta costa.

### **1.2.2. Geomorfología**

A escala regional Brügger (1950), identificó la desaparición de la depresión longitudinal, reemplazada en esta parte del país por encadenamientos montañosos orientados en un sentido este-oeste (27°-33°S), y la ausencia de manifestaciones volcánicas recientes en la cordillera andina, como elementos orográficos que

caracterizan el llamado Norte Chico. Ambas características están conectadas con las relaciones entre la placa de Nazca, que penetra con un muy escaso ángulo de inclinación bajo la placa Sudamericana.

En la franja costera del semiárido chileno al sur de los 30°S, Paskoff (1970) señala como rasgos originales la presencia de superficies planiformes de origen marino escalonados a diferentes altitudes e inclinados hacia el oeste, separadas unos de otros por acantilados muertos. Estas terrazas, son debidas a una compleja interacción entre los cambios glacioeustáticos del nivel del mar durante el Cuaternario y un alzamiento tectónico sostenido de la costa.

Sobre estas planicies han logrado instalarse interesantes campos dunarios, que evidencian una evolución geomorfológica bajo distintos ambientes morfoclimáticos, sucedidos durante el Cuaternario que atestiguan la sucesión de periodos húmedos y secos que limitan o favorecen el desarrollo de las dunas.

### **1.2.3. Climatología.**

Una de las características más sobresalientes del Chile sudamericano, es el paso progresivo desde las condiciones hiperáridas del norte, hacia las hiperhúmedas en el sur, hecho que se encuentra explicado por las diferencias de radiación recibida por la superficie terrestre a medida que se avanza en latitud y por los efectos de protección y desprotección de las influencias del frente polar que ejerce en esta parte del territorio el Anticiclón del Pacífico.

Fuenzalida (1971), identifica dos tipos climáticos en la costa de Chile entre los 32°S y 33°S.

- Clima de estepa con abundante nubosidad (BSn de Köeppen), que se extiende por el litoral, desde Tongoy hasta Zapallar.
- Clima templado cálido con lluvias invernales, estación seca prolongada y gran nubosidad (Csb de Köeppen) que se presenta desde la localidad de Zapallar, hasta alrededor de los 35°S.

La vecindad del océano tiene un evidente efecto moderador de las temperaturas, la presencia de frecuentes neblinas, conocidas localmente como *camanchacas*, en ambos tipos climáticos, que logran penetrar e incluso avanzar varios kilómetros tierra adentro por los valles fluviales del área, es el hecho climático más sobresaliente de esta franja litoral.

### **1.2.4. Hidrografía.**

A nivel regional las regiones de Coquimbo y Valparaíso se organizan en grandes cuencas andinas cuyos escurrimientos principales logran llegar al mar. De norte a sur se encuentran los ríos Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí, Choapa y Aconcagua, son ríos de régimen mixto nivo-pluvial, con crecidas importantes en invierno y al inicio de la primavera. En la costa se encuentran cuencas de menor tamaño, con características y dinámicas diferenciadas en función de condiciones geomorfológicas, litológicas y topográficas (Mapa N° 1).

De menor importancia regional, pero de significativa relevancia local, son ríos y esteros de cuencas costeras que se localizan en el litoral bajo estudio, destacan los esteros Conchalí, Quilimarí, Los Molles, Catapilco, Puchuncaví y Quintero, y los ríos, Petorca y La Ligua.

### 1.2.5. Fitogeografía.

Quintanilla (1987), considera como mediterránea la zona comprendida entre la cuenca del río Huasco (28°S) y la del Biobío (37°S). Como características climáticas asociadas a las formaciones vegetales, indica el aumento regular de las precipitaciones y la disminución del grado de sequedad en la medida que se avanza hacia el sur. Distingue aquí dos formaciones vegetales (Figura N° 5)

- Formaciones vegetales de tipo mediterráneo árido y semiárido. Se presentan entre el río Huasco (28°S) y las cuencas de los ríos Petorca y La Ligua (32°30'S). En esta formación, se encuentra el piso costero submontañoso de carácter xérico nuboso, en el que encuentran sectores con muy escasa o nula vegetación. Es interesante aquí la vegetación de dunas y la estepa arbustiva subdesértica e intervenida de hierbas y arbustos en matas.
- Formaciones vegetales de tipo mediterráneo. En términos generales se encuentran desde el río Aconcagua (32°55'S) al río Itata (36°30'S). Se ven muy influenciadas por la alternancia de los largos periodos secos y cortos periodos húmedos, característicos de los climas mediterráneos. En el litoral entre los 31°S y 32°S, predomina una estepa arbustiva baja interrumpida por cultivos agrícolas y silvícolas, vegetación en dunas y matorral mesomórfico con dominio de los esclerófilos.

Luebert y Pliscoff (2006) realizan la revisión de la totalidad de antecedentes biogeográficos escritos para Chile y proponen una sinopsis bioclimática para todo el territorio. Mediante la aplicación del concepto de **piso vegetacional**, definido como los "... espacios caracterizados por un conjunto de comunidades vegetales zonales con estructura definida y fisonomía uniforme, situadas bajo condiciones mesoclimáticamente homogéneas, que ocupan una posición determinada a lo largo de un gradiente de elevación, a una escala espacio-temporal específica" (Luebert y Pliscoff, 2006: 21).

La franja costera comprendida entre los 32°S y 33°S se encuentra, de acuerdo a Luebert y Pliscoff (2006), bajo el dominio del macrobioclima Mediterráneo que se desarrolla en la zona central del país, desde alrededor de los 23°S, hasta los 39°S. Una subcategoría define el bioclima Mediterráneo xérico-oceánico, que se extiende desde los 31°S hasta los 33°S. Para la franja litoral comprendida entre los 32°S y 33°S, identifica el siguiente piso bioclimático:

- Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo costero de *Peumus boldus* y *Schinus latifolius*

Además considera los siguientes pisos, localizados en las vertientes occidentales de la cordillera de la costa, en contacto con las planicies litorales:

- Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Cryptocarya alba* y *Peumus boldus*
- Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithrea caustica* y *Cryptocarya alba*

Mapa N° 1: Cuencas hidrográficas principales del litoral 32-33°S.

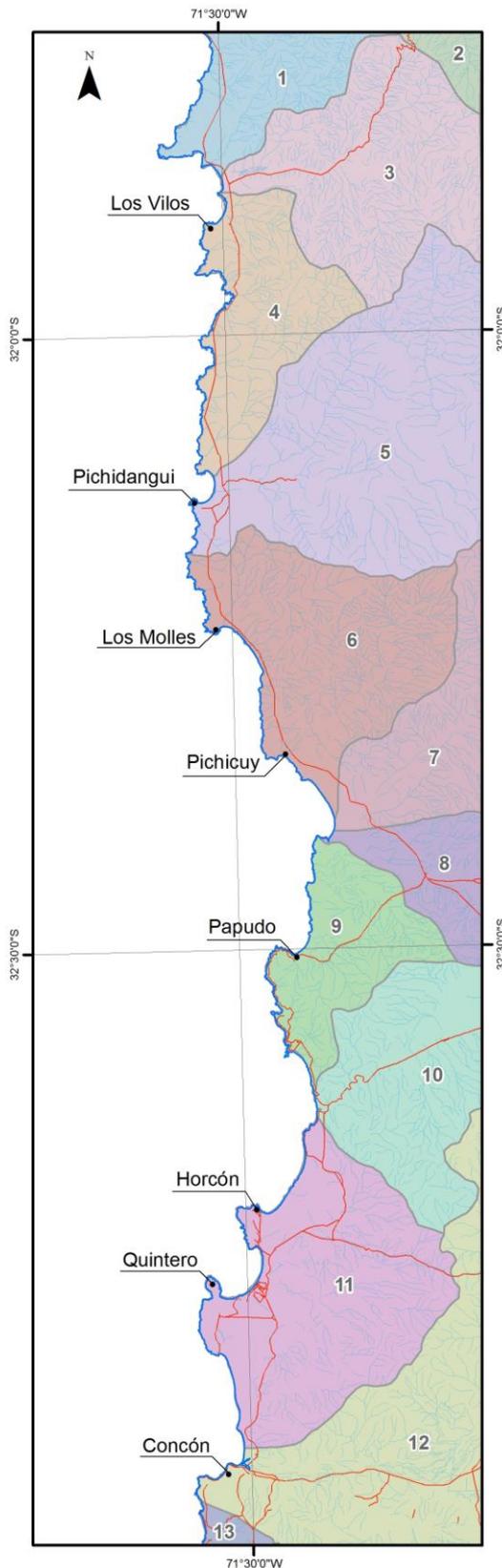
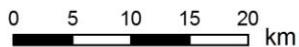
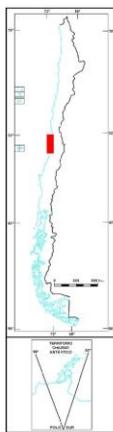
**LEYENDA**

**Cuencas**

- 1 Estero Millahue y estero Pupío
- 2 Río Choapa medio
- 3 Estero Pupío
- 4 Estero Pupío y río Quilimarí
- 5 Río Quilimarí hasta muro embalse Culimo
- 6 Río Quilimarí y Petorca
- 7 Río Petorca bajo
- 8 Río Ligua bajo
- 9 Estero Ligua y estero Catapilco
- 10 Estero Catapilco
- 11 Estero Catapilco y río Aconcagua
- 12 Río Aconcagua bajo
- 13 Estero Marga-marga

**Información Base**

- Línea de costa
- Caminos principales
- Red de Drenaje



Fuente: DGA, 2005, en IGM, 2005.

Figura N° 5: Formaciones vegetales en la franja litoral 32-33°, según Quintanilla, 1987.



Fuente: Quintanilla, 1987.

#### 1.2.6. Pedología.

Debido al origen y evolución geomorfológica de este tramo de la costa, todos los suelos son de origen marino, afectados por los cambios climáticos del Cuaternario, por ello es posible encontrar además de los depósitos marinos superficiales, que contribuyen a dar el aspecto de aplanamiento de las planicies, mantos eólicos que llegaron a conformar campos dunarios.

Se distinguen tres órdenes de suelos en la franja costera semiárida. Desde norte a sur se encuentran los alfisoles, hasta el río Quilimarí; los aridisoles, desde el río Quilimarí al río Petorca y los entisoles desde el río Petorca al sur (Mapa N° 2).

### 1.2.7. Oceanografía.

Existen tres aspectos que se destacan en la caracterización de las aguas oceánicas y litorales en Chile.

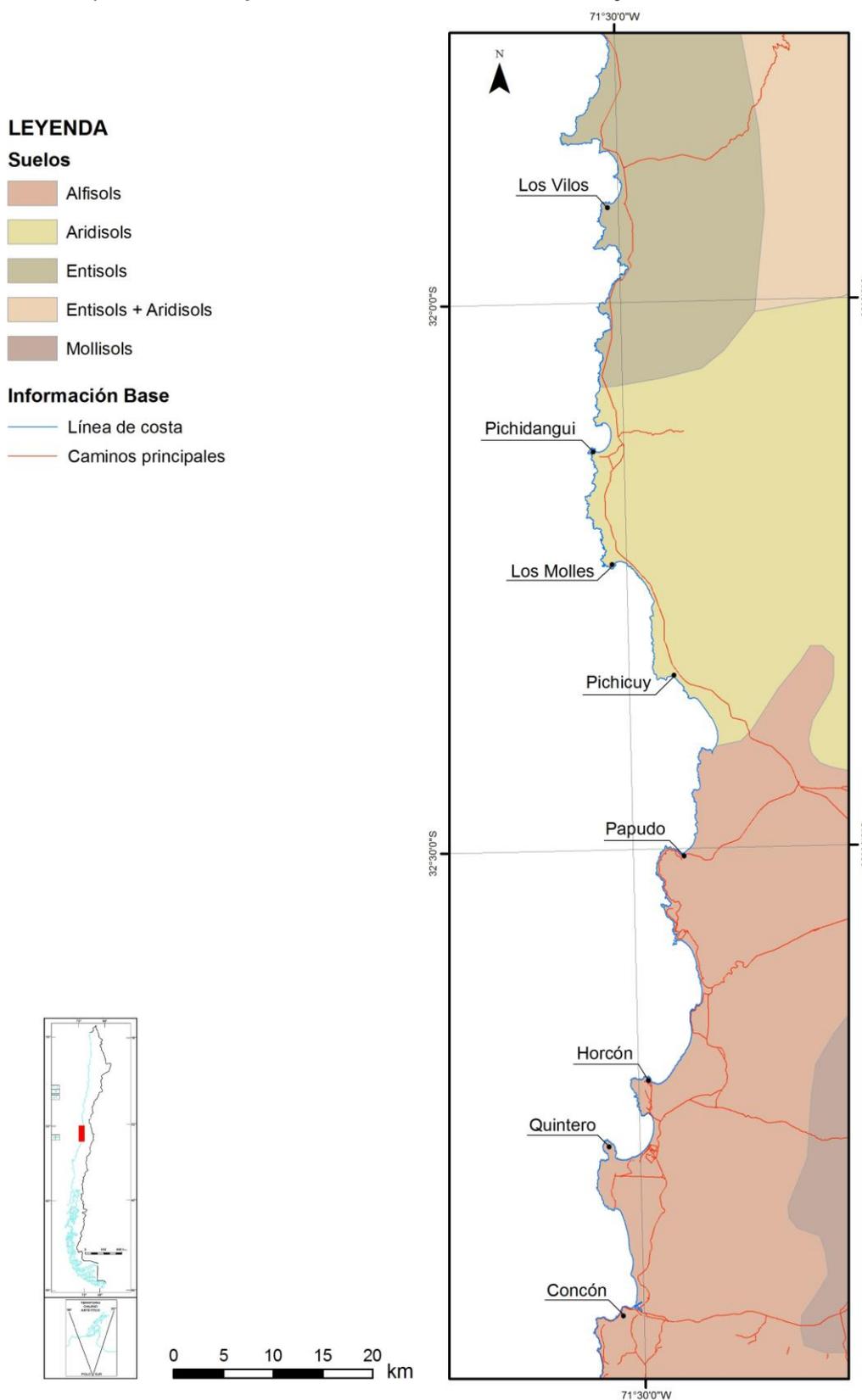
En términos físico-químicos y con una clara zonificación norte sur, la temperatura y la salinidad decrecen en la medida que se avanza en latitud, sin embargo presentan componentes estacionales y variaciones locales asociadas a la cercanía de la costa.

Varias corrientes marinas se encuentran en el océano inmediato de Chile sudamericano. La más importante y significativa es la corriente fría de Humboldt, que se comienza a notar desde alrededor de los 43°S hacia el norte. Tiene importancias en términos de generar anomalías térmicas en el océano y enfriar las masas de aire que se encuentran en contacto con ella. Otras corrientes marinas que se encuentran en el océano son la corriente de los vientos del oeste, entre los 40° y 50°S, que da origen hacia el norte a la corriente de Humboldt y hacia el sur la corriente de la Patagonia que tiene influencias en la zona de los canales y fiordos del sur del país; y la contracorriente superficial del Perú, aguas cálidas que viajan desde las costas de Perú hacia Chile y afectan sólo el extremo norte del país.

Cercanos a la línea de costa se presentan varios tipos de fenómenos importantes desde el punto de vista de la dinámica litoral local:

- La corriente de deriva litoral, un flujo suave de aguas que fluye de forma paralela a la línea de costa, posibilita un transporte sedimentario en dirección generalmente norte.
- Las mareas, con amplitudes de hasta 2 m.
- La presencia de oleajes de mal tiempo denominadas marejadas cuando están asociadas a fenómenos meteorológicos cercanos al continente y bravezas, cuando tienen su origen en perturbaciones atmosféricas muy al interior del océano.
- Las corrientes de desgarre.
- El fenómeno de las surgencias, que son movimientos verticales de ascenso de masas de agua profunda que tienen importancias en el desarrollo de la industria pesquera en varias parte del país. (Cañón y Morales, 1985; Errázuriz et al., 1996).

Mapa N° 2: Principales órdenes de suelos en la franja litoral 32-33°S.



Fuente: CIREN, 2000, en IGM, 2005.

### **1.3. Antecedentes humanos regionales.**

La población y sus actividades compiten por una localización espacialmente restringida en el litoral. Las tendencias mundiales de los países desarrollados se replican en los países en desarrollo: la población tiende a localizarse en el borde de los continentes, cercana al litoral, situación que implica una presión, que se manifiesta en la competencia de usos del suelo en la costa. La dinámica poblacional, que se manifiesta en la localización y distribución de los asentamientos y de las actividades productivas es la que determina en mayor medida esta presión, que se expresa, como ya se dijo, en la aparición de incompatibilidades entre estas actividades y/o usos del suelo y las diferentes respuestas que ofrecen estos espacios a esta presión, caracterizados por su fragilidad paisajística.

En Chile, sólo hasta hace algunos años atrás, la ocupación de la costa, sin considerar aquellos asentamientos urbanos considerados como tradicionales, muchos de los cuales hoy en día corresponden a capitales regionales, se ha hecho de modo espontáneo, primero como caletas pesqueras o asentamientos de veraneo y luego como caseríos que crecen año a año, cada vez con una mayor infraestructura y consolidación, favoreciendo la rápida instalación de servicios básicos como agua potable, electricidad o alcantarillado.

La dinámica poblacional, en el nivel introductorio de este trabajo de tesis, es apreciada en términos de su evolución y crecimiento intercensal en las unidades administrativas en las escalas territoriales comunal y regional. Un análisis detallado del comportamiento poblacional en el nivel de las localidades pobladas se hace necesario de manera exhaustiva y será abordado más adelante en conjunto con el cuadro jurídico normativo que condiciona este desarrollo.

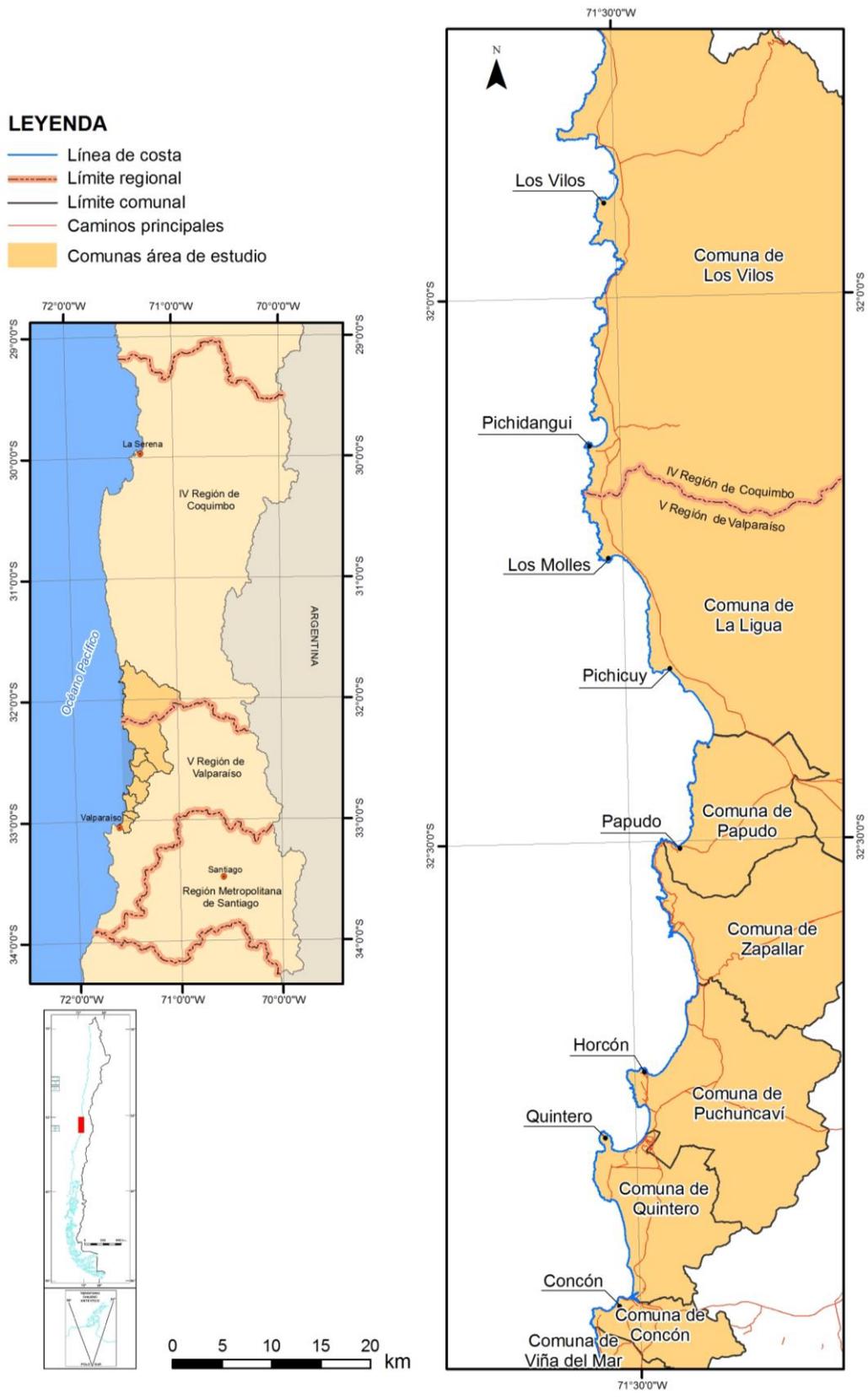
#### **1.3.1. División político administrativa.**

La franja costera bajo análisis comparte su territorio entre el extremo sur de la IV Región de Coquimbo y el sector norte de la V Región de Valparaíso. A nivel local y de norte a sur se encuentran un total de 8 comunas: Los Vilos, La Ligua, Papudo, Zapallar, Puchuncaví, Quintero, Concón y Viña del Mar (Mapa N° 3), las que en conjunto suman una superficie de 4.127,93 km<sup>2</sup>.

#### **1.3.2. Localización y distribución de la población.**

Tanto la cordillera de la Costa, como el mar conforman límites naturales a la ocupación, por lo que la población tiende a distribuirse longitudinalmente a la línea de costa ocupando la estrecha franja litoral. En términos generales la población aumenta su número de norte a sur. Las principales localidades son Los Vilos, Quilimarí, Pichidangui, Los Molles, Pichicuy, Pullalli, Papudo, Cachagua, Zapallar, La Laguna, Maitencillo, Horcón, Las Ventanas, Puchuncaví, Campipche, Quintero, Concón y Reñaca. Estas localidades se encuentran conectadas por la Ruta 5, única autopista y eje vertebral que constituye la principal conexión vial, hacia el extremo norte y sur del país, y que cruza la ciudad de Santiago, capital de Chile.

Mapa N° 3: División político administrativa: Comunas costeras en la franja litoral 32-33°S.



Fuente: IGM, 2011.

### 1.3.3. Antecedentes demográficos.

De acuerdo a la información preliminar del último censo de población y vivienda, del año 2012, la IV Región de Coquimbo tiene una población de 707.654 habitantes, y la V región de Valparaíso 1.734.917 habitantes, que corresponden respectivamente al 4,2% y 10,4% de la población total del país. Ambas regiones experimentaron un crecimiento de 17,3% y 12,7%, con relación al censo de población del año 2002 (Tabla N° 9).

Tabla N° 9: Evolución de la población regional.

Región	Población				
	Censo de 1992	Censo de 2002	% incremento 1992-2002	Censo de 2012 (*)	% incremento 2002-2012
IV	504.387	603.210	19,6	707.654	17,3
V	1.384.336	1.539.852	11,2	1.734.917	12,7
Total Nacional	13.348.401	15.050.341	12,8	16.634.603	10,5

(\*) Preliminar

Fuente: INE, varios años.

A mayor nivel de detalle, las comunas comprendidas en el área de estudio cuentan con el siguiente número de habitantes de acuerdo al censo del año 2002 (Tabla N° 10).

Tabla N° 10: Evolución de la población comunal.

Región	Comuna	Censo 1992	Censo 2002	% Incremento
IV	Los Vilos	15.805	17.453	10,4
V	La Ligua	27.332	31.987	17,0
	Papudo	3.896	4.608	18,3
	Zapallar	4.554	5.659	24,3
	Puchuncaví	10.661	12.954	21,5
	Quintero	17.796	21.174	19,0
	Concón	18.739	32.273	72,2
	Viña del Mar	285.464	286.931	0,5

Fuente: INE, varios años.

La comuna que tuvo el mayor incremento porcentual es la de Concón que alcanzó un 72,2% en el periodo intercensal. Por el contrario, la comuna que tuvo el menor crecimiento fue la comuna de Viña del Mar, con un magro 0,5%. Ambas son comunas adyacentes que hasta el año 1997 constituían sólo una unidad

administrativa. La división en el año 1997 significó para Concón potenciar su espacio comunal, aceptando el desarrollo de importantes proyectos inmobiliario-turísticos en el borde costero.

El resto de las comunas tuvo porcentajes de incremento poblacional que giran en torno al 20%. La excepción es la comuna de Los Vilos (IV región), que tuvo un aumento de sólo un 10,4% entre 1992 y 2002.

#### **1.3.4. Antecedentes económicos generales.**

Los antecedentes económicos disponibles sólo se encuentran desagregados hasta el nivel comunal, por lo que no es posible obtener un mayor detalle que permita conformar un panorama más aproximado de la situación y actividades económicas del área de estudio. Sin embargo, es posible afirmar que, desde un punto de vista cualitativo, en la franja costera bajo análisis existen dos vocaciones principales. El turismo estival, con un fuerte impulso en las principales ciudades, constituye la actividad que dinamiza el litoral urbanizado entre los meses de diciembre a marzo. Su desarrollo tiene varios efectos asociados. Por una parte la afluencia masiva de visitantes atraídos principalmente por las amplias posibilidades del turismo balneario debido a la existencia de playas y del clima costero. El Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR) ha organizado el territorio nacional en áreas de interés de acuerdo a diferentes criterios. Para el caso del litoral de la región central de Chile, define un *continuum* territorial comprendido entre las localidades de Los Vilos (31°54'S), hasta Navidad (33°56'S) abarcando un total de 7 áreas turísticas, 5 de las cuales se encuentran en el área de estudio (Mapa N° 4).

En el periodo estival, el comercio y servicios establecidos aumentan la variedad y oferta de productos asociados al descanso y recreación, frente a una demanda que no ha mostrado signos claros de disminución de velocidad durante los últimos años. Las posibilidades de acceso al fenómeno de adquisición de una segunda vivienda por parte de la población de ingresos medios y altos de la ciudad de Santiago, distante a poco más de 100 km del litoral, ha visto su expresión en la búsqueda de nuevos lugares para la construcción de viviendas, las que son ocupadas más intensivamente en la época de verano, contribuyendo con ello a aumentar la presión humana sobre el litoral y al auge del comercio y servicios asociados para satisfacer las necesidades de esta población.

La segunda vocación de la franja costera en estudio, muy ligado al patrón y comportamiento observado en el nivel nacional, se relaciona con dos hechos esenciales. El sector portuario tiene un importante desarrollo, tanto en sus líneas pesquero industrial y artesanal, y transporte y almacenamiento de graneles líquidos, gases y materiales, en los puertos de Valparaíso, Quintero, Ventanas y Chungo en Los Vilos y en caletas pesqueras artesanales como en Pichidanguí, Los Molles, Pichicuy, La Ligua, Papudo, Zapallar y Horcón. Ambos sectores son el resultado de la evolución de una ocupación muy temprana de la costa en este sector, en donde grupos de paleoindios vivieron esencialmente de la recolección y pesca de los recursos litorales.

En un segundo término, el subsector agropecuario si bien tiene un amplio desarrollo en el nivel regional de las regiones de Valparaíso y de Coquimbo, en el litoral su expresión espacial está restringida actualmente a sólo algunos sectores de las terrazas litorales y más bien alejado de los centros urbanos existentes.

Mapa N° 4: Áreas y atractivos turísticos, litoral 32-33°S.

**LEYENDA**

**Atractivos**

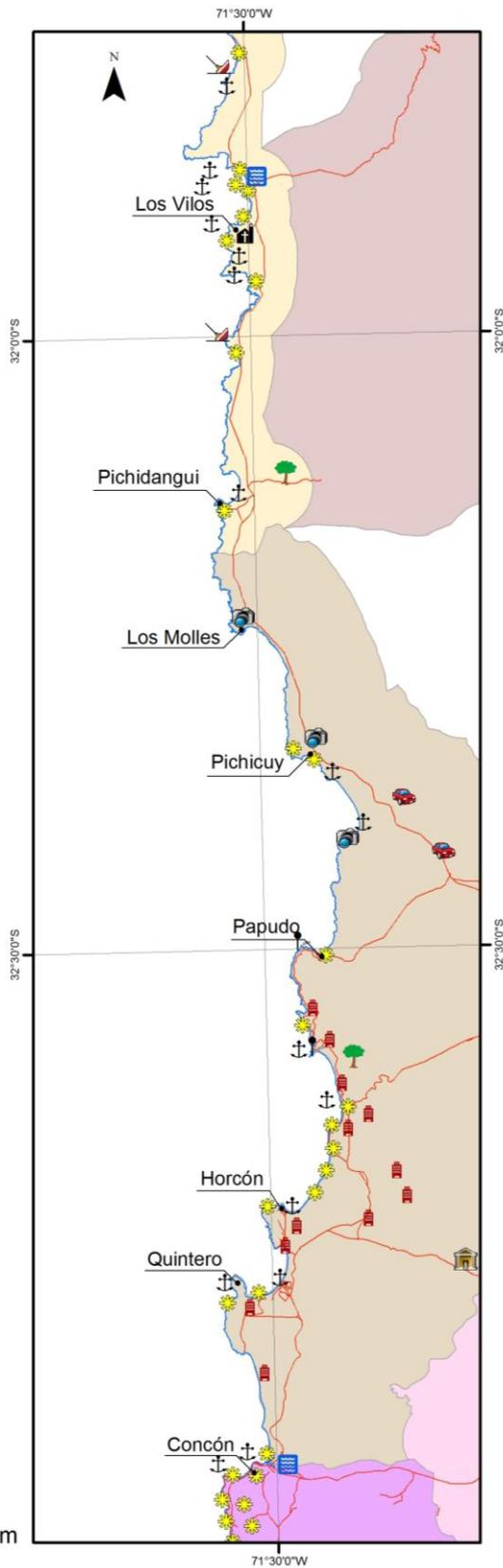
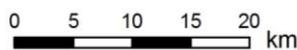
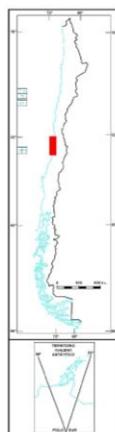
-  Acantilado
-  Arquitectura popular, obra urbana, pueblo, casa
-  Arrecife, isla, fiordo canal, bahía, caleta
-  Camino pintoresco
-  Fiesta religiosa o popular
-  Lago, laguna, estero, río, humedal
-  Lugar de observación de flora y fauna
-  Obra de ingeniería
-  Península
-  Playa
-  Valle, quebrada

**Áreas turísticas**

-  Huentelauquén - Litoral Los Vilos
-  Valle del Choapa
-  Litoral Quintero - La Ligua
-  Quillota
-  Litoral Valparaíso

**Información Base**

-  Línea de costa
-  Caminos principales



Fuente: SERNATUR, 2005, en IGM, 2005.

#### **1.4. Bibliografía específica.**

**Araya-Vergara, J.,** 1976. Reconocimiento de tipos e individuos geomorfológicos regionales en las costas de Chile. Investigaciones Geográficas N°23 9-30.

**Araya-Vergara, J.,**1997. Perfiles geomorfológicos de los fiordos y depresión longitudinal de Norpatagonia. Ciencia y Tecnología del Mar 20:3-22.

**Araya-Vergara, J.,** 1999. Perfiles longitudinales de fiordos de Patagonia Central. Ciencia y Tecnología del Mar 22:3-29

**Araya-Vergara, J.,** 2001. Formas deposicionales submarinas en el perfil longitudinal del estrecho de Magallanes, Chile. Ciencia y Tecnología del Mar 24:7-21.

**Brüggen, J.,** 1950. Fundamentos de la geología de Chile. Instituto Geográfico Militar.

**Cañón, J. & Morales, E.,** 1985. Geografía del mar chileno. Colección Geografía de Chile. Instituto Geográfico Militar. Santiago, 244 pp.

**Davies, J.L.,** 1980. Geographical variation in coastal development. Longman 2<sup>nd</sup> ed., 212 pp.

**Errázuriz, A.M.; Cereceda, P.; González, J.I.; González, M.; Henríquez, M. & Rioseco, R.,** 1992. Manual de geografía de Chile. Editorial Andrés Bello, Santiago, 415 pp.

**Flores, E.,** 1996. Clasificación de las costas de Chile. Anales de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas, XVII Congreso de Geografía. Universidad de La Serena pp. 29-34.

**Fuenzalida Ponce, H.,** 1971. Climatología de Chile. Publicación interna de la Sección Meteorología, Departamento de Geofísica y Geodesia, Universidad de Chile. 74 pp.

**Guilcher, A.,** 1957. Geomorfología litoral y submarina. Omega, Barcelona, 264 pp.

**Inman, D.L. & Nordstrom, C.E.,** 1971. On the tectonic and morphologic classification of coasts. J. Geol. 79:1-21.

**Instituto Geográfico Militar (IGM),** 2011. Atlas geográfico para la educación. Santiago, 216 pp.

**Instituto Geográfico Militar (IGM),** 2005. Atlas de la República de Chile. Santiago, 359 pp.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE),** 2003. Censo 2002 Síntesis de resultados. 50 pp.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE),** 1995. Ciudades, pueblos y aldeas, Censo 1992. 203 pp.

**King, C.**, 1977. Clasificación and morphometry of the coast between 20°S and 42°S. *Revista Geográfica de Valparaíso* 8:27-57.

**Luebert, F. & Plischoff, P.** 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, 316 pp.

**Morales, E.**, 1984. Geografía de los Fondos Marinos. Colección Geografía de Chile. Instituto Geográfico Militar, Santiago, 206 pp.

**Paskoff, R.**, 1989. Zonality and main geomorphic features of the Chilean coast. *Essener Geogr. Arbeiten* Bd.18:237-267.

**Quintanilla, V.**, 1987. Carta fitogeográfica de Chile mediterráneo. Universidad de Santiago de Chile, Área de Geociencias IV, año XVII, N° 70, reedición, 32 pp.

**Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)**, 2002. Mapa Geológico de Chile escala 1:1.000.000.

**Shepard, F. P.**, 1973. Seacoast classification. *Submarine Geology*: Harper Row, New York, p. 102-122.

**Thornbury, W.**, 1960. Principios de geomorfología. (T.O. *Principles of Geomorphology*, John Wiley & Sons, 1954). Editorial Kapeluz, Buenos Aires, 627 pp.

**CAPÍTULO II**  
**EL GEOSISTEMA LITORAL**



Ludwig von Bertalanffy, a partir de estudios sobre cadenas alimenticias realizados en las décadas de los años veinte y treinta, publica en 1968 su libro "*General Systems Theory*". A partir de este desarrollo entregó un contexto y procedimiento analítico para todas las ciencias y que permite lograr un acercamiento y mejor comprensión de cada uno de sus objetos de estudio.

Siguiendo las ideas de von Bertalanffy se reconocen dos estructuras principales: los sistemas cerrados y los sistemas abiertos. Los primeros son aquellos que poseen límites a través de los cuales no ocurre la importación o exportación de materia o energía. En estos sistemas, las reservas de energía son limitadas, por lo que la capacidad de producir trabajo disminuye con el consumo de energía, hasta que al final no es posible realizar trabajo. Con una cantidad mínima de energía, el sistema se desarrolla hacia estados de máxima entropía. Los sistemas abiertos, en cambio, requieren constantemente energía para su mantenimiento y preservación, la que se renueva siempre a partir de suministros externos. Ello implica que cada sistema abierto es parte de un sistema más grande del que recibe o le entrega energía

## **2.1. Evolución del concepto de sistema.**

A partir de la segunda Guerra Mundial, el estudio de fenómenos cada vez más complejos requirió de investigaciones multidisciplinarias y el desarrollo de métodos estadísticos y tecnologías informáticas que permitieron adoptar de mejor forma la teoría de sistemas. (Holt-Jensen, 1980).

Cada sistema real (como un paisaje) está compuesto por un sinnúmero de variables que pueden ser analizadas de diferentes formas dependiendo de los objetivos de la investigación. El sistema debe ser visto como una abstracción o modelo útil el cual permite una particular forma de análisis. Se pueden estudiar tres aspectos básicos de cada sistema: estructura, funcionamiento y desarrollo. La estructura es la suma de los elementos y las conexiones entre ellos; el funcionamiento se refiere a los flujos que utilizan las conexiones. Finalmente, el desarrollo representa los cambios en la estructura y en el funcionamiento durante un determinado tiempo (Holt-Jensen, 1980).

El estudio de los sistemas se introdujo explícitamente en la literatura geográfica con Chorley en 1962, sin embargo se reconocen conceptualizaciones anteriores en Sauer, en su obra publicada en el año 1925 "*The morphology of landscape*" al indicar que objetos que se encuentran juntos en el paisaje, coexisten en interrelación (Johnston, 1983).

Harvey, (1983), poniendo el énfasis en la conectividad, indica que el análisis sistémico entrega una conveniente abstracción de la complejidad de una realidad que es infinitamente compleja en las conexiones entre sus variables. Por lo tanto un

sistema comprende tres componentes, un conjunto de elementos, un conjunto de conexiones y un conjunto de conexiones entre el sistema y su ambiente. James (1972, en Holt-Jensen, 1980) define un sistema como un todo, que funciona como un todo debido a la interdependencia de sus partes.

Chorley, (1962) realiza una importante reflexión acerca de la incorporación de las conceptualizaciones de Bertalanffy -especialmente de los sistemas abiertos- en la geomorfología. En este sentido, enfatiza las relaciones entre forma y proceso, el carácter multivariado de los fenómenos geomorfológicos, la operación simultánea de varias causas y la evolución de los sistemas.

## **2.2. El análisis de sistemas aplicado al estudio del paisaje.**

Chorley y Kennedy (1971), identifican cuatro tipos de sistemas, si bien tienen propiedades distintas, ellos son complementarios y forman una secuencia hacia niveles superiores de organización y sofisticación.

- **Sistemas morfológicos:** Comprenden el estado de las interconexiones entre los elementos. La fuerza y dirección de esta conectividad es revelada por un análisis de correlación.
- **Sistemas de cascada:** Contienen las conexiones a través de las cuales la masa o energía pasa desde un elemento a otro, así, en esta cascada, el *output* de masa o energía de un subsistema es el *input* de otro.
- **Sistemas de procesos-respuesta:** Se caracterizan por el estudio de los efectos de las conexiones entre los elementos, se estudian los procesos y las relaciones causales. En términos sistémicos, involucra los efectos de la variable X u otra Y, en el análisis del sistema espacial, ello podría significar el efecto de la variable X en el lugar a sobre una variable Y en el lugar b. Estos sistemas se forman por la intersección de los sistemas morfológicos y de cascada. Deben ajustarse mutuamente a los cambios en las relaciones *input-output*, llevando a nuevos estados de equilibrio.
- **Sistemas de control:** Surgen cuando se examina la estructura de los sistemas de proceso-respuesta y aparecen variables clave o válvulas, involucrando comúnmente reguladores de decisión, que pueden convenientemente producir cambios operacionales en la distribución de masa y energía dentro de los sistemas de cascada, y consecuentemente en las relaciones de equilibrio de las variables morfológicas conectadas en los sistemas de proceso-respuesta.

Langton (1972), sugiere que los sistemas de procesos-respuesta entregan un excelente contexto para el estudio de la geografía humana, e identifica dos subtipos, el primero de ellos, sistemas de simple acción, unidireccionales en su naturaleza, presentan las relaciones de causa-efecto entre los elementos. El segundo tipo, en cambio, incorpora nuevas conceptualizaciones, estos son los sistemas de retroalimentación. En términos de Chorley y Kennedy (1971), la retroalimentación es una propiedad de los sistemas, tal que cuando un cambio es introducido a través de alguna de las variables del sistema, esta transmisión traspasa la estructura y vuelve a la variable inicial, entregando una "circularidad" a la acción.

De acuerdo a Langton (1972), la naturaleza de la retroalimentación debería ser el foco de los estudios en geografía. En muchos sistemas espaciales, la retroalimentación puede ser descontrolada, sin embargo, en otros puede incluir un regulador, como las políticas de planificación. El concepto de retroalimentación se asocia en primer lugar con los sistemas homeostáticos, ejemplo de ellos son las investigaciones sobre la dinámica de los lugares centrales en el cual el patrón de centros se ajusta a los cambios de distribución de la población, para reproducir el balance previo entre los factores de oferta y demanda. En segundo lugar, los sistemas morfogenéticos, expresados, por ejemplo, en el estudio de los procesos de expansión urbana, en el cual la expansión en algunos lugares genera, debido a una serie de conexiones, una nueva expansión allí.

Un tipo de estudio que firmemente ha adoptado la aproximación sistémica y cubre una estrecha zona entre la geografía física y humana es el estudio de los ecosistemas. En este sentido, el ecosistema es un sistema de procesos-respuesta de flujos de energía a través de ambientes biológicos, la mayoría de los cuales incluyen o afectan al ser humano. Es también un sistema de control en el cual viven componentes como reguladores de los flujos energéticos, estos representan un elemento importante en el cual el control del sistema humano intersecta con el mundo natural (Chorley y Kennedy, 1971).

Rubio (1995), en su tesis doctoral aplica un análisis multivariado a una muestra de 254 trabajos realizados bajo un enfoque de paisaje, entre los años 1970 y 1990, por autores de diferentes nacionalidades con el objeto de detectar el grado de aplicación del *pattern* de la Teoría General de Sistemas y los tipos de esquemas metodológicos preferentes. Rubio concluye que un análisis de conjunto de estos trabajos muestra una escasa coherencia, por la deficiente afinidad metodológica, técnicas de elaboración y un bajo nivel de recepción en sus vertientes aplicadas. A partir del análisis de los trabajos, presenta ocho conceptos básicos de la Teoría General de Sistemas: divisibilidad, control, estado, complejidad, predicción, regulación, comportamiento y dependencia.

Jehová de Andrade y Rubio (1998-99) aplican las ocho propiedades básicas de la Teoría General de Sistemas propuestas por Rubio (1995) para comprender los procesos geomorfológicos de la llanura costera de Ceará en el noreste de Brasil. En este trabajo se estudiaron los procesos geomorfológicos en terrazas marinas, estableciendo, bajo una óptica reduccionista, límites arbitrarios a los geoelementos con el objeto de facilitar el estudio.

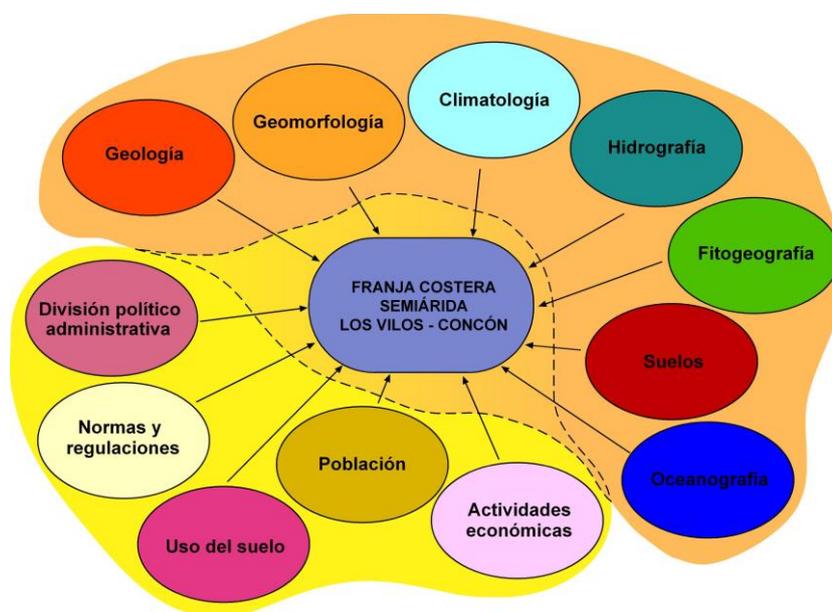
En definitiva, vamos a entender que el geosistema o sistema no es más que la reducción teórica de la realidad o paisaje a una determinada escala con el reconocimiento parcial de elementos y procesos que nos permiten obtener el modelo o "*pattern* de la realidad".

### **2.3. El geosistema litoral del paisaje Los Vilos–Concón.**

Ha quedado de manifiesto que el litoral es un espacio geográfico difícil de definir. Localizado al borde de los continentes y a una escala adecuada, el litoral se aprecia como una franja de amplitud variable en la que se sitúan en interacción una multiplicidad de elementos, tanto del ambiente natural como del ambiente cultural (Figura N° 6). Siguiendo un criterio geomorfológico, el ancho litoral adquiere dimensiones cartografiables en función del reconocimiento de formas del terreno

debidas a la acción del mar, que iniciaron su desarrollo en el Cuaternario, y que desde el punto de vista oceanográfico se caracterizó por variaciones glacioeustáticas del nivel del mar, motivadas por los cambios climáticos.

Figura N° 6: **Geosistema conceptual en la franja litoral Los Vilos – Concón.**



Fuente: Autor.

La localización en la que se sitúan las geoformas reconocidas para el conjunto de la costa del Chile central, en términos de una distancia vertical y horizontal a la línea de costa actual, se debe en gran medida a la influencia directa de los esfuerzos tectónicos de empuje permanente de la placa oceánica de Nazca hacia la placa Sudamericana, que episódicamente provoca variaciones verticales positivas o negativas del borde continental ligados a los frecuentes terremotos característicos de un margen tectónico de colisión.

Los tipos de suelos desarrollados sobre este paisaje, evidencian la influencia del mar y las condiciones de semiaridez que implican una disponibilidad parcial de agua durante el año, condiciones a las que también debe adaptarse la vegetación.

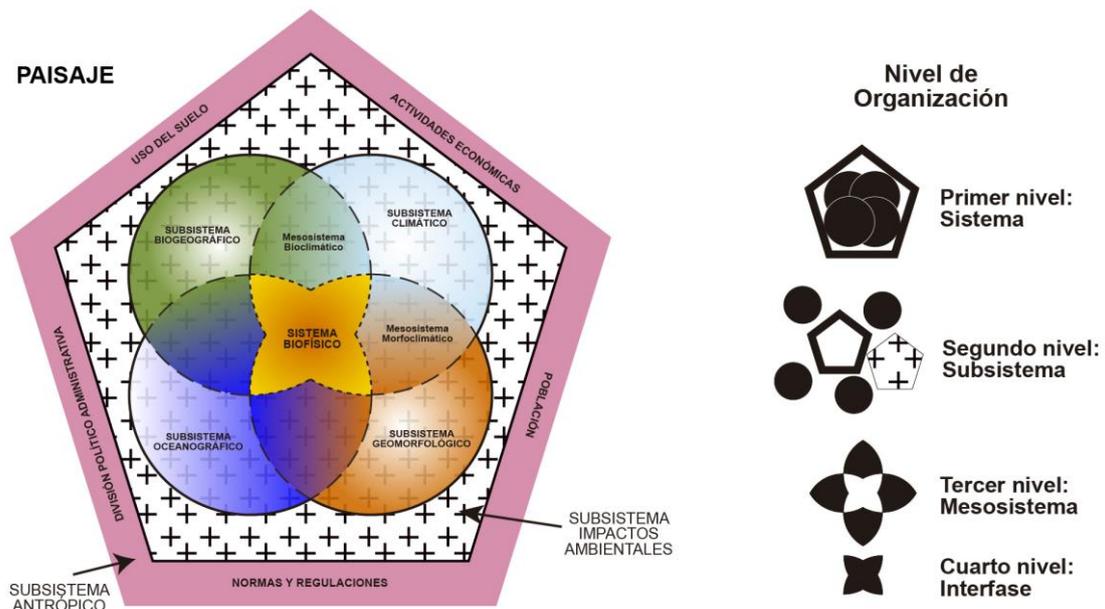
La extensión latitudinal del territorio chileno, posibilita una clasificación de la costa en términos de una organización zonal. Los elementos climáticos, actúan sobre el paisaje modelando las formas y caracterizando el régimen del escurrimiento superficial sobre el continente y a las características de la dinámica del oleaje oceánico frente a la costa. Por otra parte, se considera al clima como uno de los principales responsables en la distribución de la población, hecho que es especialmente evidente en la costa chilena.

Los primeros habitantes de la costa chilena dejaron algunos testimonios: restos óseos, cerámicas y conchales han sido utilizados para describir las formas de ocupación y establecer algunas características de sus formas y hábitos de vida. Desde la época de estos primeros pobladores hasta la actualidad, la ocupación de la costa ha enfrentado diferentes modalidades, definidas en la expresión espacial de ciertas

actividades económicas como la pesca artesanal y la agricultura, o bien actividades ligadas al ocio y al turismo estacional; en su conjunto, han provocado el incremento de la población y la multiplicación de localidades, siguiendo las modalidades de otras áreas costeras y que han aprovechado las posibilidades que entrega la normativa vigente.

No sólo los elementos sino también las relaciones que se establecen entre ellos contribuyen a entregar al paisaje de la franja costera el aspecto con el que se presenta al observador. Estas interacciones determinan y han determinado dinámicas particulares que se expresan en la evolución de este territorio. El enfoque que entrega la teoría de sistemas puede ayudar a comprender cómo estos elementos se encuentran organizados y cuál es el sentido de las relaciones que existen entre ellos. La comprensión de estas interacciones debiese permitir, a través de un **Modelo Conceptual Funcional**, para esta investigación (Figura N° 7), conocer las posibilidades que tiene el paisaje de la franja costera semiárida para aceptar o rechazar actividades o usos específicos sobre el territorio, las que se materializarán en propuestas para un correcto uso de este espacio, en la perspectiva de un uso sustentable del litoral.

Figura N° 7: **Modelo conceptual funcional y niveles de organización.**  
Interfase naturaleza-sociedad en la franja costera semiárida de Chile.



Fuente: Autor.

De acuerdo al modelo conceptual funcional propuesto se reconocen los siguientes cuatro niveles de organización:

El primer nivel de organización es el **paisaje**, corresponde al nivel de **sistema**, el cual reúne al conjunto de todos los elementos e interrelaciones de cada uno de los subsistemas y en el que se desarrollan propiedades sinérgicas que permiten su comprensión.

El segundo nivel es denominado **subsistema**; está conformado por cuatro subsistemas primarios (geomorfológico, climático, biogeográfico y antrópico) y el subsistema de los impactos ambientales considerado como un subsistema secundario. Cada uno de estos subsistemas está compuesto por elementos que presentan dinámicas de funcionamiento y que son descritos y analizados en detalle en los capítulos V, VI, VII, VIII y IX. Los elementos de los subsistemas primarios son estudiados en razón de su génesis y evolución; se entrega una síntesis de los antecedentes que la literatura científica aporta en cada uno de ellos, centrando el interés en las contribuciones e información existente en Chile. El subsistema secundario de los impactos ambientales surge de las interacciones entre los subsistemas primarios de la naturaleza y de la sociedad que ocurren en este mismo nivel jerárquico.

El subsistema biofísico tiene funcionalidades que se alteran cuando el subsistema antrópico no planificado se superpone a la organización natural existente, generándose un espacio desarticulado desde el punto de vista de las relaciones entre sus elementos y que se manifiestan como **impactos ambientales** en o sobre los usos del suelo asignados al territorio, y que han surgido producto de necesidades particulares del medio social en el pasado histórico reciente, teniendo como resultado una ocupación sin la lógica de la planificación territorial con una base sustentable.

Debido a la necesidad de acotar y precisar el estudio del paisaje del litoral semiárido sólo se consideraron cuatro subsistemas primarios. Otros subsistemas como el oceanográfico, hidrográfico, o productivo, podrían ser incorporados considerando el análisis de nuevos elementos y por lo tanto aumentando la densidad de las observaciones, interacciones y relaciones, complicando innecesariamente el estudio, por lo que no fueron considerados en esta investigación.

Las relaciones evolutivas existentes entre los subsistemas son apreciadas en el nivel jerárquico siguiente del modelo conceptual funcional.

El tercer nivel de organización es denominado **mesosistema**, aquí las relaciones se aprecian en tanto los elementos de uno u otro subsistema del nivel superior participan en los procesos evolutivos de otro, definiéndose aquí los llamados mesosistemas. Son evidentes aquí las relaciones bidireccionales entre los elementos de los subsistemas climático, geomorfológico y biogeográfico, a modo de ejemplo, en los denominados mesosistemas bioclimático o morfoclimático. En este nivel de organización la influencia del subsistema antrópico es unidireccional hacia cada uno de los subsistemas naturales considerados.

El último nivel de organización es el denominado de **interfase**, los elementos existentes se expresan en función de usos del suelo y las normativas que los regulan, y que determinan directamente la influencia humana sobre los subsistemas principales. Los elementos adoptan denominaciones de los componentes de los subsistemas de jerarquía superior, las relaciones entre los elementos son multidireccionales y multifuncionales, pero con importancias diferenciadas dependiendo de cada caso.

#### **2.4. Bibliografía específica.**

**Chorley, R.J. & Kennedy, B.A.**, 1971. Physical geography: A systems approach. London, Prentice Hall International. 370 pp.

**Chorley, R.J.**, 1962. Geomorphology and general systems theory. Theoretical papers in the hydrologic and geomorphic sciences. Geological Survey Professional paper 500-B Washington.

**Harvey, D.**, 1983. Teorías, leyes y modelos en geografía. Alianza Editorial. 504 pp.

**Holt-Jensen, A.**, 1980. Geography, its history and concepts. A student's guide. Harper & Row Publishers, London, 171 pp.

**Jehová de Andrade, A. & Rubio, P.**, 1998-99. Geomorfología litoral: una propuesta metodológica sistémica en la llanura costera de Ceará, nordeste de Brasil. Revista de Geografía, Vol XXXII-XXXIII, p.165-182.

**Johnston, R. J.**, 1983. Geography and geographers. Anglo-american human geography since 1945. Edward Arnold, 2<sup>nd</sup> edition, 264 pp.

**Langton, J.**, 1972. Potentialities and problems of adapting a systems approach to the study of change in human geography. Progress in Geography 4:125-79.

**Rubio, P.**, 1995. Los estudios de paisaje y la teoría general de sistemas. Cambios regionales a finales del siglo XX. XIV Congreso Nacional de Geografía, AGE, Salamanca, 8.



## **CAPÍTULO III**

### **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**



El propósito de esta investigación es realizar el estudio de un territorio para reconocer a través de un inventario, todos aquellos elementos y procesos que participan y que le dan el aspecto que se presenta al observador. Bajo procedimientos académicos y reflexiones analíticas, se intentará descomponer y clasificar estos elementos con el objetivo de sistematizar su organización, encontrando no sólo esos elementos sino también las interrelaciones que existen entre ellos. La aplicación de estas conceptualizaciones permitirá encontrar metodológicamente diferentes grados de fortaleza en esas conexiones y que se expresan territorialmente en una organización espacial que permite definir, en términos aplicados, potencialidades de usos, restricciones o instancias de protección para ciertas áreas. Surgen de estos razonamientos los objetivos y la hipótesis de trabajo de esta investigación.

La articulación de la hipótesis de trabajo coloca los condicionamientos detallados que se consideran y que guían la investigación. En términos específicos, se presupone que en la costa semiárida chilena confluyen tanto elementos naturales, en una triple interfase atmósfera-hidrosfera-litósfera, como culturales que permiten estructurar el **paisaje** con el que se presenta el litoral actual y en el que las mutuas interacciones que allí se encuentran, definen un sistema de funcionamiento que puede ser fácilmente alterado si no se reconocen e identifican estas dinámicas.

### **3.1. Objetivo general.**

Identificar, analizar y evaluar las relaciones recíprocas de la interfase naturaleza-sociedad en la franja costera semiárida chilena (32°-33°S), con el fin de proponer recomendaciones y medidas correctoras para un uso sustentable de esa costa. Comprender mediante el enfoque de la Teoría General de Sistemas las relaciones dinámicas, físicas y culturales dependientes e interdependientes entre los elementos que participan y coexisten en esta franja costera semiárida.

### **3.2. Objetivos específicos.**

- a) Caracterizar y cartografiar las unidades costeras del área en estudio incluyendo su sensibilidad a diferentes usos.
- b) Determinar, mediante una perspectiva histórica y considerando el contexto jurídico normativo, las características y modalidades de la ocupación humana en el área de estudio.
- c) Establecer y evaluar las alteraciones antrópicas actuales sobre el medio natural.
- d) Elaborar la cartografía de detalle de las unidades geomorfológicas del litoral entre los 32°S y 33°S.

- e) Sintetizar la información biofísica de la franja costera semiárida (32-33°S) con el fin de elaborar la cartografía de cada uno de los subsistemas.
- f) Elaborar el mapa de paisajes de la franja costera semiárida e identificar criterios de valoración de cada uno de ellos.
- g) Determinar, jerarquizar y cartografiar las áreas en riesgo frente a eventos naturales: aluvión, erosión, inundación y deslizamiento.
- h) Determinar los elementos económico-productivos de la franja costera semiárida
- i) Proponer medidas correctoras tendientes a optimizar la ocupación de la costa bajo el concepto de la sustentabilidad.

### **3.3. Hipótesis.**

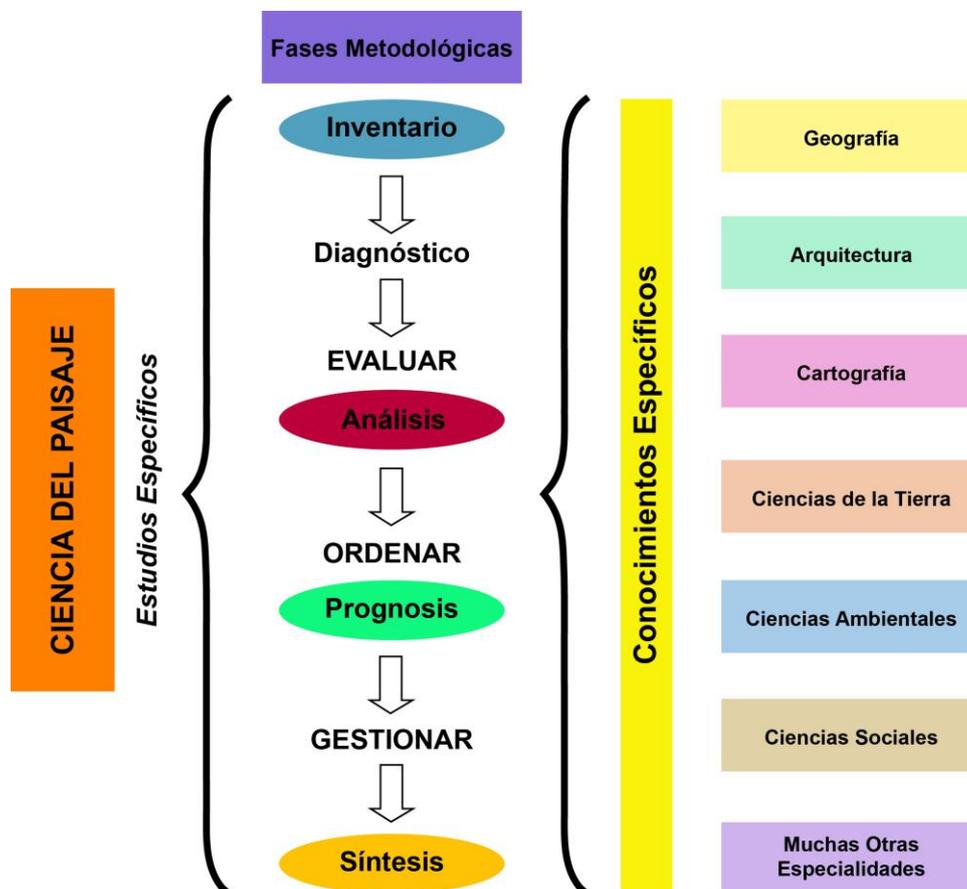
Si se considera que la franja costera del extremo sur de Chile semiárido, entre los 32°S y los 33°S, obedece a una génesis y una evolución que le otorgan diferencias de sensibilidad en función de las características y relaciones geomorfológicas, climáticas y vegetacionales; si la ocupación humana sobre las unidades naturales de esta costa, con distintos grados de sensibilidad, provoca respuestas diferenciadas del medio natural que se expresan en impactos sobre las estructuras humanas; una gestión del litoral que considere las características y el funcionamiento biofísico de estas unidades naturales debiese permitir una ocupación sustentable de esta costa.

## **CAPÍTULO IV PROPUESTA METODOLÓGICA**



La propuesta metodológica de este trabajo en parte se definió de acuerdo a lo planteado por Rubio (2012), en diversas comunicaciones y trabajos que hacen referencia a la forma en que deben ser realizados los estudios del paisaje, cuya última propuesta se presenta en la Figura N° 8:

Figura N° 8: Estructura metodológica de la ciencia del paisaje.



Fuente: Rubio, 2012.

Rubio (2012), propone cuatro fases metodológicas sucesivas (inventario, análisis, prognosis, síntesis) en los estudios de la ciencia del paisaje, cada una de las cuales persigue objetivos específicos (diagnosticar, evaluar, ordenar, gestionar). Los aportes de otras áreas del conocimiento son útiles en tanto entregan elementos

específicos para llegar a comprender el paisaje como un modelo síntesis de la realidad.

El presente trabajo tesis se estructura en base a cuatro fases de desarrollo: inventario, análisis, diagnóstico, y pronóstico y propuesta de medidas correctoras. En cada una de estas fases se desarrollan procedimientos y técnicas específicas que permitirán alcanzar progresivamente los objetivos planteados en el capítulo anterior. Esta propuesta metodológica se desarrolla en consideración al modelo conceptual funcional propuesto (Figura N° 7 y Tabla N° 11).

El objetivo principal del **inventario** es la recolección, compilación y sistematización de los conocimientos existentes de los subsistemas biofísico y antrópico considerados en la franja costera semiárida y su correspondiente representación.

En la fase de **análisis** se realiza una distinción, separación y estudio de los elementos y variables constituyentes de cada subsistema a la vez que se realizan procesamientos de la información con el objetivo de extraer conclusiones que permitan ser representadas gráficamente, a través de técnicas cartográficas, en la fase de **diagnóstico**, además de realizar un examen de experiencias nacionales e internacionales referentes a algunos instrumentos jurídico-normativos que regulan el uso, las actividades y la ocupación de las costas.

La cuarta fase corresponde al **pronóstico**, en ésta se elabora la propuesta de recomendaciones y medidas correctoras que tienen como objetivo una ocupación sustentable de la costa semiárida chilena, objeto de estudio de este trabajo de tesis.

Esta propuesta metodológica se desarrolla sobre la base del modelo conceptual funcional en el cual se incorporan estas cuatro fases metodológicas, siguiendo las ideas de Rubio (2012) (Figura N° 9).

#### 4.1. El Inventario.

La fase de inventario conlleva el desarrollo de procedimientos investigativos de búsqueda, recolección y de sistematización de la información necesaria para el trabajo de tesis, relacionados con las variables del medio natural y social. Se encuentra aquí una base de tipo naturalista en función de los métodos y enfoques con los que son estudiados cada uno de los subsistemas y en las clasificaciones que se obtienen de cada uno, y que se encuentran dentro del campo de estudio de la geografía física, a partir de la cual se elaboran los estudios de paisaje (Vila Valenti, 1982). Harvey (1983), denomina a la recogida, ordenación y clasificación de los datos como la descripción cognoscitiva.

- Con respecto al sistema natural
  - Revisión de documentos bibliográficos, cartográficos e imágenes, referentes a los subsistemas geomorfológico, climático y biogeográfico.
  - Análisis de la información recopilada.
  - Elaboración de cartografía preliminar.
  - Trabajo de terreno.
  - Elaboración de cartografía temática final mediante SIG.

- Con relación al sistema antrópico
  - Revisión de documentos bibliográficos y cartográficos, referentes a la ocupación humana de la costa, contexto jurídico normativo regulatorio actual y alteraciones ligadas a la ocupación.
  - Análisis preliminar de la información recopilada.
  - Elaboración de cartografía temática final mediante SIG.

Esta fase de la propuesta metodológica corresponde a una etapa netamente ligada a la búsqueda y recolección de información bibliográfica, estadística y cartográfica para su posterior ordenamiento, sistematización y análisis preliminar.

Una de las características de la información disponible del área de estudio se relaciona con la falta de uniformidad en cuanto a la variedad y/o actualidad del dato geocartográfico, existiendo una diversidad de escalas, vigencia y autoría de la información. En el caso del dato estadístico, el menor nivel de desagregación se encuentra en el ámbito comunal, el que sin embargo no es homogéneo y regular para toda el área de estudio. Por el contrario, en el nivel nacional, agencias técnicas del Estado, como el Instituto Nacional de Estadísticas, (INE), el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), o el Ministerio del Medio Ambiente, cuentan con información útil y con pocos años de antigüedad, pero territorialmente inexistente para muchas variables en el nivel local, lo que obstaculiza el análisis a esta escala.

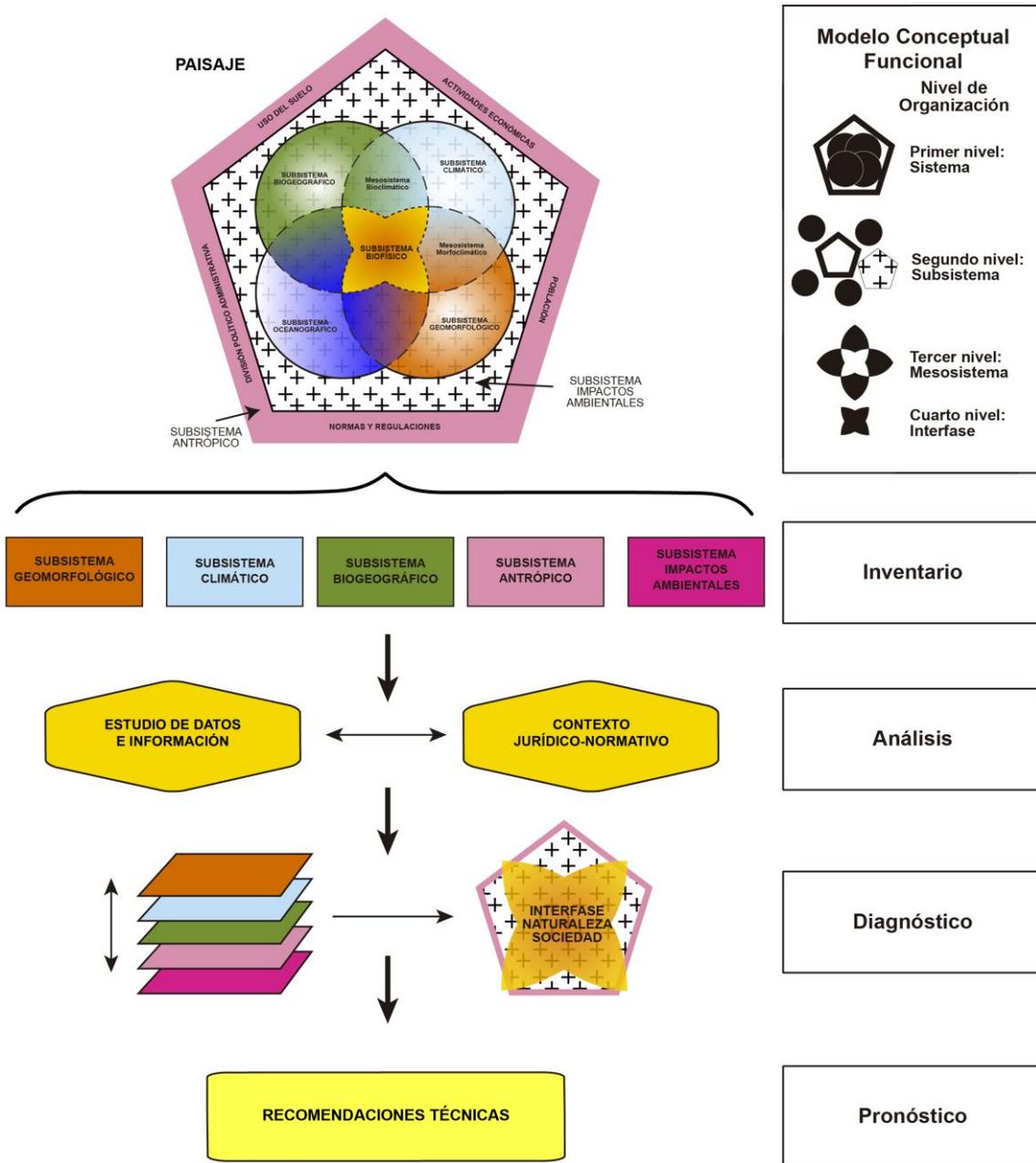
En esta etapa de la investigación, la información estadística recopilada será utilizada con el fin de conocer el comportamiento evolutivo de algunas variables. El dato demográfico será analizado en los niveles comunales y de localidades pobladas aprovechando la información censal disponible. Al mismo tiempo, el análisis en las escalas regional y nacional permitirá tener un parámetro de comparación con estos niveles territoriales. Esta información es generada y administrada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Las variables meteorológicas están referidas a localizaciones específicas en la franja costera, al igual que la mayor parte de la información utilizada en esta investigación, se caracterizan por su irregularidad temporal y espacial. La fuente primaria de esta información proviene de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y del Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

Otros datos estadísticos, como aquellos ligados a los impactos ambientales se incorporan en función de su disponibilidad objetiva. Se ha apreciado aquí, a través de la consulta de información a las agencias de gobierno y organismos competentes del nivel local, las ventajas y beneficios que ha traído la Ley N° 20.285 (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 20 de agosto de 2008), sobre acceso a la información pública, que entre otros aspectos ha permitido estimular el uso de internet y el establecimiento de sitios web para la difusión de información, y acortado los plazos para proveerla.

Se aprecia, sin embargo, que sectores productivos como el minero, agropecuario, pesquero y forestal, con agrupaciones o sociedades organizadas del mundo privado, generan información de detalle factible de utilizar y que permitiría complementar y con ello mejorar el análisis de las variables consideradas.

Figura N° 9: Desarrollo metodológico funcional.



Fuente: Autor.

La información bibliográfica existente para el área litoral estudiada, tiene esencialmente dos orígenes. La actual normativa ambiental exige que determinados proyectos, contemplados en la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 9 de marzo de 1994) y sus reglamentos asociados, sean sometidos a estudios o declaraciones de impacto ambiental. Tales estudios, por lo general encargados a empresas privadas, tienen entre sus objetivos parciales recopilar información y/o generar nuevos antecedentes de tipo bibliográfico, estadístico y cartográfico; sin embargo un aspecto importante de

considerar en estos trabajos, es la metodología y rigurosidad con la cual se genera o analiza la información, hecho que condiciona su posterior uso en una investigación.

Un segundo origen de la información bibliográfica es la investigación académica. De mayor rigurosidad conceptual que los trabajos anteriores, los resultados generalmente son publicados en revistas científicas periódicas, sin embargo, la variabilidad de la información, su recurrencia temporal y el área geográfica cubierta, son aspectos importantes necesarios de considerar en estos casos.

Existen varias instituciones en el país que generan información cartográfica. El Instituto Geográfico Militar (IGM), cuenta con cartografía topográfica en formato digital a escalas 1:50.000, 1:250.000 y 1:500.000, que cubren completamente el área de estudio. Esta información será utilizada como cartografía base en la investigación. El Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), tiene publicada toda la cartografía geológica del país a escala 1:1.000.000, actualizada al año 2002, además de antecedentes cartográficos a escalas de mayor detalle, con sus correspondientes monografías explicativas y que cubren parcialmente el área de estudio. El Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), tiene información de las unidades y series de suelos, además de las capacidades de uso, trazadas sobre ortofotografías a escala 1:20.000 para la V Región y 1:10.000 para la IV Región. La Corporación Nacional Forestal (CONAF), presentó en el año 1997 el Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Elaborado a la escala de 1:50.000, el estudio incluye información sobre uso actual de la tierra, en categorías principales y subcategorías, además de sus relaciones con las variables de pendiente topográfica, exposición de laderas y altitud.

La información cartográfica en el sistema antrópico es escasa, disponible sólo para los centros urbanos principales, la mayor parte de las veces en escalas 1:5.000 y 1:10.000, correspondiendo esencialmente a planos urbanos para el uso y gestión a nivel municipal.

La información cartográfica base, será complementada con el uso de aerofotografías. En el caso chileno existe una amplia disponibilidad de fotografías aéreas, para distintos años y que cubren el área de estudio parcial o totalmente. Importantes son las fotografías de las misiones aéreas conocidas como Trimetrogon (1945-1947), Hycon (1955), SAF (1980), Geotec (1996) y CONAF-CONAMA (2001), que será considerada su utilización dependiendo del elemento a analizar. Por otra parte el acceso a la visualización de imágenes de Google Earth a través de internet permite realizar rápidas comprobaciones y ajustes de la información cartográfica con el objeto de contextualizar la información.

La información de la geomorfología cuenta con estudios principalmente de tipo académico, en escalas de poco detalle, aquí será útil el empleo de la cartografía topográfica regular del Instituto Geográfico Militar (IGM) que será usada como base para compilar esta información, y aquella que pueda ser extraída a partir de fotografías aéreas, imágenes satelitales y del trabajo de terreno.

Toda la cartografía empleada es administrada mediante un sistema de información geográfico, que posibilitará su análisis y la creación de mapas temáticos específicos. En la actualidad la mayor parte del dato cartográfico cuenta con una base de datos relacional, por lo que en el valor de la cartografía también se encuentran los atributos alfanuméricos asociados. Por otra parte, se enfatiza en el hecho de que cada mapa digital tenga su correspondiente atributo alfanumérico.

El resultado cartográfico es la generación de mapas de cada subsistema para todo el área de estudio, a una misma escala y datum, permitiendo la comparación y generando con ello el inventario disponible de la información de la franja costera en estudio.

#### **4.2. Análisis.**

- Análisis y procesamiento estadístico de datos.
- Determinación de elementos y factores naturales que favorecen el desarrollo de procesos naturales frente a la instalación de estructuras y actividades humanas.
- Determinación de los elementos y factores del ámbito social que generan impactos sobre el ambiente natural.
- Identificación de las normativas y regulaciones del contexto jurídico normativo que permiten y/o condicionan la ocupación y actividades en la franja costera bajo estudio.
- Estudio de experiencias internacionales en materia de gestión de los medios costeros.

Esta fase es esencialmente analítica, pues su objetivo apunta en una primera subetapa, al estudio de datos e información que permitan comprender la dinámica evolutiva del paisaje de la franja costera semiárida, tanto en sus aspectos naturales como culturales. Es por ello que la información recopilada en la etapa anterior será utilizada principalmente desde una perspectiva cronológica, permitiendo comprender la evolución del litoral en esta área. En este sentido, son importantes las variables de velocidad y dirección de la ocupación humana del suelo; disminución de las áreas naturales por ocupación urbana, reemplazo de áreas naturales por plantaciones o superficies de incendios forestales, coberturas de agua potable, etc. El análisis debiese también permitir detectar fenómenos de alteración de balance sedimentario de playas, erosión superficial, retroceso de acantilados o avance de dunas móviles.

Harvey (1983) indica que el análisis es tanto una descripción como una explicación rigurosa y coherente. En este sentido desarrolla la forma en la cual las explicaciones en geografía se construyen, en las que se reconocen varios tipos de formas de análisis. El análisis morfométrico en el cual se encuentran las nociones de espacio y tiempo; el análisis causal, aludiendo a las conceptualizaciones de causa y efectos como una forma de elaborar las explicaciones en geografía, pero que sin embargo no involucra una posición determinista; el análisis funcional y ecológico, en el que el centro de interés está dado por el papel, el rol o la función, que cumplen los elementos en una organización; y el análisis de sistemas, que se preocupa del estudio de una organización de elementos y de procesos interrelacionados.

El estudio de detalle de las dinámicas naturales y culturales, debiese permitir conocer qué elementos o factores, asociados a la ocupación humana e instalación de actividades, son los responsables del desarrollo de impactos ambientales en la franja costera semiárida.

Una segunda subetapa, está dedicada al estudio del contexto jurídico normativo de la franja costera bajo el cual se realizan procesos de gestión actual del litoral: se asignan usos al suelo, se definen de espacios de protección o se favorece o restringe la ocupación y/o la instalación de actividades humanas. En Chile existe un importante número de instituciones públicas que tienen competencia territorial en el "borde costero" y que cuentan con respaldos normativos que guían su accionar, entre ellas; Subsecretaría para las Fuerzas Armadas, Ministerio de Bienes Nacionales,

Municipalidades, Corporación Nacional Forestal, Servicio Nacional de Turismo, Servicio Nacional de Pesca, etc. a los que se suman los intereses privados, sean en su ambiente marítimo o continental. La superposición de competencias e intereses puede generar lógicas incompatibilidades, pues no existe una coordinación articulada entre las instituciones civiles y del estado que posibiliten una gestión armónica, con el objeto de lograr un desarrollo territorial equilibrado de la franja costera.

Algunas experiencias en Chile han tenido como objetivo realizar zonificaciones de la franja litoral. Mediante la aplicación de la metodología propuesta por la *Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (GTZ) de Alemania, en la que se combinan los conceptos de ordenamiento territorial y de gestión integrada de zonas costeras, la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, propone una guía para la zonificación de la costa. En términos generales, la metodología intenta, por una parte, ceñirse a los principios normativos vigentes en la Política Nacional de Uso del Borde Costero, las estrategias regionales de desarrollo y los planes reguladores comunales y por otra parte incorporar a las organizaciones civiles en la zonificación del territorio litoral, mediante un proceso coordinado y participativo (SUBDERE, 2011)

Las experiencias internacionales sobre la gestión de zonas costeras entregan un punto de vista comparativo, que será considerado en términos de los resultados concretos obtenidos frente a determinados procesos de gestión. Es así como existen los antecedentes de las experiencias de Estados Unidos, con el Acta de Manejo de la Zona Costera del año 1972; Francia, con la promulgación de la *Loi Littoral* de 1986 y el funcionamiento del *Conservatoire du Littoral*, -que siguió el modelo del *National Trust* de Inglaterra-, España con la Ley de Costas de 1988 y las recomendaciones para la aplicación de la gestión integrada de las zonas costeras en Europa de 2002.

#### 4.3. Diagnóstico.

- Representación espacial y entrecruzamiento de información
- Definición de mesosistemas
- Nomenclátor
- Cartografía de síntesis
- Determinación de los espacios de interfase

La fase metodológica de diagnóstico se desarrolla en el capítulo X. En esta etapa destaca el uso de las herramientas informáticas de los sistemas de información geográfica (SIG) en la obtención de productos cartográficos fundamentales, demostrándose sus potencialidades en los cruces de variables, expresados en procesamientos duales de los mapas de cada subsistema y utilizando la información alfanumérica asociada. En este sentido, se observan aquí las relaciones mesosistémicas del tercer nivel de organización del modelo conceptual funcional (Figura N° 7).

La información geográfica ha tenido un amplio desarrollo especialmente ligado a aquellas disciplinas en las que la localización tiene especial relevancia. Bosque (1999), llama **ciencia de la información geográfica** al conjunto de conocimientos en relación a las tecnologías de la información geográfica, ligados a conceptos geográficos sobre la organización del espacio geográfico; algoritmos y programas informáticos, que desarrollan nuevos modelos de localización e interfases de acceso; dispositivos físicos para el manejo de aplicaciones e información SIG; bases de datos que permiten análisis multiescalares e interoperables; y nuevas formas

de uso, como el empleo de sistemas de posicionamiento global (GPS) para la captura de datos de campo.

Ya en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, realizada en Río de Janeiro en 1992, se indicó, en una de sus resoluciones, la importancia de la información geográfica en la toma de decisiones para enfrentar problemas nacionales, regionales y globales, como la deforestación, la contaminación o el tratamiento de residuos. En la actualidad, la información geográfica es concebida como un componente de una **infraestructura de datos espaciales** (IDE) en la cual las tecnologías, redes de información y transmisión de datos, normativas, estándares, políticas institucionales y el capital humano, facilitan la disponibilidad y el acceso a los datos espaciales (GSDI, 2009). Chuvieco et al., (2005) afirma que las tecnologías de la información geográfica deben considerarse como parte del núcleo central de la geografía, en razón de que ellas se destacan en su desarrollo, en sus tradiciones conceptuales y en su proyección profesional.

Las relaciones identificadas a través de herramientas SIG, en el nivel de los mesosistemas, debiesen entregar información útil que posteriormente será utilizada para la definición del nomenclátor en el nivel de interfase, que incluirá una denominación utilizando las diferentes clases cartografiadas para cada subsistema, correspondientes a la fase metodológica de inventario.

La compilación total de los subsistemas considerados se pone de manifiesto en una cartografía de síntesis que representa el cuarto nivel de organización del modelo conceptual funcional, en donde se representan los espacios de interfase, se determina el nomenclátor y se evalúa su estado en cuatro categorías de valoración:

- Altamente degradado
- Degradación avanzada
- Degradación inicial
- En conservación

#### **4.4. Pronóstico.**

- Proposición de recomendaciones y medidas correctoras
- Definición de usos potenciales, áreas de protección/restricción, etc.
- Definición de antecedentes técnicos respecto de las restricciones al uso de las unidades naturales

La tesis será enfocada desde el punto de vista de la Teoría General de Sistemas, en el sentido de permitir una mejor comprensión de las características de los elementos y de sus mecanismos de funcionamiento en interacción o interdependencia mutua. Se piensa que esta aproximación permite el mejor acercamiento para comprender las relaciones particulares entre los elementos naturales y culturales que se expresan en el concepto de paisaje, como una solución de integración de estos elementos.

El uso de un sistema de información geográfica, como una herramienta que permite el ordenamiento, jerarquización, sistematización y análisis de información geoespacial, permitirá mejorar la calidad de la información temática existente, generada en años anteriores, a su vez será posible descomponer el paisaje en sus subsistemas constituyentes y así, como un recurso de carácter puramente

metodológico, abordar el análisis de sus variables desde la óptica sistemática, pero con el cuidado de no caer en perspectivas reduccionistas que sólo permitirían conocer los elementos y no así las relaciones ni la fuerza de las interacciones existentes entre ellas.

La noción de paisaje, bajo la perspectiva del desarrollo sustentable, entrega los fundamentos conceptuales bajo los cuales se realizará la proposición de recomendaciones para la franja costera semiárida de Chile. Una cartografía del paisaje de este litoral, deberá incluir, además, aquellas áreas que por su especial valor natural deben ser protegidas y las que por su activa dinámica natural se constituyen en áreas riesgosas para la instalación de la población o sus estructuras. La proposición de usos considerará los diferentes grados de aceptación o rechazo de estas unidades frente a los distintos usos o actividades que el ser humano entrega a la franja costera y las potencialidades naturales de cada unidad de paisaje.

Un elemento importante en la definición de los paisajes, es el aspecto histórico y cultural asociado a la ocupación urbana del litoral del semiárido costero de Chile. En la actualidad, muchas de estas ciudades, que presentan un auge ligado al turismo balneario, se originaron a las de ocupaciones que presentaron diferentes modalidades como caletas pesqueras o antiguas haciendas; más recientemente, instalaciones espontáneas en la búsqueda de nuevos sitios para urbanizar.

Las experiencias internacionales en la aplicación de diferentes metodologías, establecimiento de instrumentos normativos o medidas correctoras de carácter estructural, permitirá entregar los antecedentes técnicos y ejemplos que permitirán definir los elementos técnicos de detalle respecto a orientaciones para el uso, aprovechamiento, desarrollo y protección de las unidades naturales, lógicamente considerando las cualidades de la realidad biofísica del semiárido costero de Chile.

En este sentido, la presente investigación recoge los planteamientos de la Estrategia Territorial Europea (ETE, Comité de Desarrollo Territorial, 1999), ya que considera al paisaje, como la expresión de la mutua relación entre la sociedad y la naturaleza. Las recomendaciones y medidas correctoras de la fase metodológica de pronóstico debiesen ser coincidentes, por tanto, con las perspectivas, social, económica y ambiental, como aproximación metodológica al manejo del paisaje presentado en la ETE.

Tabla N° 11: **Propuesta metodológica general.**

<b>Fases</b>	<b>Etapas</b>	<b>Procedimientos y técnicas específicas</b>
0 ANTECEDENTES PREVIOS	Fundamentación conceptual Caps. I, II, III y IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión bibliográfica y elaboración de los antecedentes conceptuales de la tesis</li> </ul>
I INVENTARIO	Evaluación preliminar Caps. V, VI, VII, VIII y IX	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recopilación y análisis preliminar de antecedentes de los subsistemas natural y antrópico</li> <li>• Revisión y sistematización de los antecedentes bibliográficos, cartográficos y estadísticos</li> <li>• Elaboración de la cartografía preliminar</li> <li>• Trabajo de terreno</li> </ul>
II ANÁLISIS	Análisis específico Caps. V, VI, VII, VIII y IX	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos</li> <li>• Análisis de la información y procesamiento estadístico de datos</li> <li>• Determinación de factores naturales que favorecen procesos naturales debido a actividades humanas</li> <li>• Estudio de la normativa que condiciona y regula la ocupación de la franja costera</li> <li>• Elaboración de la cartografía final de cada subsistema</li> <li>• Estudio de experiencias internacionales</li> </ul>
III DIAGNÓSTICO	Evaluación final Cap. X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Representación espacial y entrecruzamiento de información</li> <li>• Definición de mesosistemas</li> <li>• Nomenclator</li> <li>• Cartografía de síntesis</li> <li>• Determinación de los espacios de interfase</li> </ul>
IV PRONÓSTICO	Conclusiones y discusión Cap. XI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proposición de recomendaciones y medidas correctoras</li> <li>• Definición de usos potenciales</li> <li>• Áreas de protección</li> <li>• Áreas de restricción</li> <li>• Definición de antecedentes técnicos respecto a restricciones al uso de unidades naturales</li> </ul>

Fuente: Rubio, 2012, modificado.

#### 4.5. Bibliografía específica.

**Bosque, J.**, 1999. La ciencia de la información geográfica y la geografía. VII Encuentro de geógrafos de América Latina. Publicaciones CD, San Juan, Puerto Rico, 15 pp.

**Chuvieco, E.; Bosque, J.; Pons, X.; Conesa, C.; Santos, J.; Gutiérrez, J.; Salado, M.; Martín, M.; De la Riva, J.; Ojeda, J. & Prados, M.**, 2005. ¿Son las tecnologías de la información geográfica (TIG) parte del núcleo de la geografía? Boletín de la AGE 40:35-55.

**Comité de Desarrollo Territorial**, 1999. Estrategia Territorial Europea. Hacia un desarrollo equilibrado y sostenible del territorio de la UE. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo, 89 pp.

**Global Spatial Data Infrastructure (GSDI)**, 2009. SDI Cookbook. <http://www.gsdi.org/gsdicookbookindex>.

**Harvey, D.**, 1983. Teorías, leyes y modelos en geografía. Alianza Editorial. 504 pp.

**Rubio, P.**, 2012. Sobre la idea y desarrollo de la ciencia del paisaje. En: Apuntes de la asignatura "Gestión Ambiental y Paisaje". Master Oficial Europeo en "Planificación Territorial y Gestión Ambiental". Universitat de Barcelona. Barcelona, España.

**Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE)**, 2011. Guía de zonificación costera para el ordenamiento territorial. 1ª ed., 114 pp.

**Vila Valenti, J.**, 1982. Veinticinco siglos de geografía. Revista de Geografía Norte Grande 9:3-10.



**CAPÍTULO V**  
**GEOMORFOLOGÍA LITORAL**



El paisaje natural, desde el punto de vista geomorfológico, es el resultado de la combinación e interacción simultánea de un gran número de variables relacionadas principalmente con factores orográficos bajo la influencia de los agentes climáticos. Su evolución es resultado de fenómenos que actúan conjuntamente bajo diferentes estados de equilibrio dinámico.

Un elemento de primer orden de importancia en el estudio de la geomorfología se relaciona con la escala de análisis y de representación de los hechos físicos observados. Existen, en este sentido, limitaciones que deben ser necesariamente consideradas, una de ellas corresponde a la disponibilidad de información base. Los datos cartográficos fundamentales se restringen a la existencia de la cartografía topográfica a la escala de 1:50.000, que es considerada en este sentido como base para el sustento de la información temática.

Los litorales representan lugares interesantes desde el punto de vista de las mecánicas de funcionamiento natural. En efecto, la característica de triple interfase física en la que se relacionan las esferas atmosférica, hidrosférica y litosférica cobran una activa dinámica y sensibilidad en estos espacios. El estudio de la geomorfología, por tanto entrega importantes antecedentes sobre los procesos que dan origen y condicionan la evolución de las formas resultantes de esas interacciones.

### **5.1. Disposición de la franja costera en el contexto morfoclimático regional.**

No es fácil concluir taxativamente cuáles y qué extensión tienen las condiciones geográfico-físicas que existen en el tramo latitudinal 32-33°S. Mortensen (1927, en Paskoff, 1970), identificó el paso de condiciones hiperáridas del desierto, al norte de los 27°S, a condiciones desérticas marginales al sur de esa latitud.

Brüggen (1950), geólogo de formación, pero con una fuerte óptica geomorfológica, diferencia esta región en términos de los cordones montañosos transversales que aquí se encuentran y que interrumpen la depresión intermedia en su desarrollo latitudinal.

Fuenzalida (1950) y Santana (1966) llamaron Norte Chico, a todo el territorio chileno comprendido entre los 27°S y 33°S, cuya característica principal es ser menos seco que el Norte Grande (entre el límite con Perú y los 27°S). Paskoff (1970), realizando una investigación muy detallada de casi diez años y considerando tanto las características climáticas como geomorfológicas, nombra a la franja latitudinal comprendida entre los 30°S y los 33°S como Chile semiárido e identifica como rasgos originales del paisaje la alta cordillera, la media montaña, los grandes valles transversales y la franja costera.

Börgel (1983), en un intento de regionalización geomorfológica del territorio chileno sudamericano bajo criterios zonales, identifica cinco agrupaciones regionales:

- Región septentrional de las pampas desérticas y cordilleras prealtiplánicas, desde el límite con Perú, hasta el río Elqui.
- Región de las planicies litorales y cuencas del sistema montañoso andino-costero. Desde el río Elqui, hasta el río Aconcagua.
- Región central de las cuencas y del llano fluvio-glacio-volcánico. Desde el río Aconcagua hasta el río Biobío.
- Región central lacustre del llano glacio-volcánico. Desde el río Biobío, hasta el canal de Chacao.
- Región patagónica y polar del inlandsis antártico. Desde el canal de Chacao, hasta las islas Diego Ramírez.

Utilizando el concepto de zonalidad en su formulación, reconoce la franja litoral entre los 32°S-33°S, como perteneciente a la región de las planicies litorales y cuencas del sistema montañoso andino-costero. Estas planicies, afirma, se presentan en forma continua en el sentido norte-sur, pero con anchos variables en el sentido este-oeste y con depósitos marinos a diferentes altitudes.

Paskoff (1970,1993) es el que mejor ha logrado sistematizar el conocimiento del litoral semiárido chileno, entregando valiosos aportes que permiten comprender su génesis y evolución, en este sentido, afirma que la tectónica y los cambios climáticos han tenido consecuencias geomorfológicas que le dan el aspecto actual al paisaje litoral del semiárido chileno. Paskoff (1989), siguiendo a Kelletat (1989), en un intento de utilizar el concepto de zonalidad en geomorfología litoral, indica que si bien las influencias climáticas varían de acuerdo a la latitud, ellas controlan algunos de los elementos geomorfológicos que se encuentran a lo largo de la costa chilena; sin embargo, afirma que la dificultad de un estudio de este tipo se relaciona con la disponibilidad de datos en las áreas más remotas o inaccesibles de los extremos norte y sur del país. Sin perjuicio de lo anterior, identifica 4 tipos de litoral en Chile: Costa árida (18°S-27°S), Costa del desierto marginal de Atacama y semiárido de Chile (27°S-32°S), Costa de Chile central (32°S-42°S), Costa del sur de Chile (42°-56°S).

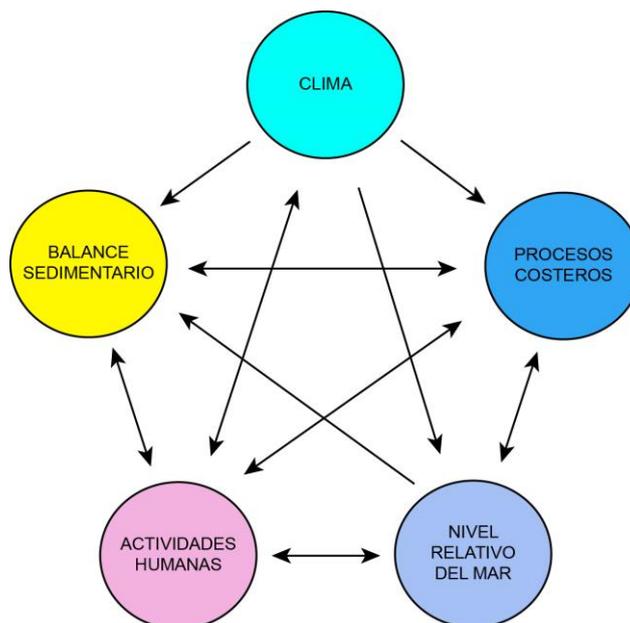
La región chilena comprendida entre los 27°S a 33°S se caracteriza por varios hechos desde el punto de vista geomorfológico. La depresión intermedia, de origen tectónico y característica al norte de los 27°S y al sur de los 33°S, es reemplazada por encadenamientos montañosos transversales que se descuelgan desde la cordillera andina y que dejan entre ellos pequeñas cuencas. Su origen se relaciona con la subducción de la Placa de Nazca con un muy escaso ángulo bajo la placa Sudamericana. Este hecho también explica la ausencia de volcanismo actualmente activo en la cordillera andina de la región, ya que no queda material magmático disponible para alimentar un volcanismo activo cortical en superficie.

Las condiciones de semiaridez, que imperan en la franja litoral estudiada, expresado en términos de los montos de precipitaciones que se registran, contribuyen a mantener un escenario de morfoconservación de hecho. Por otra parte, la sucesión de condiciones de tendencia húmeda y árida, acaecidas durante la época cuaternaria, han posibilitado entre otros elementos, perfeccionar la forma de los aplanamientos marinos y permitir la evolución de los campos dunarios que se desarrollan sobre estas planicies.

## 5.2. Factores que explican la conformación geomorfológica actual.

El litoral, como un medio complejo y dinámico, resulta de la interacción combinada y con distinta intensidad de una serie de factores (Figura N° 10). Las relaciones que se observan adoptan características de funcionamiento sistémico.

Figura N° 10: Factores presentes en las costas donde las acciones, interacciones y retroacciones se manifiestan.



Fuente: Morton, 1977, modificado.

- El **balance sedimentario**: Se refiere a los sedimentos que llegan versus los que son evacuados desde la costa. Estas relaciones, que se expresan en procesos de erosión o de acumulación, definen que un balance sedimentario, o también llamado presupuesto sedimentario, pueda ser negativo, positivo o cero.
- Los **procesos costeros**: Son las fuerzas en acción ligadas al ámbito meteomarinero del borde costero. Las olas debidas al viento son el principal agente de la dinámica del litoral. Las corrientes debidas al oleaje y eventualmente a la marea, son interesantes para comprender la evolución del litoral. Ambos agentes tienen importantes repercusiones en la morfogénesis del litoral. El viento, participa en estrecha relación con las olas en las costas.
- El **clima**: Define entre otros aspectos el régimen del oleaje.
- El **nivel del mar**: Debido a factores eustáticos o isostáticos, los cambios de nivel del mar son fundamentales para comprender la morfología y la evolución de los litorales.
- Las **actividades humanas**: Es el factor de más reciente incorporación a la dinámica del litoral. Su importancia se relaciona con las capacidades de modificación de los otros factores en función de sus propias necesidades.

Tal como se presenta en la actualidad, el paisaje litoral, inicia su evolución hace unos 5 ó 6 mil años atrás, cuando el nivel del mar alcanza más o menos la posición en que se encuentra en hoy en día, luego de experimentar una rápida elevación producto de una acelerada fusión de los hielos continentales formados

durante la última glaciación. Luego de este proceso, las olas, mareas, corrientes litorales y el viento, han superpuesto sus acciones de erosión, transporte y sedimentación para modelar los litorales (Paskoff, 1994). En el caso de Chile central, bajo cuya denominación se encuentra la franja costera semiárida, se presentan dos factores condicionantes que le entregan la dinámica y conformación actual a este litoral: los cambios climáticos y la tectónica.

### **5.2.1. Cambios climáticos del cuaternario y niveles marinos.**

El clima es, el conjunto de las condiciones meteorológicas que caracterizan un lugar de la superficie terrestre. A nivel estadístico, se basa en el análisis de largos períodos de registros y comprende no sólo los valores medios, sino también las desviaciones de estas medias, las probabilidades asociadas a estas desviaciones y los valores extremos. Martín (1999), indica que el sistema climático está constituido por 3 subsistemas principales, la atmósfera, la hidrosfera y la litosfera. Del primero de ellos afirma que es un sistema no lineal, probablemente intransitivo (admite más de un tipo de clima o equilibrio físico permanente) y caótico, pero entendido como un orden sin periodicidad. En este sentido, si consideramos periodos del orden de varios miles de años, surgen evidencias geomorfológicas, sedimentológicas, paleontológicas y paleobotánicas que señalan que el clima ha cambiado muchas veces durante la historia geológica, siendo especialmente interesante el periodo cuaternario para comprender la historia y aspecto actual del paisaje geográfico. En este sentido, los puntos de vista en que se ubica el estudio y evolución del clima actual y durante el cuaternario convergen hacia el hombre y la ocupación del espacio, en el que intervienen los procesos geomorfológicos, hidrológicos, pedológicos y biológicos.

El conocimiento actual del sistema climático global ha permitido descubrir que la temperatura, uno de los elementos climáticos principales, ha tenido un comportamiento fluctuante durante la historia planetaria, alcanzando valores medios mayores y menores que los actuales. Las causas que explican estas fluctuaciones se relacionan con cualquier factor que pueda alterar la radiación recibida desde el sol o perdida en el espacio, o que altere la redistribución de energía dentro de la atmósfera y entre la atmósfera, tierra y océano. (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2003).

Existe un acuerdo consensuado en afirmar que las zonas costeras recibirán importantes impactos producto del cambio climático antropogénico, entre ellos el aumento de la frecuencia de los oleajes de tormenta, aumento de las temperaturas de las aguas oceánicas superficiales, con importantes consecuencias sobre el volumen y distribución de los recursos hidrobiológicos y aumento del nivel del mar.

Durante el periodo cuaternario, se experimentaron grandes cambios climáticos expresados en glaciaciones, periodos más fríos que la actualidad e interglaciaciones, periodos más cálidos que en la actualidad. Durante los periodos fríos, una parte importante del agua líquida del ciclo hidrológico planetario se congeló sobre los continentes y casquetes polares, provocando el descenso del nivel relativo del mar mundial, en un proceso conocido como glacioeustatismo. Por otra parte, los cambios del nivel del mar cuaternario, también son debidos a los cambios térmicos del océano, en un fenómeno conocido como termoeustatismo, pero de menor impacto. La Tabla N° 12 presenta una síntesis de los principales acontecimientos relacionados con los cambios de nivel del mar durante el periodo Cuaternario, relacionados con Chile.

Tabla N° 12: **Cronología del Cuaternario marino mundial y de Chile.**

<b>Años BP</b>	<b>Evento</b>
4.000	Se establecen condiciones climáticas más húmedas y frescas que favorecieron la estabilización de las dunas bajo una cobertura vegetal de tipo matorral. Una ligera regresión del mar descubre una terraza rocosa baja que no permite la reanudación de la actividad eólica.
6.000-5.000	Culmina la transgresión postglacial. El nivel del mar se estabiliza en su posición actual. El mar alcanza el pie del acantilado que limita la terraza litoral que fue labrada en el último interglacial, por lo que se pone fin a la acción eólica.
8.000-7.000	La velocidad de elevación del mar experimenta una desaceleración neta.
8.000	Desaparece el inlandsis escandinavo.
10.000-7.000	Instalación en el área de Los Vilos del Complejo cultural precerámico de Huentelauquén, que corresponde a una ocupación arcaica temprana. El nivel del mar se encontraba entre 30 y 10 m más bajo que su actual posición. En esta área se encuentra una alta frecuencia de machas en los restos de los campamentos que atestigua la existencia de playas donde hoy existe una costa rocosa (en la que se excluyen las machas). Los estranes arenosos y las condiciones climáticas de tendencia árida de tipo seco y cálido favorecieron la acción del viento, permitiendo la remoción de las arenas para formación de campos de dunas dentro de las cuales se emplazan los sitios arqueológicos.
11.000-10.000	Se produce un reavance glacial que provoca el descenso del mar en una decena de m.
15.000	Fusión de los inlandsis La transgresión Flandriana comienza cuando ocurre el calentamiento global que provoca el derretimiento de los glaciares. Al parecer la deglaciación fue rápida lo que provocó un rápido ascenso del nivel del mar, con montos de 1 a 3 cm por año, pero con descensos pasajeros.
18.000	Los glaciares locales e inlandsis lograron su máxima extensión, el nivel del mar se encontraba 100 a 120 m más abajo que su actual posición.
28.000-12.000	Última época pluvial que afectó a la costa de Chile central.
30.000	Transgresión interestadial, (estadio de Cachagua) el nivel del mar se acercó al nivel actual pero sin alcanzarlo.
80.000-10.000	Última glaciación.
125.000	Estadio isotópico 5e. Se labra la terraza sobre la cual se depositan las arenas de las dunas de Concón. Término de la transgresión que alcanzó una altura sobre los 6 m de la actual posición del mar. Existía en este momento una temperatura del aire y del mar superficial más altas y una menor superficie del casquete antártico. Se forma la terraza más baja de Caleta Coloso (Sur de Antofagasta, 23°45'S), que se encuentra a una altura de 6 m sobre el nivel actual del mar. Como el nivel eustático del mar estaba 6 m más alto que el actual, se deduce que el sollevamiento de la costa en Caleta Coloso ha sido nulo desde esa época.
140.000-120.000	Último interglacial (Herradura II, Sangamon de la terminología norteamericana, Eemiano de la europea).

Fuente: Recopilación del autor.

Paskoff, (1970, 1993) mediante estudios geomorfológicos, sedimentológicos y paleontológicos realizó importantes aportes al conocimiento del Cuaternario marino de Chile. Sus clásicos estudios en la bahía de Coquimbo, en la Cuarta Región de Chile (30°S), le permitieron identificar la sucesión de cambios del nivel del mar a través de las evidencias dejadas en la costa. Así identifica (Figura N° 11):

- Serena I y II: Pleistoceno antiguo.
- Herradura I: (Pleistoceno medio) atribuida a la transgresión ligada al estadio isotópico 9 (330.000 años BP), en este periodo se produjo un megatsunami que dejó grandes bloques sobre la plataforma, aunque también pudiera haber sido labrada durante la transgresión ligada al estadio isotópico 11 (400.000 años BP).
- Herradura II fue ocupada por la transgresión máxima de la última época interglacial (5e, 125.000 años), la presencia de material faunístico más antiguo en los depósitos que cubren la terraza hace pensar que haya sido labrada por la transgresión del estadio isotópico 7 (220.000 años BP) Si el fechamiento de esta terraza es correcto (último interglacial) la velocidad de sollevamiento del borde del continente ha sido lento en los alrededores de Coquimbo: 0,2 m por cada 1.000 años, esta escasa velocidad explica la reocupación recurrente de terrazas por transgresiones glaciales sucesivas. Así la transgresión ligada al subestadio isotópico 5e subió lo suficiente como para rebasar y reocupar cualquier terraza asociada a la transgresión anterior correspondiente al estadio isotópico 7.
- Nivel de la Vega: fue ocupada por la transgresión holocénica, pero se sospecha de que se trata de una reocupación. Es probable que este nivel haya sido labrado por una transgresión anterior que podría corresponder al interestadio isotópico 5a (80.000 años BP), durante el cual el mar se acercó al nivel actual sin alcanzarlo (nivel de Cachagua).
- Transgresión postglacial: ocupó una terraza que fue labrada en un episodio previo: el estadio de Cachagua.

La secuencia geocronológica definida para la bahía de Coquimbo es considerada como una secuencia de referencia para los estadios marinos del norte de Chile y que además ha sido correlacionada con otros sitios a lo largo de más de 1.000 km de línea de costa, sobre las bases de la posición relativa y altitud de las terrazas (Paskoff, 1995).

### **5.2.2. La tectónica.**

El conocimiento de la geodinámica del planeta debió esperar mucho tiempo para lograr, a través de la teoría de la tectónica de placas, entregar explicaciones coherentes a un sinnúmero de fenómenos y situaciones que no podían ser resueltas a través del conocimiento de hechos locales o puntuales. Esta teoría, de carácter unificador y que logró conectar coherentemente muchos hechos aparentemente inconexos de la dinámica planetaria, permite explicar las estructuras mayores de la Tierra como resultado del movimiento e interacción de un conjunto de placas litosféricas. Desde el punto de vista de la teoría general de sistemas, la tectónica obedece a un sistema dinámico estrechamente relacionado con la estructura interna y las características físicas de la Tierra.

Gran parte del territorio continental de Chile se encuentra localizado en el contacto convergente de la placa continental de Sudamérica con la placa oceánica de Nazca, situación que se presenta desde el extremo norte del país hasta la península de Taitao (46°20'S), lugar en el cual se produce el triple contacto entre las placas de Nazca, Sudamericana y Antártica (Punto Triple Taitao, PTT), que le entregan a esta parte del territorio una interesante y activa dinámica que comienza a estudiarse desde sólo hace algunos años.

En términos de la neotectónica, el litoral de Chile central se presenta de forma compartimentalizada, con sectores que han tenido un comportamiento tectónico diferenciado durante el Pliocuaternario y que se explica por las discontinuidades de la zona de subducción (Paskoff, 1996b). Ello significa, a modo de ejemplo, que las respuestas de la franja litoral luego de un evento telúrico mayor sean diferenciadas en la costa, es decir, existen zonas en las cuales se verifican movimientos positivos, mientras que en otras, ellos son negativos. Desde otro punto de vista, y considerando periodos de tiempo del orden de miles de años, la tendencia generalizada de la costa de Chile semiárido es al alzamiento tectónico.

Las implicancias geomorfológicas de un alzamiento de la costa por razones tectónicas, es la generación de plataformas o niveles aplanados elaborados por la acción erosiva del mar y elevados más allá del nivel marino actual. En la bahía de Coquimbo (29°53'S), han sido bien estudiados los efectos del lento alzamiento tectónico de la costa con los cambios glacioesustáticos del nivel del mar durante el Cuaternario (Paskoff, 1970, 1993).

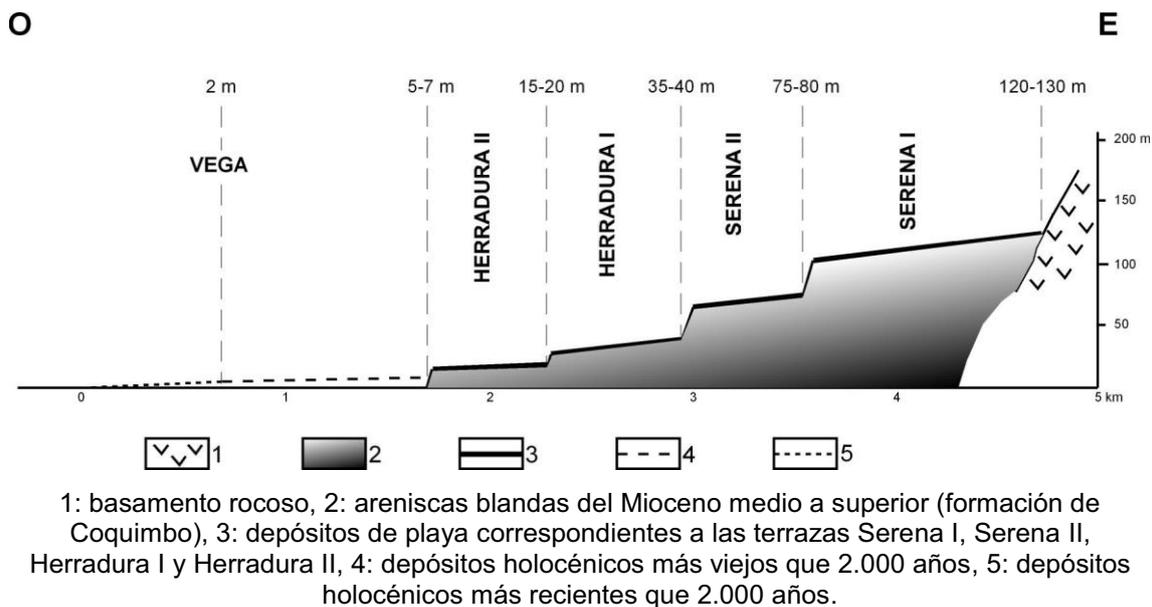
Las relaciones existentes entre ambos procesos: alzamiento tectónico lento y progresivo en el tiempo y los cambios del nivel del mar debido a razones glacioesustáticas genera una costa de terrazas escalonadas a diferentes altitudes e inclinadas en dirección al mar (Figura N° 12). Estas relaciones han sido bien estudiadas por Paskoff (1970, 1993) en la bahía de Coquimbo (Figura N° 11).

En los alrededores de la bahía de Coquimbo (29°53'S) se encuentran cinco terrazas escalonadas entre los 120-130 m y el nivel actual del mar. En los Altos de Talinay (30°S-31°S), a lo largo de 110 km de costa, se encuentran 4 terrazas desarrolladas entre una altitud máxima de 675 m y los 20-30 m. Entre la desembocadura de los ríos Choapa (31°30'S) y Aconcagua (32°55°S), se encuentran tres terrazas escalonadas entre 120-130 m y el nivel actual del mar.

Experiencias de datación de las terrazas litorales en Chile, realizadas por diferentes métodos aún no perfeccionados y que deben ser calibrados de acuerdo a la región donde ellos son aplicados, si bien entregan resultados dispares, puede aportar valiosos antecedentes de la geodinámica litoral si son contrastados con evidencias geomorfológicas, estratigráficas, sedimentológicas o paleontológicas.

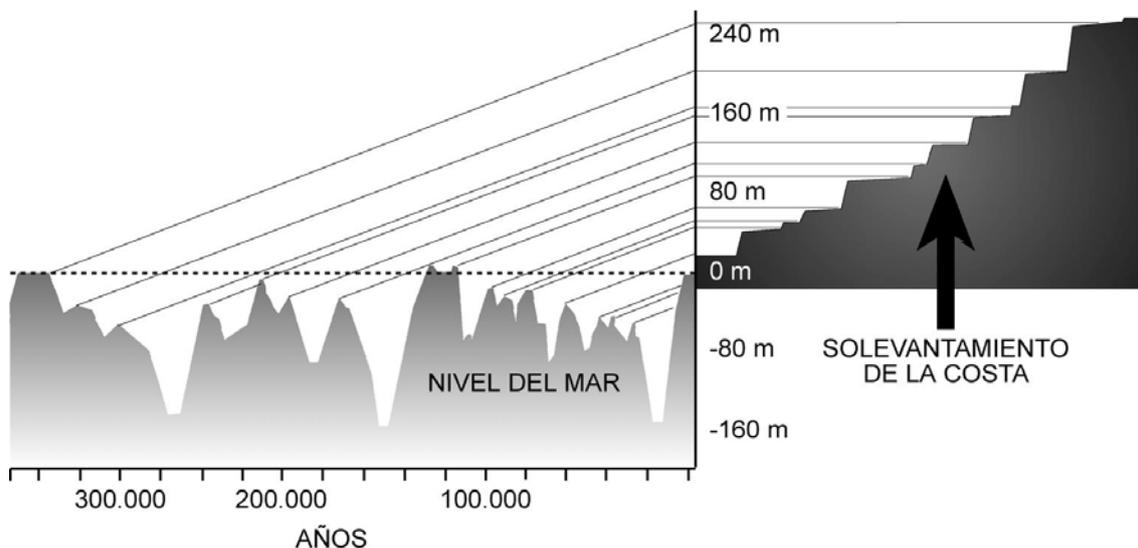
Siguiendo este razonamiento, Paskoff (1999), refiriéndose al fechamiento de la terraza Herradura II, ubicada a 15-20 m sobre el nivel marino actual, atribuida al último interglacial (interestadio isotópico 5e, 125.000 años BP), afirma que la velocidad de solevantamiento de la costa de los alrededores de la bahía de Coquimbo ha sido menor a 0,2 m por cada 1.000 años, velocidad muy lenta que ha permitido al mar una reocupación recurrente de las terrazas más bajas. Por el contrario, las dataciones realizadas sobre las terrazas más altas, Serena II y Serena I, no son totalmente confiables y deben ser consideradas como edades mínimas y tentativas.

Figura N° 11: Las terrazas marinas del Pliocuaternario en la bahía de Coquimbo.



Fuente: Paskoff, 1996a.

Figura N° 12: Relación existente entre los cambios glacioeustáticos del nivel del mar y la altura de terrazas emergidas en una costa que se levanta.



Fuente: Lajoie, 1986, en Paskoff, 1999.

Estudios similares realizados con los métodos Uranio/Torio (U/Th), la resonancia electromagnética (ESR) y la racemización de los aminoácidos, en las tres terrazas de caleta Coloso, al sur de la bahía de Antofagasta (23°45'S), labradas en areniscas y conglomerados del Cretácico, entregaron resultados inciertos en las dos más altas (70 y 30 m sobre el nivel actual del mar). La terraza más baja, localizada a los 6 m sobre el nivel marino actual consiguió resultados coherentes con esos métodos de datación, que indican una edad de 125.000 años BP (interestadio isotópico 5e). Como el nivel eustático del mar en esa época era de unos 6 m más alto

que el actual, se deduce lógicamente que el alzamiento tectónico de la costa en caleta Coloso ha sido nulo hasta ahora.

El establecimiento de dataciones para las terrazas marinas de la costa del centro y del norte del Chile tiene como objeto la elaboración de un marco cronoestratigráfico seguro para el Cuaternario marino de la región y con ello facilitar la correlación lateral de esas terrazas, permitiendo con ello conocer de mejor forma el comportamiento geodinámico del borde continental de Chile, en términos de la velocidad y amplitud de los movimientos verticales del pasado geológico reciente, siendo el factor relevante en la génesis de las terrazas las variaciones glacioeustáticas del nivel del mar. Por el contrario, los movimientos de solevantamiento tienen el efecto de separar las terrazas formadas durante cada época interglacial (Paskoff, 1999).

### **5.3. Unidades fisiográficas del litoral.**

La geomorfología litoral, es una disciplina que tiene como fin describir y explicar las formas topográficas que se encuentran en las costas. Desde un punto de vista aplicado, se interesa en la naturaleza de los litorales y en su manejo (Paskoff, 1994).

Las líneas costeras mundiales tienen poco menos de medio millón de kilómetros de largo y muestran una gran diversidad de paisajes que son resultado de las condiciones climáticas, los cambios del nivel del mar, las estructuras geológicas, los sedimentos disponibles y la naturaleza de las olas, corrientes y mareas. Esta gran variedad ha sido un elemento importante que ha permitido clasificar las costas sobre la base de numerosos criterios.

Gulliver, F.P. (1898), clasificó las formas iniciales del litoral como aquellas que no están relacionadas con las acciones propias del mar sino debidas a los movimientos relativos del continente y los océanos o bien a factores litológicos y tectónicos como el volcanismo, o climáticos, asociados a las glaciaciones, a los que llamó accidentales. Por el contrario, las formas consecuentes son el resultado directo de la acción marina a partir de formas iniciales.

Johnson, D.W. (1919), mediante un criterio genético, clasifica los litorales en costas de submersión (rías y fiordos), costas de emersión (playas de barrera), costas neutras y costas compuestas. Considera además que la clasificación está determinada por el movimiento principal cuando en un mismo lugar se identifican movimientos recientes de submersión y emersión.

Shepard, F.P. (1948), identifica dos tipos principales de costas: las costas primarias y las costas secundarias. Las primarias comprenden: formas debidas a la erosión continental y que son sumergidas posteriormente (rías y fiordos); formas debidas a la sedimentación continental (deltas y llanuras aluviales); formas debidas a la sedimentación glacial; formas debidas a la acción eólica (dunas), formas debidas a la acción de la vegetación (manglares) y formas ligadas a la actividad volcánica y al tectonismo. Las costas secundarias están clasificadas en costas formadas por la erosión del mar y las costas de sedimentación marina, incluyendo en estas a los arrecifes de coral.

Guilcher (1957), siguiendo el principio general de Gulliver, en el sentido de describir las formas consecuentes, es decir ligadas a la acción y presencia del mar,

agrupa las formas litorales en cuatro grupos: acantilados y plataformas rocosas; playas y dunas litorales; estuarios, marismas y deltas; y las edificaciones coralinas. En el primero de estos grupos predomina la erosión de las formas, en los otros tres la acumulación.

Clasificaciones más recientes de las costas apuntan a criterios funcionales. Inman y Nordstrom (1971), proponen una clasificación estructural de las costas sustentada en la teoría de la tectónica de placas y en la expansión del fondo oceánico. Otras clasificaciones consideran la dinámica de la costa en términos de los diferentes tipos de ataque del oleaje, o bien desde un punto de vista morfológico en términos de formas actuales evidencia de un desarrollo pasado.

Paskoff (1993), interesado en los procesos y en las fuerzas en acción de los litorales, que comienzan a actuar a partir del ascenso del nivel marino postglacial hace unos 5 ó 6 mil años BP, identifica formas de acumulación (playas y dunas), formas de erosión (costas rocosas y acantilados), formas elaboradas por organismos vivos (arrecifes coralinos) y formas marginales, asociadas a procesos no marinos que intervienen en su elaboración (lagunas, estuarios y deltas).

Las formas litorales son variadas y son el resultado de estrechas y complejas interacciones entre diversos elementos y agentes biofísicos, se identifican por tanto como unidades relevantes: plataformas rocosas, dunas, playas, acantilados, marismas, estuarios, deltas, y arrecifes coralinos. Para efectos de este trabajo de investigación realizado sobre la costa semiárida chilena, se considerarán las cuatro primeras.

### **5.3.1. Terrazas.**

Como ya ha sido expuesto, tanto el tectonismo, pero principalmente los cambios del nivel del mar, han sido los factores que han permitido la conformación actual de los litorales. Estos factores son especialmente interesantes en Chile, debido a que las evidencias geomorfológicas y estratigráficas indican la acción conjunta de las variaciones glacioeustáticas del nivel del mar y de los sollevamientos tectónicos del continente durante el Cuaternario. La acción combinada de estos procesos significaron niveles planiformes escalonados a diferentes altitudes y elaborados por la acción erosiva del mar. Paskoff, en comunicación verbal, indica que el ancho de la unidad diferencia una terraza de una planicie; pudiendo llegar estas últimas a extenderse varios kilómetros hacia el interior del continente.

Hace unos 18.000 años BP la glaciación planetaria tuvo su extensión máxima, por lo que el nivel medio del mar se encontraba unos 100 a 120 m más bajo que su posición actual. El posterior recalentamiento climático del planeta provocó la lenta fusión de los cuerpos de hielo causando un ascenso mundial del nivel del mar conocido como Transgresión Flandriana, estimado en 1 a 3 cm año, el que se estabiliza en su posición actual hace unos 5.000 a 6.000 años BP (Paskoff, 1994).

Chile se localiza en un contacto convergente de placas tectónicas que provoca una tendencia sostenida de alzamiento de la costa debido a la subducción de la placa oceánica bajo la continental. Sin embargo la ocurrencia de terremotos, fenómeno habitual en la historia geológica del país, ha motivado rápidas variaciones positivas o negativas de este comportamiento. A modo de ejemplo, el terremoto del día 3 de marzo de 1985 provocó un alzamiento de la corteza terrestre en el área de San

Antonio (33°40'S), V Región de Valparaíso, que fue medido en el orden de 33 cm (IGM, 1984-85). Las consecuencias asociadas al megaterremoto que afectó gran parte de la zona central del país el día 27 de febrero de 2010, aún son estudiadas en detalle. Observaciones directas realizadas en terreno muestran evidencias de un alzamiento, de la costa en algunas localidades situadas entre los 35°S y 36°S; Vargas et al. (2011), observaron alzamientos costeros de  $240 \pm 20$  cm en la costa de Arauco (37°30'S).

El efecto combinado de los sollevamientos y hundimientos tectónicos de los bordes continentales y las variaciones glacioeustáticas del nivel del mar, significaron evidencias de antiguas líneas de costa que limitan planicies situadas en distintas altitudes sobre los continentes. Guilcher (1957), se cuestionó si los desplazamientos de estas orillas, que dejaban entre ellas superficies aplanadas, se debían a movimientos tectónicos o a variaciones del nivel del mar, entregando variados ejemplos debidos a causas que él clasificó en eustáticas y tectónicas. Fairbridge (1960), al estudiar las terrazas costeras de Nueva Guinea, postuló que se explicaban por niveles del mar más altos que en la actualidad durante los interglaciales, parcialmente interrumpidos por el alzamiento tectónico de la costa.

Fletcher y Jones (1996), al estudiar depósitos a diferentes altitudes en Hawaii, indican que la elevación absoluta del nivel del mar y la cronología del nivel del mar postglacial se complica por la tectónica local y regional, deformación global, reología de la litosfera y del manto, factores oceanográficos y la distancia de las regiones englaciadas y áreas continentales.

De este modo las complejas interacciones sólo entre estos dos tipos de mecanismos contribuyen a las variaciones de largo plazo del nivel relativo del mar. Estas variaciones dan origen a las transgresiones, (la línea de costa avanza hacia el continente) y las regresiones del mar (la línea de costa avanza hacia el mar), favorecida por un ascenso la una y por un descenso la otra. (Paskoff, 1994), dando lugar a procesos alternados de erosión y de sedimentación.

### **5.3.1.1. Situación en Chile.**

Charles Darwin, en 1845, fue el primero en notar el interés científico del escalonamiento de las terrazas marinas que observó en la bahía de Coquimbo, indicando que su formación se debía a la erosión del mar en momentos de la detención del sollevamiento de la costa (Paskoff, 1995). Brügger (1929, 1950), para esta misma área, explica el origen de estas terrazas mediante sollevamientos y hundimientos tectónicos alternados del continente. Posteriores estudios indicaron que la génesis de estas terrazas debía explicarse debido a las variaciones glacioeustáticas del nivel del mar sobreimpuestas a un sollevamiento sostenido de la costa (Herm y Paskoff, 1967).

Fuenzalida (1951) realiza estudios de las terrazas marinas que encontró en la costa de la reión del Maule (35°-36°S). Núñez y Saelzer (1954), a partir de un análisis cartográfico y mediante la construcción de perfiles morfológicos, identificaron cuatro niveles de terrazas marinas en el tramo costero comprendido entre Valparaíso y Algarrobo (33°01'S-33°20'S), para el caso de uno de los perfiles se indican los siguientes valores: T I 80-100 m; T II, 200-210 m; T III, 340-380 m; T IV, 440 m.

En el área de la desembocadura del río Aconcagua (32°55'S), Caviedes (1967) encontró indicios de tres terrazas las que denominó superior, media e inferior, en las que reconoce acciones marinas, fluviales y tectónicas. Por otra parte Figueroa (1968), encuentra tres niveles de terrazas entre la bahía de Quintero y el río Aconcagua (32°45'S-32°55'S) en las altitudes de 100-140 m; 80-140 m y 20-0 m.

Estudios sedimentológicos, geomorfológicos, estratigráficos y paleontológicos realizados en la bahía de Coquimbo, permitieron reconocer la presencia de cinco niveles de terrazas marinas escalonadas a diferentes altitudes: Vega, 5-7 m; Herradura II, 15-20 m; Herradura I, 35-40 m; Serena II, 75-80 m y Serena I 120-130 m (Herm y Paskoff, 1967; Paskoff, 1970).

En caleta Coloso (23°45'S), en las cercanías de la ciudad de Antofagasta estudios estratigráficos indican la existencia de tres niveles de terrazas marinas escalonadas a 70, 30 y 6 m sobre el nivel del mar actual (Radtke, 1989, en Paskoff, 1999).

Investigaciones realizadas en los Altos de Talinay (30°30'S), demostraron la existencia de cuatro niveles de terrazas escalonadas con una importante componente tectónica: Talinay I, 350-400 m; Talinay II, 100-120 m; Talinay III, 30-50 m; Talinay IV, 20-30 m (Ota, Y.; Miyauchi, T.; Paskoff, R. y Koba, M., 1995).

Mediante el análisis de cartas topográficas, fotointerpretación, y control de terreno, se distinguieron tres niveles principales entre Concón y Quintay (32°55'S-33°15'S): Alto 320-360 m; Medio, 230-280 m y Bajo 20-90 m. (Castro y Brignardello, 1997).

Peña y Mardones (1999) indican la existencia de niveles aterrizados de origen marino en el tramo inferior de la cuenca del río Itata (36°30'S), sin embargo sólo reconocen en terreno un nivel a 50 m. Más al sur, Mardones (1999) reconoce siete niveles al oeste de la cordillera de Nahuelbuta (37°30'S), indica sin embargo, que es posible que algunos tengan un origen estructural debido a fallamientos de un mismo nivel, por otra parte, los niveles mejor conservados se encuentran a: 25-30 m; 50 m y 70-80 m que parecen ser los más jóvenes.

Araya-Vergara (comunicación verbal, 2000), indica para el área de San Antonio (33°40'S), al norte de la desembocadura del río Maipo, la presencia de 3 niveles antiguos de terrazas escalonadas: Terraza baja 30-50 m; dos niveles de Terraza media 100-120 m, y 120-150 m y la Terraza alta principal +/- 200 m.

Andrade et al. (2004), identifican para el área de la desembocadura del río Rapel a la localidad de Boyeruca (33°54'S-34°41'S) un nivel nítido situado alrededor de los 3-5 m.

Finalmente, en el área de Caldera-Bahía Inglesa (27°10'S), Quezada et al. (2007), identifican una serie de niveles marinos que se escalonan progresivamente entre los 3 y los 200 m.

Ha sido principalmente la costa de Chile centro norte la que ha concentrado los estudios de los niveles marinos escalonados. Las investigaciones morfológicas se han favorecido por las condiciones de aridez y semiaridez, que han posibilitado la morfoconservación de las unidades geomorfológicas, facilitando el estudio de las terrazas marinas. Desde otro punto de vista, es también en esta área en donde se han

efectuado dataciones absolutas empleando diferentes métodos. Paskoff (1999), realiza una evaluación de las edades obtenidas mediante los métodos del C14, la resonancia electromagnética, la racemización de los aminoácidos, U/Th y la termoluminiscencia para distintos niveles en el litoral de la costa centro y norte del país; concluye que los resultados aún son discutibles pues entregan diferentes edades para un mismo nivel, en este sentido, argumenta que los métodos morfoestratigráficos, los levantamientos de terreno y los análisis cartográficos aún permiten entregar datos sólidos para una correlación entre terrazas.

Los estudios de los niveles escalonados debidos a la acción del mar en la costa de Chile revela la importancia del tectonismo que ha elevado diferencialmente las terrazas, es por ello que son necesarias investigaciones que permitan conocer la correlación lateral entre los distintos niveles y con ello mejorar el conocimiento de la dinámica del borde costero de esta parte del país. La Tabla N° 13 muestra una síntesis de los estudios relacionados con el conocimiento de las planicies y terrazas litorales chilenas. Las Fotos N° 1 y N° 2, muestran ejemplos de las terrazas marinas que se localizan en la costa semiárida chilena.

Tabla N° 13: **Síntesis de estudios que identifican planicies y terrazas litorales de Chile.**

<b>Autor, año</b>	<b>Lugar</b>	<b>Niveles identificados (m)</b>
Darwin, Ch., 1845	Bahía de Coquimbo	
Brüggen, J., 1929; 1950	Bahía de Coquimbo	
Fuenzalida, H., 1951	Costa de la región del Maule	
Núñez, E. & Saelzer, E., 1954	Valparaíso-Algarrobo	80-100 200-210 340-380 440
Caviedes, C., 1967	Desembocadura río Aconcagua	Superior Medio Inferior
Figueroa, H., 1968	Bahía de Quintero - río Aconcagua	0-20 80-100 100-140
Herm, D. & Paskoff, R., 1967 Paskoff, R., 1970	Bahía de Coquimbo	5-7 15-20 35-40 75-80 120-130
Radtke, U., 1989	Caleta Coloso	6 30 70
Ota, Y.; Miyauchi, T.; Paskoff, R & Koba, M., 1995	Altos de Talinay	20-30 30-50

		100-120 350-400	
Castro, C. & Brignardello, L., 1997	Concón-Quintay	20-90 230-280 320-360	
Peña, F. & Mardones, M., 1999	Desembocadura río Itata	50	
Mardones, M., 1999	Oeste de la cordillera de Nahuelbuta	25-30 50 70-80	
Araya-Vergara, J., 2000	San Antonio	30-50 100-120, 120-150 200	
Andrade, B.; Condeza, A.; Elizalde, P. & Halaby, M., 2004	Desembocadura río Rapel a Boyeruca	3-5	
Quezada, J.; González, G.; Dunai, T.; Jensen, A. & Juez-Larré, J., 2007	Caldera-Bahía Inglesa	Caldera	B. Inglesa
		3±1	3±1
		25±5	10±5
		44±5	31±5
		67±7	40±5
		110±3	78±7
		162±10	115±3
			139±10
		El nivel aterrazado más alto se encuentra a 200 -230 m	

Fuente: Recopilación del autor.

Foto N° 1: **Costa rocosa baja al sur de Los Vilos.**  
Esta terraza comienza a tener un uso turístico ligado a ocupaciones humanas espontáneas.



Fuente: Autor.

Foto N° 2: **Planicie litoral, con antiguos escollos en las cercanías de Pichidangui.**

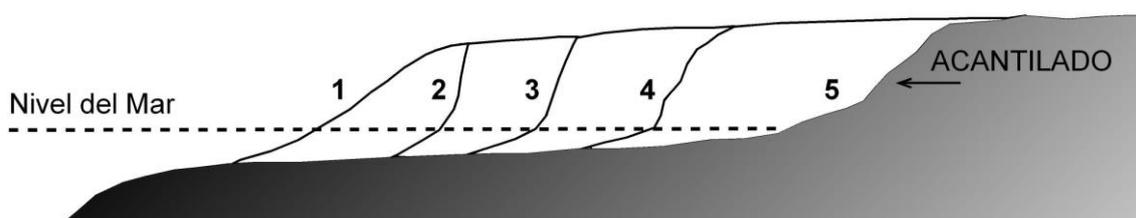


Fuente: Autor.

### 5.3.2. Acantilados.

Se presentan como abruptos o quiebres de pendiente formados por la acción del mar, en otras palabras, son formas de erosión elaborados por el oleaje allí donde no existen playas. Constituyen un tipo especial de ladera que retrocede paralelamente a si misma, dejando delante de él una plataforma rocosa suavemente inclinada hacia el mar (Figura N° 13).

Figura N° 13: Retroceso de un acantilado por erosión del mar en su pie y formación de una plataforma rocosa.



Fuente: Autor.

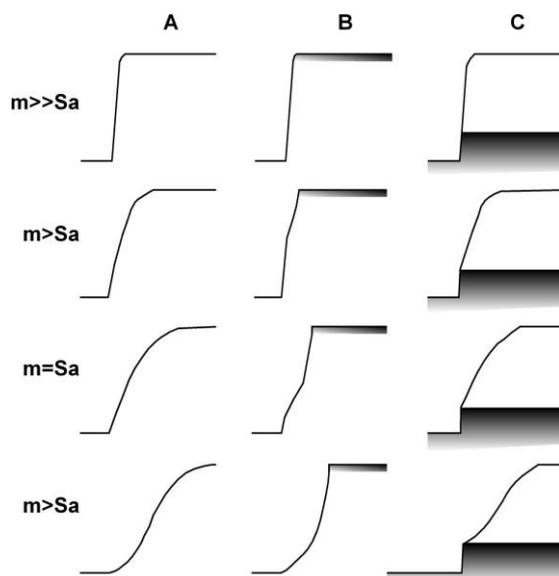
Estos escarpes costeros se encuentran en todas las latitudes y representan alrededor del 80% de las líneas de costa del mundo. Están particularmente bien desarrollados en las costas del Pacífico, asociados a la subducción de las placas litosféricas.

La altura de los acantilados es muy variable, se los clasifica en microacantilados cuando tienen un desnivel de orden decimétrico, alto-acantilados cuando tienen entre 100 y 500 metros, y mega-acantilados cuando tienen alturas superiores, como en el caso del desierto chileno entre las ciudades de Arica (18°28'S) e Iquique (20°13'S), forma de relieve mayor que logra elevarse hasta 1.000 metros en algunos sectores (Paskoff, 1996a). Paskoff (1981) clasifica los acantilados en:

- Vivo, cuando su pie se encuentra atacado por las olas, aún cuando esto ocurra durante las mareas altas.
- Estabilizado, cuando es tocado por el mar sólo en las épocas de tempestad, dejando algunos escombros a su pie.
- Muerto, cuando se encuentra alejado de la acción del mar y comienza a evolucionar como una ladera continental, perdiendo su perfil abrupto original.

El estudio geomorfológico de los acantilados debe considerar tres parámetros básicos: altura, perfil y velocidad de retroceso, que obedecen a determinadas condiciones topográficas, estructurales y morfogenéticas. La altura del acantilado depende del volumen del relieve atacado por el oleaje; la morfología y la naturaleza de las rocas, las que también favorecen o limitan la velocidad de retroceso (Figura N° 14). El acantilado aparece cuando el mar ataca un volumen de material rocoso: una vertiente continental creada por erosión subaérea, actividad eruptiva o por movimientos tectónicos.

Figura N° 14: **Diferentes perfiles de acantilados.**

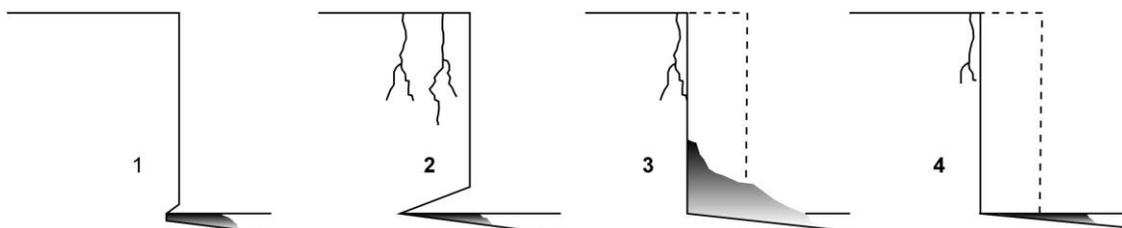


A: roca homogénea. B: roca resistente suprayacente. C: roca resistente subyacente  
 m: acciones marinas. Sa: acciones subaéreas

Fuente: Paskoff, 1994.

En la evolución de los acantilados participan tanto procesos marinos como subaéreos. En los primeros la acción mecánica de las olas es lo importante: un ataque basal y generación de una muesca al pie, profundización y colapso del prisma rocoso, el resultado es el retroceso del acantilado (Figura N° 15).

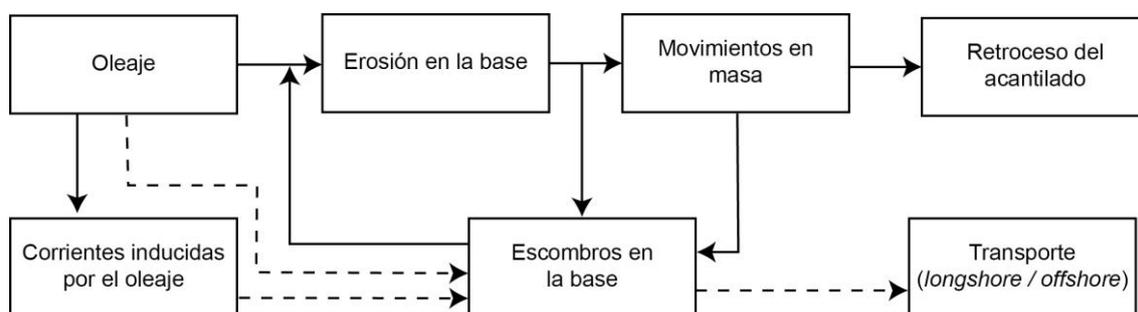
Figura N° 15: **Etapas del retroceso de un acantilado por la acción mecánica del oleaje en su base.**



Fuente: Paskoff, 1994.

Si los procesos marinos se manifiestan en la base del acantilado, los procesos subaéreos, con los cuales mantienen estrechas relaciones y actúan simultáneamente, se presentan en la cara expuesta y en la cima del acantilado, desde los cuales se produce el aporte de materiales debido a la meteorización o por movimientos en masa (deslizamientos, desprendimientos), fenómenos que también contribuyen a su retroceso (Cooke y Doornkamp, 1990). Por lo tanto, el sistema de retroceso de un acantilado debido a estos dos procesos puede ser comprendido si se observa de forma integrada la Figura N° 16.

Figura N° 16: Sistema de retroceso de un acantilado.



Fuente: Sunamura, 1983, en Cooke y Doornkamp, 1990.

### 5.3.2.1. Situación en Chile.

Si bien los acantilados son formas más habituales en la costa chilena que las costas arenosas, no han sido objeto de estudios sistemáticos, aún cuando, en razón de lo privilegiado de su posición y la visión que es posible obtener desde su cima, la población los prefiere para habitar. Dada sus dimensiones, largo y alto, el gran acantilado del desierto costero del norte de Chile es el que ha llamado más la atención, se extiende sobre más de 800 km de largo, entre Arica (18°28'S) y Taltal (25°26'S) y tiene una altura media de 700 m. Su existencia se relaciona directamente con el contacto entre las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana.

Sobre el origen de esta estructura a escala mayor del planeta, Brügger (1950) postula que corresponde a un gran escarpe de falla joven y poco erosionado. Mortimer y Saric (1972, 1976, en Paskoff, 1978-79), afirman que corresponde a un escarpe costero elaborado por la acción mecánica del oleaje durante el Plioceno. Por otra parte, Paskoff (1978-79), exponiendo argumentos que se oponen a las hipótesis anteriores, afirma que este gran acantilado, conocido como el "Farellón Costero", tiene su origen en escarpes tectónicos de gran rechazo vertical, que habrían retrocedido por la erosión del mar.

Los acantilados de la costa de Chile central tienen 10 m de altura en promedio. En su mayor parte muertos, su pie se encuentra a unos 4 ó 5 m de altura sobre el nivel del mar. Fueron acantilados vivos hace 5 ó 6 mil años atrás, a fines de la última transgresión postglacial. (Paskoff y Manríquez, 1997).

Por otra parte, algunos tramos de la costa de Chile central presentan interesantes acantilados vivos como en la bahía El Negro (Foto N° 3, 31°58'S); al sur de Maitencillo (32°38'S), elaborados en areniscas terciarias de la formación Horcón (Mioceno superior) que retroceden por socavamiento basal bajo el efecto de las olas y desmoronamiento posterior; al sur de Horcón (Foto N° 4, 32°42'S); o entre Quintero (32°46'S) y Ritoque (32°49'S) que son erosionados en rocas graníticas y que evolucionan principalmente por remoción de bloques.

Araya-Vergara (1983), destaca la importancia de la estructura en la morfología de los acantilados, en este sentido, y señalando el caso de Chile central, indica que la irregularidad del trazado de la línea de costa se debe a la discordancia existente entre las rocas metamórficas resistentes del zócalo y las areniscas poco resistentes suprayacentes de la formación Navidad.

Foto N° 3: **Costa de acantilados vivos en bahía El Negro.**

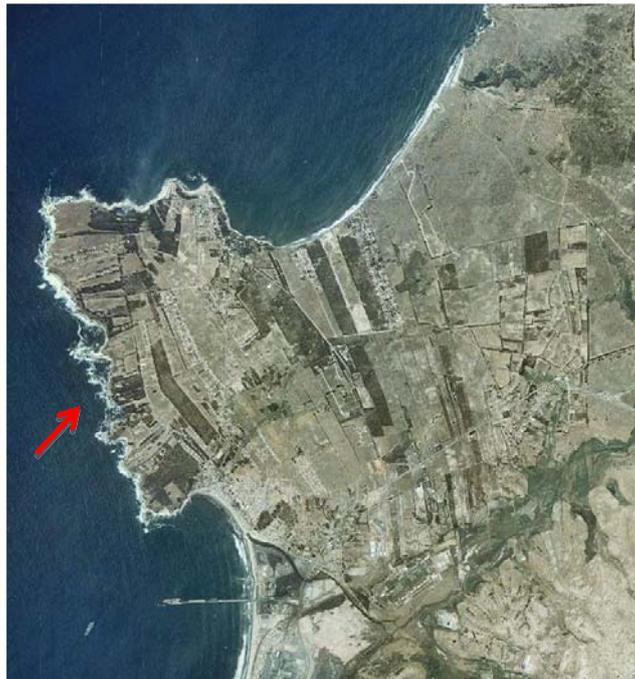
El mar erosiona la base del acantilado favorecido por las fracturas en las rocas plutónicas paleozoicas.



Fuente: Autor

Foto N° 4: **Costa rocosa y acantilados vivos al sur de caleta Horcón.**

El oleaje actúa sobre las rocas provocando el retroceso irregular de la línea de costa.



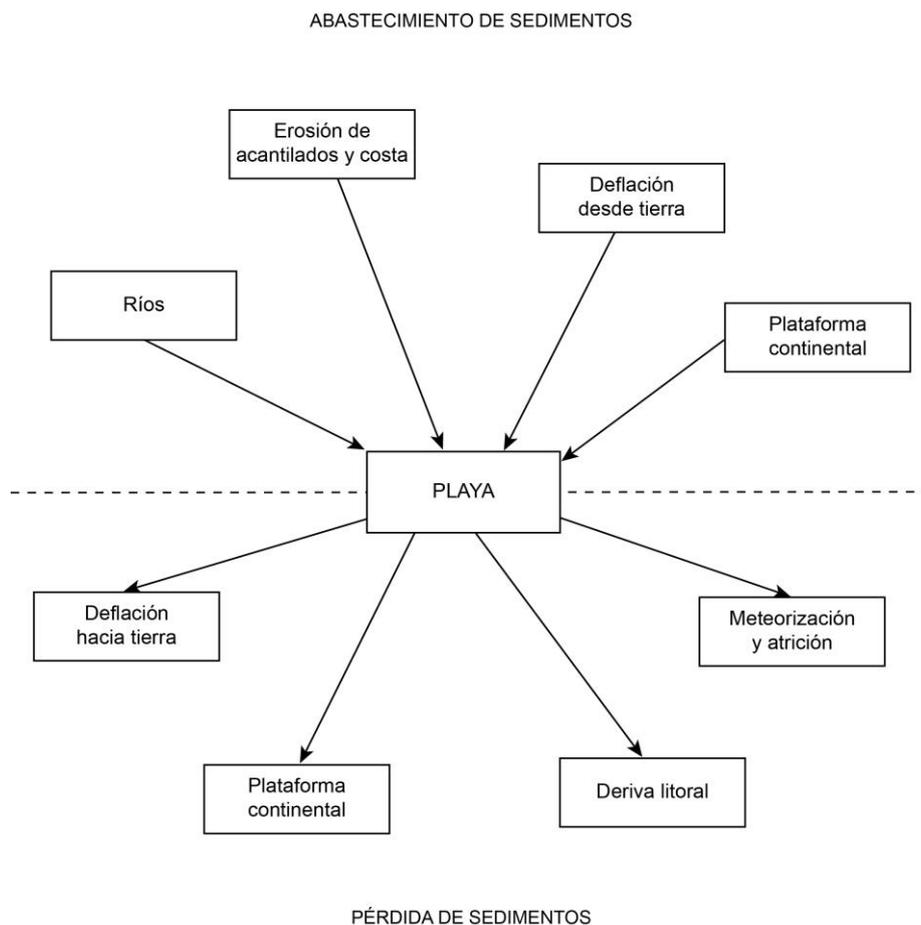
Fuente: CONAF-CONAMA-BIRF, 1999

Andrade et al. (2004), estudian la morfología y los procesos actuales de los acantilados del litoral entre la desembocadura del río Rapel y Boyeruca, concluyendo que su fisonomía, perfil y evolución se debe a las condiciones estructurales y la intensidad de los procesos subaéreos: erosión lineal, remociones en masa y alveolización.

### 5.3.3. Playas.

Las playas son lugares de la costa en donde las olas y la corriente litoral acumulan arena y/o rodados (Foto N° 5). En invierno, en las épocas de fuerte oleaje, las playas adelgazan; en verano, recuperan los materiales perdidos. Esta relación: sedimentos que llegan a la playa versus sedimentos que se van, se conoce como balance sedimentario (Figura N° 17).

Figura N° 17: **Balance sedimentario de una playa.**  
Fuentes de abastecimiento de sedimentos y formas en las cuales se pierden desde ella.



Fuente: Paskoff, 1997, modificado.

Las arenas son rocas sedimentarias que han sido desgastadas, transportadas y posteriormente acumuladas; el tamaño de las arenas es un aspecto que favorece o dificulta este proceso.

Desde el punto de vista de la morfología, un perfil transversal de una playa ideal muestra que es esencialmente cóncava, su pendiente topográfica es función del tamaño de los sedimentos y de las características de las olas (Paskoff, 1994). En la playa, el viento cumple el papel de transportar las arenas tierra adentro, ya sea por

mecanismos de saltación, reptación o flotación, ayudando con ello a la formación de dunas.

Foto N° 5: **Playa de Pichidangui, localizada en el fondo de la bahía**  
Amplio desarrollo del turismo balneario estival.



Fuente: Autor.

La alta playa es una zona donde se acumulan los sedimentos durante las olas de tempestad. La baja playa se cubre y descubre de agua con la marea. Está separada de la anterior por una línea de inflexión que marca una disminución brusca de la pendiente y de la granulometría de los sedimentos. La anteplaya, siempre sumergida, puede presentarse accidentada por acumulaciones sedimentarias como barras arenosas o crestas, que tienen una dinámica e interacción con el oleaje, modificando su comportamiento.

Este perfil idealizado se adapta a las condiciones hidrodinámicas cambiantes. Las olas de tempestad, en la época de mal tiempo provocan la erosión de la playa, por el contrario, en las épocas de buen tiempo, se ve favorecida la acumulación de los sedimentos. Si se considera un periodo de tiempo más largo, es posible conocer la tendencia evolutiva de la playa, en términos de una estabilización, progradación o retrogradación. Con ocasión de la realización de un congreso de la Unión Internacional de Geografía, desarrollado en Canadá en 1972, se formó un grupo de trabajo, posteriormente transformado en comisión, encargado de estudiar el comportamiento morfosedimentario de los litorales muebles de arena y rodados a nivel mundial (Paskoff, 1996a). Los resultados mostraron que un 70% de las playas se encuentran

en curso de erosión, un 20% se encuentran estabilizados y sólo un 10% en curso de progradación (Bird, 1985).

### **5.3.3.1. Situación en Chile.**

A pesar de que las tendencias mundiales son pesimistas en cuanto al balance sedimentario de las playas, la situación en Chile central pareciera no ser de este modo: el contacto convergente de la placa tectónica de Nazca bajo la placa Sudamericana provoca una tendencia sostenida al solevantamiento. Desde otro punto de vista, la existencia de una alta cordillera y ríos que descienden rápidamente desde ella, aportan grandes cantidades de sedimentos a la costa, hecho que explica la existencia de numerosos campos dunarios en la cercanía de ríos importantes. Sin embargo, debe considerarse que cada cierto tiempo, fuertes terremotos pueden cambiar drásticamente la fisonomía del litoral, pues pueden experimentarse solevantamientos o hundimientos de órdenes decimétricos luego del movimiento sísmico.

Uno de los principales factores que explica en Chile la presencia de las arenas en las playas es la deriva litoral, una lenta corriente de agua paralela a la línea de costa, que se forma porque las olas llegan oblicuas respecto de la orientación de la línea de costa (Castro, 1984-85). Los promontorios rocosos obstaculizan esta deriva litoral y con ello el tránsito de los sedimentos, determinando áreas de fuerte sedimentación (Fuenzalida, 1956).

Las playas de Chile central, por lo tanto, se encuentran bien alimentadas, especialmente en arena, situación que se debe a condiciones geográficas que permiten un abundante abastecimiento en materiales detríticos: fuerte erosión continental por razones orográficas y climáticas, extensos afloramientos de rocas graníticas alteradas fácilmente erodables y cenizas volcánicas; abundante carga aluvial que logra llegar a la costa, acarreada por la deriva litoral y depositadas en lugares abrigados (Paskoff y Manríquez, 1997).

En Chile, son escasas las investigaciones que enfrentan el estudio de la dinámica y geomorfología actual de las playas.

Pomar (1962), interesado en la determinación de los cambios morfológicos en el litoral y aprovechando las descripciones de la costa realizados por marinos, y estudios realizados con ocasión de la construcción de obras civiles, identifica fenómenos de progradación en las playas de Viña del Mar (33°S); San Antonio (33°40'S, que tuvo un avance de 600 metros debido a la construcción del puerto, cuyo molo de abrigo significó detener los sedimentos transportados por la deriva litoral); la Trinchera (35°05'S), La Isla (35°S), Junquillar-Quivolgo (35°15'S), Coronel (37°02'S), playas orientales de la isla Santa María (37°01'S); playas existentes entre la desembocadura de los ríos Imperial y Toltén (38°45'S-39°15'S) y Carelmapu (41°45'S).

Por otra parte, Pomar también logró identificar lugares en que la sedimentación logró unir islotes rocosos a tierra firme, embancamiento de bahías y caletas, y avance de dunas.

Paskoff (1970), divide el litoral del Chile semiárido en tres sectores: Desde bahía Teniente (30°59'S) a bahía Chigualoco (31°46'S); desde bahía Chigualoco a Cachagua (32°34'S) y desde Cachagua a la desembocadura del río Aconcagua

(32°55'S). Estudia algunas características de la dinámica actual y formas activas entre las que se encuentran las playas.

Araya-Vergara (1979), reconoce los efectos erosivos de las bravezas ocurridas en el año 1968 sobre algunas playas entre Concón (32°55'S) y Santo Domingo (33°42'S), aprovechando la existencia de registros de perfiles de playas anteriores y descripciones de fenómenos similares ocurridos en 1928 y 1937.

Del Canto y Paskoff (1983), estudian las características y la evolución geomorfológica de las playas de Algarrobo (33°21'S), La Chépica (33°28'S), Tralca (33°25'S), Cartagena (33°31'S) y Lolloe (33°41'S), a través de fotografías aéreas, cartas topográficas y trabajos de terreno mediante la elaboración de perfiles transversales.

Novoa (1991), mediante fotointerpretación y utilizando cartas topográficas, para un periodo comprendido entre 1954 y 1978, determina una zona de progradación de la línea de costa al norte del río Elqui en las cercanías de la ciudad de La Serena (29°54'S), por el contrario, encuentra una tendencia a la erosión al sur del mismo río.

#### **5.3.4. Dunas.**

Corresponden a acumulaciones de sedimentos debidos a la acción del viento, su formación está ligada a las relaciones entre la competencia del viento como agente de transporte; el balance sedimentario de las playas, desde donde principalmente el viento toma el material para su formación; y la vegetación, que contribuye a la fijación de las dunas.

Las ganancias y pérdidas de arena en una playa se deben a las interacciones, con distintas importancias, entre los aportes de la deriva litoral, la erosión de acantilados y costas rocosas, el viento, los aportes desde la plataforma litoral y el aporte sedimentario de los ríos, que son los más sustanciales; en este sentido los volúmenes de arena variarán de acuerdo a las características climáticas que entregan torrencialidades diferentes a los escurrimientos. Por otro lado, el desplazamiento de las arenas es condicionado por la velocidad del viento, los contenidos de humedad y la granulometría de las arenas. La vegetación es un elemento importante que ayuda a la estabilización de las dunas, las que representan un obstáculo para la acumulación de las arenas y la formación de dunas.

Cuando existe un aporte sedimentario abundante y constante, un viento con la suficiente competencia para movilizar las arenas y el espacio topográfico disponible, se forman grandes acumulaciones de dunas del tipo erg. Guilcher (1957), indica dos procesos relacionados con la evolución de las dunas: el retroceso conjunto de la orilla, debido a la erosión por efectos del oleaje y la progresión de las dunas hacia el interior. Referido a este aspecto, indica que las dunas a menudo sepultan relieves preexistentes, o bien muchas dunas litorales son dunas fósiles, debido a que han quedado separadas de su fuente de alimentación (Guilcher, 1957). En este sentido, Paskoff (1993), establece que es posible distinguir en un mismo sector diferentes generaciones de dunas, diferentes en cuanto a la posición respecto de la línea de costa, movilidad, color de las arenas y edad, reconoce en este sentido dunas actuales, holocénicas y antiguas (pleistocénicas).

#### **5.3.4.1. Situación en Chile**

Castro (1984-85), realiza una síntesis de los conocimientos existentes sobre las dunas litorales en Chile hasta ese momento. Al respecto indica que los principales campos de dunas se extienden entre los 29°S y los 42°S, cubriendo una superficie de 131.000 ha (IREN, 1966). Respecto al origen se indica que los campos de dunas son una respuesta a las variaciones del nivel del mar durante el Cuaternario (Fuenzalida, 1956; Castro, 1984-85; Paskoff, 1970). La misma autora destaca la ausencia de estudios relacionados con la historia de la instalación, las condiciones que favorecen su formación y las características morfológicas y sedimentológicas de las dunas (Castro, 1984-85).

Los estudios actuales de las dunas en Chile se han centrado principalmente en cuatro aspectos principales. En primer lugar aquel referido a los procesos erosivos (Castro, 1987; Vicuña, 1987; Castro y Andrade, 1989; Castro y Vicuña, 1990; Castro y Pozo, 1995); en segundo término aquellos relacionados con actividades de manejo y ordenamiento del territorio (Andrade y Castro, 1987; Andrade y Castro, 1989; Andrade y Castro, 1990; Andrade y Urrutia, 1991; Andrade y Manríquez, 1994; Andrade y Salazar, 1995; Andrade y Hidalgo, 1996; Andrade y Hidalgo, 1997; Araya-Vergara, 1997; Castro y Brignardello, 1997; Castro y Villagrán, 1997; Paskoff y Manríquez, 1997; Castro et al., 1999); en tercer lugar aquellos relacionados con sus características vegetacionales (Ramírez et al., 1985; Ramírez, 1992; Caldichoury, 1990; Tavares, 1996; Caldichoury, 2000) y por último en aspectos relacionados a la morfología y sedimentología de dunas (Börgel, 1963; Paskoff, 1970; Castro, 1984-85; Araya-Vergara, 1989; Paskoff, 1993; Tavares, 1995; Tavares, 1996; Araya-Vergara, 1997; Paskoff et al., 1998; Paskoff et al., 2000; Paskoff et al., 2002).

Es importante considerar que principalmente en aquellos casos en que los estudios se relacionan con las características morfológicas y sedimentológicas de las dunas, ellas son consideradas como objeto de investigación; en el resto de los estudios las dunas son consideradas como lugar de desarrollo de un proceso erosivo que origina formas particulares, como un elemento más dentro del proceso de ordenamiento del territorio, o bien cómo hábitat para el desarrollo de una asociación vegetal particular. Aspectos que no son considerados en este trabajo de tesis.

Börgel (1963) realiza una recopilación de los antecedentes existentes sobre las dunas en Chile. Al mismo tiempo esboza un marco conceptual referido al origen, desarrollo y tipologías de estas dunas. Por otra parte realiza indicaciones respecto de su dinámica, morfología y sedimentología, estudiando algunos casos entre la quebrada Teniente (30°59'S) y Los Vilos (31°54'S), incorporando lo que denomina métodos de contención a efectos de controlar el avance de las dunas en estos sectores.

Paskoff, (1970, 1993) dedica en su texto un apartado al estudio de las acumulaciones dunarias, respecto las condiciones que favorecen su existencia, formas y características sedimentológicas, estudiando las acumulaciones dunarias del litoral chileno entre los 31°S y 33°S. Por otro lado relaciona la existencia de dunas con las terrazas marinas en el sentido de la existencia de un espacio relativamente plano para su instalación y el enmascaramiento de estas terrazas que significa esa acumulación. Desde otro punto de vista considera observaciones estratigráficas a efectos de construir la evolución cuaternaria del litoral. En este sentido, demuestra que la sucesión de cambios climáticos, expresados en periodos de desecamiento del clima seguidos de periodos pluviales favorecieron el desarrollo de dunas y de procesos

pedogenéticos, como pudo observar en algunos cortes en donde observa paleosuelos interstratificados entre distintas generaciones de dunas.

Castro (1984-85), estudia las condiciones naturales que favorecen la formación de dunas en Chile, al respecto, señala la importancia del abastecimiento de arenas; el clima y vientos; y la orientación y topografía de la franja costera. Por otro lado describe las formas dunarias, que dependen de la combinación particular de las condiciones anteriores. La misma autora señala la existencia de generaciones de dunas que ocupan posiciones distintas respecto de la línea de costa: duna bordera, en contacto con la alta playa, dunas libres, que se desplazan libremente si la topografía lo permite; dunas longitudinales de edad holocena, estabilizadas naturalmente por la vegetación ocupando terrazas marinas; y dunas en lomajes suavemente ondulados de edad pleistocénica, ocupando las planicies litorales más altas.

Araya-Vergara (1989), estudia los ergs litorales de El Convento Norte (33°53'S), El Yali (33°50'S) y Convento Centro (33°53'S), estableciendo la existencia de tres principales generaciones de dunas: antiguas, medias y modernas, para cada caso estudia la naturaleza del sedimento, la intensidad y profundidad de la meteorización, el desarrollo de suelo, características palimpsésticas y aspectos vegetacionales. Concluye que las dunas antiguas y medias fueron formadas como dunas deflacionales secundarias en periodos de escaso abastecimiento de arena, en cambio las dunas modernas muestran una alimentación mayor que las anteriores.

Tavares (1995, 1996), realiza investigaciones en la duna bordera artificial del litoral de la costa de Arauco entre Lebu (37°36'S) y Tirúa (38°20'S), estableciendo relaciones entre la conservación de la duna, determinada por criterios de morfología y cobertura vegetal y su alimentación. Al respecto, señala que en aquellos sectores en que la duna bordera se encuentra conservada y parcialmente deteriorada la playa tiende a ser erosiva, en cambio en aquellas áreas en que la duna está fuertemente deteriorada o es inexistente la playa tiende a ser acrecional. Desde otro punto de vista, se establece que la duna artificial no se adapta eficazmente a las interacciones estacionales naturales playa-duna bordera, debido a la rigidez de esta última, que termina por erosionarse en acantilado (Tavares, 1996; Castro, 1987).

Paskoff et al. (1998, 2000, 2002), realizan investigaciones geomorfológicas y sedimentológicas en las dunas de Iquique (El Dragón, 20°13'S), Santo Domingo (33°42'S) y Concón (32°55'S). Establecen las relaciones genéticas de las dunas a partir del análisis petrográfico, granulométrico y morfoscópico de las arenas de las dunas y playas vecinas, y de las relaciones geomorfológicas con acantilados y terrazas cercanas. Para el caso de las dunas de Iquique y Concón, su génesis se relaciona con un nivel del mar 100 a 120 más bajo que el actual, probablemente durante la última glaciación, que permitió la existencia de amplios espacios desde los cuales se produjo la aspersion de arenas que conforman hoy día estas dunas. La secuencia de cordones dunarios en Santo Domingo, tienen un origen que puede explicarse por alzamientos verticales bruscos de la costa y por pulsos sedimentarios voluminosos asociados probablemente a erupciones del volcán Tinguiririca (34°48'S, 70°21'O), que llegaron a la costa por el río Rapel (33°54'S).

Las dunas actuales presentan relaciones estrechas con las características dinámicas de la costa (oleaje, deriva litoral, bravezas) que contribuyen a una evolución en conjunto con las playas delante de ellas. Las dunas antiguas del Holoceno y del Pleistoceno, ocupan hoy en día posiciones alejadas de la línea de costa (Foto N° 6), ocupando los espacios planos de las terrazas litorales a diferentes

altitudes, en ellas se han desarrollado procesos de pedogénesis que han facilitado la colonización de la vegetación y con ello contribuido a su estabilización ejemplo de este hecho se encuentran en las dunas antiguas de Ritoque (32°49'S), Concón (32°55'S), La Chépica (33°28'S) y Santo Domingo (33°42'S).

Foto N° 6: **Duna reactivada al sur de Los Vilos.**  
Evidencia de fenómenos de reactivación de dunas naturalmente estabilizadas.



Fuente: Autor.

Por otro lado, existen algunas dunas antiguas que si bien muestran movilidad actual expresada en desplazamientos de las arenas, no presentan alimentación actual por lo que son denominadas dunas fósiles como el caso de la duna El Dragón en Iquique (20°13'S) y la duna colgada de Concón (32°55'S) inmediatamente al sur de la desembocadura del río Aconcagua (Foto N° 7).

Foto N° 7: **Campo de dunas colgadas de Concón.**

Se aprecia en primer plano las dunas vivas holocénicas que se superponen sobre las dunas estabilizadas del Pleistoceno y que experimentan un uso urbano en constante expansión



Fuente: Sergio Elórtegui, 1997.

La Tabla N° 14 presenta una síntesis de los estudios geomorfológicos realizados sobre dunas litorales en Chile.

Tabla N° 14: **Síntesis de los estudios geomorfológicos sobre dunas litorales en Chile.**

Autor, Año	Lugar	Observaciones
Fuenzalida, H., 1956		Los campos de dunas son respuestas a las variaciones del nivel del mar durante el cuaternario
Börgel, R., 1963	Los Vilos – quebrada Teniente	Recopilación de antecedentes existentes
Iren, 1966	29°S-42°S	Inventario de los campos de dunas en Chile
Paskoff, R., 1970; 1993	Litoral 31°S a 33°S	Condiciones que favorecen existencia, formas y características sedimentológicas de las dunas y la relación con cambios climáticos.
Castro, C., 1984-85		Señala la importancia del clima, el abastecimiento de arena, la orientación y la topografía del borde costero, y las distintas generaciones y morfologías dunarias.

Araya-Vergara, J., 1989	El Convento – El Yali	Apunta a las relaciones entre el abastecimiento de arena y las generaciones de dunas, estudiando además la naturaleza del sedimento, meteorización, desarrollo de suelo y vegetación.
Tavares, C., 1995; 1996	Costa de Arauco	Estudia las relaciones entre la morfología y la cobertura vegetal de las dunas y su alimentación.
Paskoff, R.; Cuitiño, L. & Petiot, R., 1998 Paskoff, R.; Manríquez, H.; Cuitiño, L. & Petiot, R., 2000; 2002 Araya-Vergara, J., 2001 Castro, C., 2004a	Iquique, Copiapó, Santo Domingo, Concón	Investigaciones geomorfológicas, sedimentológicas y genéticas.
Castro, C., 2003; 2004b	Dunas del litoral central	Indicadores de vulnerabilidad en base a parámetros físicos.
Paskoff, R.; Manríquez, H. 2004	Dunas litorales entre Iquique y Arauco	Síntesis del conocimiento existente sobre las dunas litorales chilenas
Marchant, C., 2004	Dunas de Conchalí	Estudio de sedimentología y ensayo de una metodología para determinar la sensibilidad ambiental.
Ramírez, C., 2005	Dunas de Pichidangui	Estudio de geomorfología dunaria y usos y funciones.
Castro, C. & Bignardello, L., 2005	Sector Los Choros, comuna de La Higuera, IV Región	Geomorfología aplicada y gestión de dunas y playas
Peña-Cortés, F.; Allio, C.; Gutiérrez, P.; Escalona-Ulloa, M.; Rebolledo, G.; Pincheira-Ulbrich, J.; Rozas, D. & Hauenstein, E., 2008	Dunas costa de la región de la Araucanía	Estudio de dinámicas geomorfológicas mediante cartografía, fotos aéreas y terreno
Castro, C.; Zúñiga, A. & Pattillo, C., 2012	Dunas de Atacama III Región	Estudio de las formas de los campos dunarios y reconocimiento de impactos antrópicos.

Fuente: Recopilación del autor.

Cinco campos dunarios actuales se localizan en la costa semiárida chilena estudiada. De norte a sur se encuentran los campos de dunas de la bahía Conchalí, Pichidangui, Longotoma, Ritoque y Concón. El campo de dunas de Loncura (32°45'S), en el fondo de la bahía de Quintero, se encuentra casi en su totalidad cubierto por el complejo industrial Ventanas, por lo que no es estudiado en esta investigación.

a. Las dunas de la bahía Conchalí.

Corresponde al campo de dunas localizado en el extremo norte del área de estudio, en el fondo de la bahía Conchalí (31°53'S), inmediatamente al norte del estero del mismo nombre. En la conformación de este campo de dunas es de primera

importancia la existencia del estero Conchalí, escurrimiento de corto trayecto formado por las aguas de los esteros Cavilolén y Pupío, pertenecientes a una pequeña cuenca costera. El estero desemboca en el mar al norte de punta Chungo, aportando a la línea costera las arenas que son transportadas por la corriente de deriva litoral a la playa Agua Amarilla, desde donde el viento las toma y lleva tierra adentro para formar este campo de dunas. En este sentido, es clave la orientación general de la línea costera, NNO-SSE, formando con la dirección de los vientos dominantes del sureste, un ángulo de 40° a 45°. Por otra parte, este campo dunario se favorece de la existencia de terrazas marinas escalonadas al fondo de la bahía, la que a su vez se encuentra limitada por los promontorios rocosos de punta Chungo y punta Penitente.

Dentro de su área de desarrollo se encuentra el humedal de la laguna Conchalí, que fuera declarado Santuario de la Naturaleza y a la vez sitio Ramsar, debido a que aquí es posible encontrar más de 100 especies de aves. Se distinguen cuatro unidades geomorfológicas en este campo dunario (Marchant, 2004) (Foto N° 8).

- Nebkas. Se localizan atrás del sector sur de la playa Agua Amarilla, no superan los 1,5 m de alto, dejando entre ellas zonas deprimidas de 2 a 3 m de ancho en promedio. Deben su formación a la presencia de *Ambrossia chamissonis*
- Dunas monticulares (Anteduna). Toman la apariencia de un macizo continuo de 2,5 a 3 m de alto, interrumpido por corredores de deflación orientados en un sentido SO y que alcanzan en promedio 3,8 a 4,6 m de ancho y 170 m de largo (Marchant, 2004). Se encuentra colonizada por *Ambrossia chamissonis* y *Carpobrotus aequilaterus*.
- Depresión interdunaria. Se localiza al este de las dunas monticulares, corresponde a una superficie de aspersion eólica que ha debido ser sometida a un control fitoestabilizador con *Acacia saligna* y *Acacia cianófila* con el objeto de frenar el avance de las arenas que constantemente ha presentado un amenaza de cubrimiento para la Ruta 5 que divide esta unidad en el sentido N-S. Se encuentran aquí rodados marinos y restos de conchales.
- Dunas vivas transversales. Sector conocido como "Arenal Agua Amarilla" es la unidad de mayor superficie en el campo dunario, alcanzando las 380 ha y una altitud de 110 m en el sector cercano a su frente de avance, lugar en el que presenta una pendiente de más de 25° y desprovisto de vegetación. Se desarrolla entre la quebrada Mal Paso y el estero Conchalí. Al interior de esta unidad se encuentran crestas orientadas en un sentido NO-SE que alcanzan alturas de hasta 80 m de alto dejando laderas de pendientes de hasta 40° y pasillos de hasta 80 m de ancho.
- Dunas antiguas. Se encuentran subyaciendo al sector de dunas vivas transversales, representándose bien al norte de punta Chungo. Se caracterizan por presentar arenas de color pardo rojizo, desarrollo de un suelo delgado que ha posibilitado la instalación de una vegetación colonizadora y fenómenos de erosión lineal expresados en cárcavas y regueras.

Marchant (2004), realizando análisis sedimentológicos y estudios de fotointerpretación para varios años, afirma la existencia de una gran estabilidad y un equilibrio dinámico en este campo de dunas, ya que no se presentan cambios significativos de superficie, pero sin embargo existe transporte de arenas en su interior. En este mismo sentido, afirma que el frente de avance en la zona de las dunas libres transversales es de carácter pasivo más que transgresivo, no observándose fenómenos de desplazamiento en las lenguas de reactivación, debido principalmente a las acciones de control mediante la instalación de vegetación.

Foto N° 8: **Campo de dunas de la bahía Conchalí.**



Fuente: Google Earth, 2012.

b. El campo de dunas de Pichidangui.

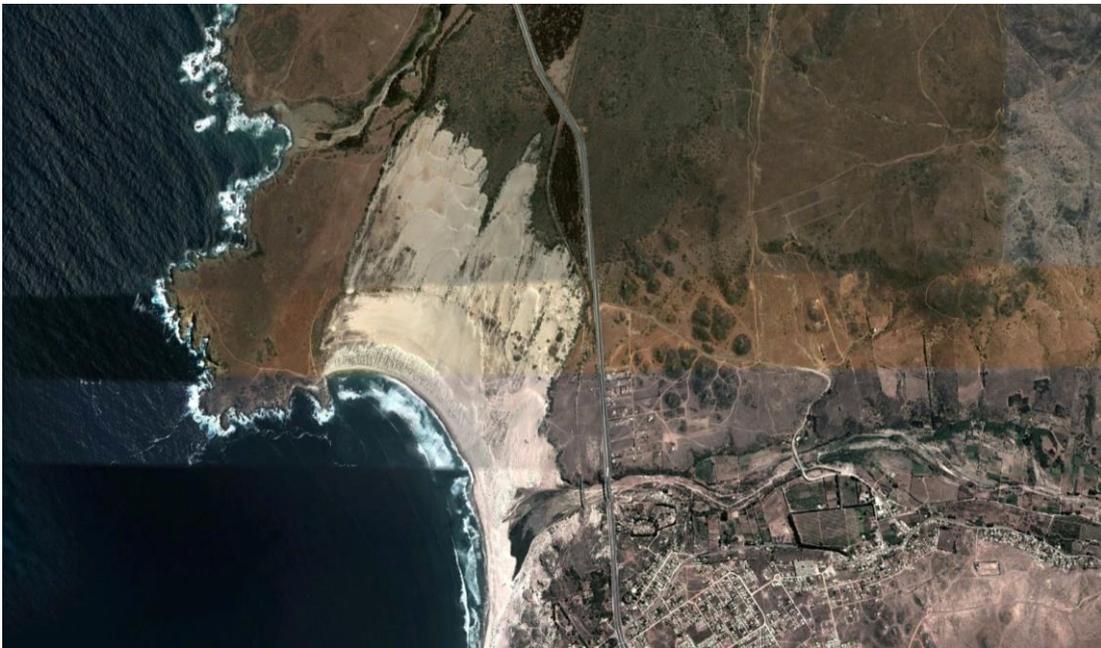
Este campo dunario se localiza en el extremo norte de la bahía de Pichidangui (32°06'S), desde el norte de la desembocadura del río Quilimarí hasta punta Quelén (Foto N° 9). Su posición en este lugar evidencia la importancia de la orientación de la línea de costa, que permite enfrentar en forma directa los vientos del SO. Posee una superficie aproximada de 250 ha.

En un perfil transversal de dirección E-O se encuentran las siguientes unidades (Ramírez, 2005):

- Anteduna. Se encuentra inmediatamente atrás de la playa actual. Constituye un cuerpo lineal y macizo que alcanza hasta alrededor de los 3 m de altitud. La anteduna está formada por dunas monticulares tipo nebkas de poco más de 1 m de alto y 2 m de ancho, que llega a alcanzar un ancho de más de 170 m en su conjunto, y que presentan alineamientos SO-NE, dejando entre ellas corredores de deflación de un ancho medio de unos 2 m. Las dunas aquí se encuentran cubiertas de manera discontinua con *Ambrossia chamissonis*.
- Depresión interdunaria. Constituye una superficie planiforme a una altitud de unos 13 m y que permite la acumulación y aspersion de arena que alimenta al sector de dunas libras que se encuentran más hacia el este. Esta unidad presenta un ancho que se extiende desde unos 300 m en el sector norte, encontrándose aquí *Ammophila arenaria*, *Baccharis concava*, junquillo y *Viviania marifolia*; hasta unos 145 m de ancho medio en el sector sur, y que va disminuyendo hasta encontrarse con el río Quilimarí. Encontrándose aquí Junquillo, Vautro, y *Ammophila arenaria*.

- Dunas caóticas. Corresponden a formas que se localizan en el sector norte del campo de dunas, no presentan formas ni alineamientos claramente definidos, pero que se asemejan a montículos vegetados.
- Dunas libres. Presentan dos tipos de formas. En el sector norte se presentan como barjanes y dunas transversales (a la dirección del viento). Con un ancho que llega hasta los 800 m. En el sector sureste se presentan bajo la forma de dunas longitudinales, que forman alineamientos vegetalizados de más de 5 m de alto con junquillo y *Ammophila arenaria* y corredores de deflación entre ellos, que en razón de su profundidad, algunos logran llegar a los depósitos de las dunas antiguas sobre las cuales sobreyacen. El frente de avance tiene carácter pasivo y se encuentra vegetalizado principalmente con vauatro.
- Dunas antiguas. Se encuentran estabilizadas debido a la formación de suelo en superficie y el desarrollo de especies vegetales como vauatro, quisco, litre y plantaciones de eucaliptos. Llegan hasta alrededor de los 60 m de altitud.

Foto N° 9: **Campo de dunas de Pichidanguí.**



Fuente: Google Earth, 2012.

c. El campo de dunas de Longotoma.

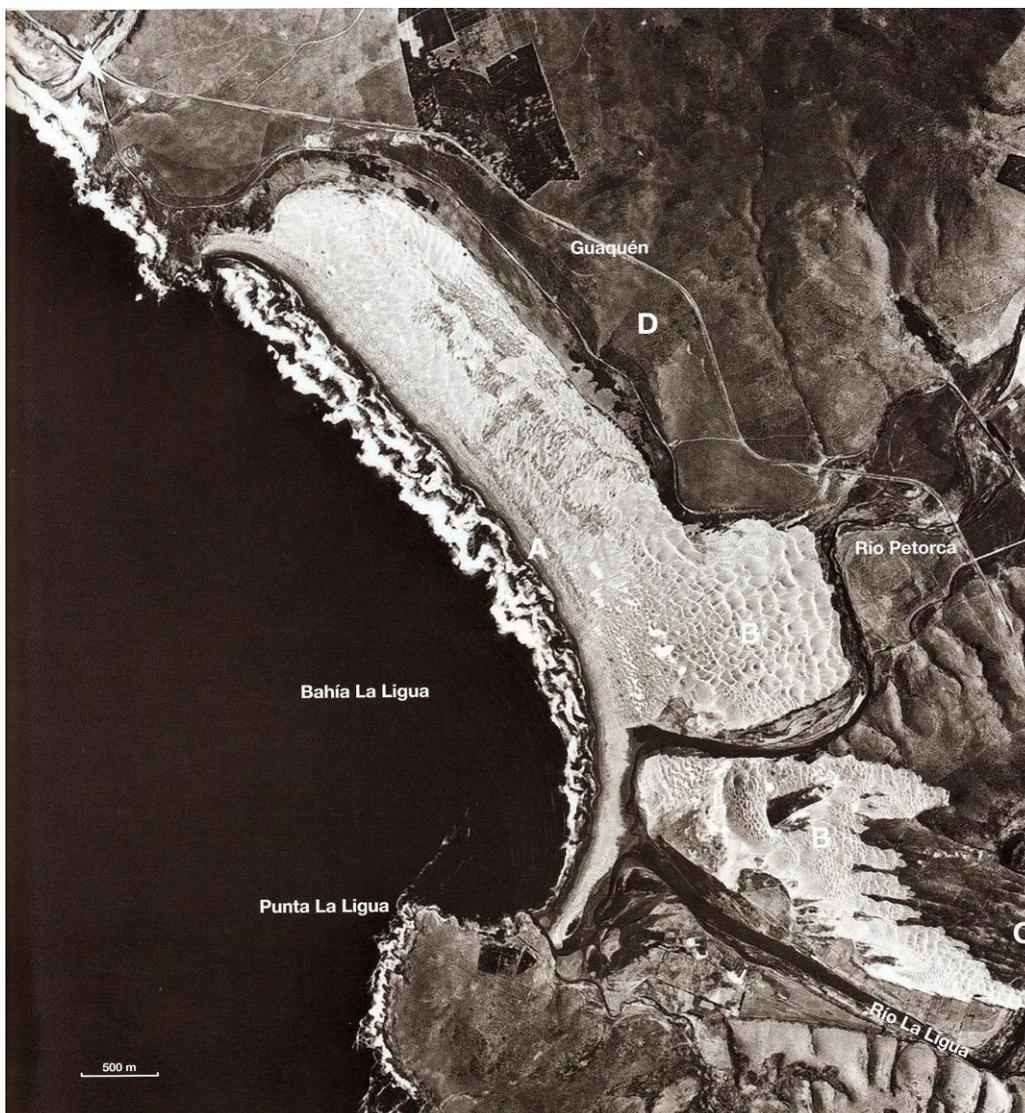
Se localiza en la bahía La Ligua (32°23'S) en la desembocadura del río del mismo nombre, aguas abajo de la junta el río Petorca. Se distinguen aquí las siguientes unidades geomorfológicas (Foto N° 10):

- Anteduna.
- Dunas transversales. De dirección NO-SE, se localizan especialmente al norte del río Petorca, sobre una terraza marina baja de edad holocénica, alcanzando hasta la base de un acantilado muerto que limita una terraza más alta de edad pleistocénica, e incluso logrando treparla en el sector comprendido entre los dos ríos. Constituyen cordones paralelos sin vegetación, de crestas sinuosas y

disimétricas en su perfil transversal. Se aprecian abundantes conchales precolombinos que son cubiertos y descubiertos por el avance de la arena.

- Dunas longitudinales paralelas. De probable edad holocénica y estabilizadas por una vegetación baja, se presentan alargadas en el sentido de los vientos dominantes. Los alineamientos se encuentran separados entre sí por corredores de deflación de algunos metros de profundidad.
- Dunas antiguas pleistocénicas. Aparecen cubriendo las terrazas al norte del río Petorca, en las cercanías de Guaquén. Presentan una topografía suavemente acolinada de arenas sueltas alteradas por meteorización, que presentan un color rojizo-pardo. Se observan bajo el suelo actual dos paleosuelos intradunares que indican la sucesión de tres fases de depósitos eólicos separadas por dos épocas de detención de la actividad del viento, marcadas por una evolución pedológica (Foto N° 11).

Foto N° 10: Campo de dunas de Longotoma.



A: anteduna. B: dunas transversales. C: dunas longitudinales. D: dunas antiguas  
Fuente: Paskoff y Manríquez, 2004.

Foto N° 11: **Paleosuelo en las dunas antiguas del campo de dunas de Longotoma.**  
Sector de Guaquén.



Fuente: Autor.

d. El campo de dunas de Ritogue.

Su abastecimiento se encuentra en las arenas dejadas por el río Aconcagua en su desembocadura, algunos kilómetros al sur. Alcanzan su mayor extensión en el sector norte, donde el promontorio de Quintero obliga a depositar los sedimentos transportados por la corriente de deriva litoral que viene desde el sur. Predominan los vientos eficaces del suroeste. Castro (1984-85), en un perfil transversal de O-SO a E-NE distingue las siguientes unidades geomorfológicas (Foto N° 12):

- Anteduna. Corresponde a una alineación de montículos arenosos retenidos por plantas bajas (*Ambrosia chamissonis*, *Carpobrotus chilensis*), separados por corredores de deflación paralelos a los vientos dominantes.
- Depresión húmeda. Constituye un espacio de tránsito de las arenas que no son retenidas por la vegetación de la anteduna; la napa freática cercana a la superficie, permite el desarrollo de vegetación de tipo higrófila (*Scirpus nodosus*).
- Dunas transversales. Se presentan bajo la forma de crestas sinuosas y disimétricas que alcanzan hasta 3 km de ancho. Se encuentran desprovistas de vegetación y logran avanzar tierra adentro terminando en un frente transgresivo abrupto.
- Dunas longitudinales holocénicas. Estabilizadas por una vegetación de gramíneas y de arbustos bajos como *Baccharis concava*.
- Dunas antiguas pleistocénicas. Se presentan suavemente acolinadas y boscosas en su estado natural.

Foto N° 12: **Campo de dunas de Ritoque.**



A: anteduna. B: dunas transversales. C: dunas longitudinales

Fuente: Paskoff y Manríquez, 2004.

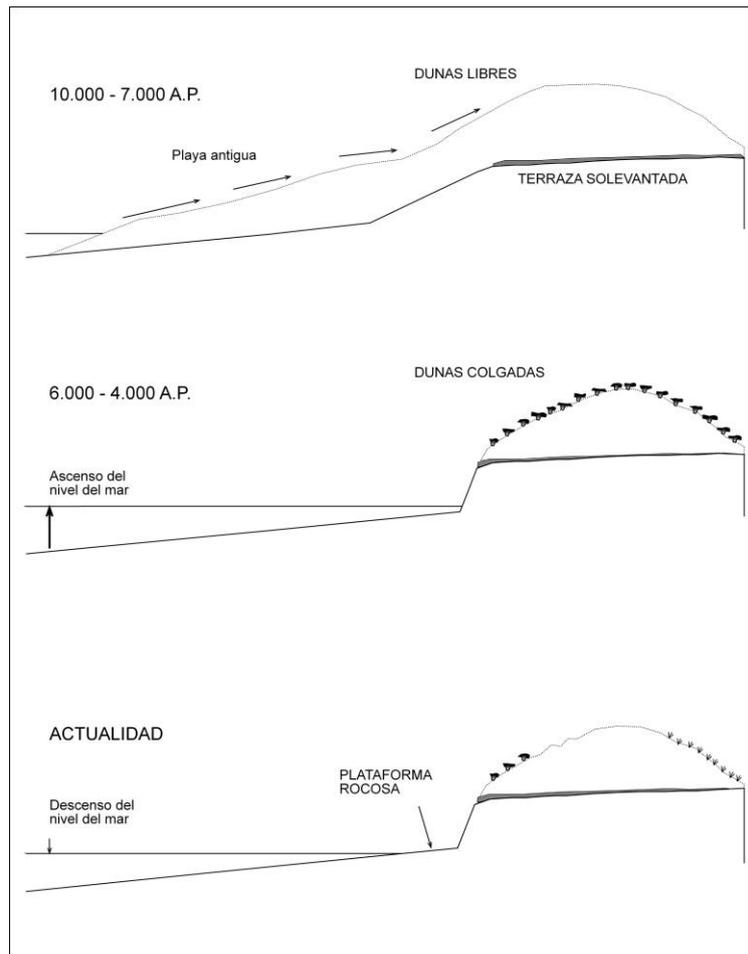
e. Las dunas colgadas de Concón.

Localizado inmediatamente al sur de punta Concón ( $32^{\circ}55'S$ ) sobre una terraza litoral, es considerado un campo de dunas relicto debido a que presenta la particularidad de encontrarse separado del mar por un acantilado y un estrán rocoso, sin tener asociada una playa desde la cual recibir arena que le alimente (Castro y Andrade, 1990; Araya Vergara, 1997; Paskoff et al., 2002).

Este campo de dunas se origina en momentos en que el nivel del mar se encontraba más bajo que en la actualidad. Desde un punto de vista petrográfico, las arenas provienen de los granitos paleozoicos de la cordillera de la Costa de Chile central, acarreadas hasta el océano por los esteros de Viña del Mar y Reñaca para luego ser transportadas por la deriva litoral dominante orientada hacia el norte. Las arenas terminaron por ser movilizadas por el viento los vientos desde una playa

extensa haciéndolas trepar más allá del acantilado, posicionándose sobre la terraza solevantada labrada por la transgresión de la última época interglacial, probablemente durante el interestadio que culminó 125.000 años atrás (Paskoff, 1999). Luego el mar subió hasta el pie del acantilado, desapareció la playa y por lo tanto se detuvo la alimentación del campo de dunas, transformándose en relicto y fijándose por una cubierta vegetal. Un leve descenso del nivel del mar deja el estrán rocoso que se observa en la actualidad (Figura N° 18).

Figura N° 18: Origen de las dunas colgadas de Concón.



Fuente: Paskoff y Manríquez, 2005.

Se distinguen tres unidades geomorfológicas (Foto N° 13):

- Dunas activas transversales. Se encuentran totalmente desprovistas de vegetación y logran empinarse hasta los 120 m sobre el nivel del mar. Sus crestas se orientan perpendicularmente a los vientos del SO, son disimétricas pues presentan un perfil de barlovento poco inclinado y una pendiente fuerte de entre 30 y 35° a sotavento.
- Dunas longitudinales. Corresponden a crestas paralelas orientadas de SO a NE, cubiertas por un matorral bajo y separadas entre si por corredores de deflación.

- Dunas antiguas vegetalizadas. Ocupan un área extensa más allá de las dunas vivas. Se encuentran cubiertas por un matorral arborescente de tipo esclerófilo y presentan desarrollo de suelos. Debido a su antigüedad se han perdido las formas originales, pero sin embargo se deducen formas longitudinales, debido a alineamientos que aún pueden observarse. Las arenas se presentan muy alteradas.

Foto N° 13: **Campo de dunas colgadas de Concón.**



A: dunas transversales. B: dunas longitudinales. C: dunas antiguas

Fuente: Paskoff y Manríquez, 2004.

#### 5.4. **Eventos naturales con consecuencias geomorfológicas.**

Tanto el clima como la tectónica son factores principales responsables de la evolución natural de la costa de Chile semiárido, su acción sostenida en el tiempo ha logrado conformar el aspecto de los paisajes de la costa en esta parte del país. Sin embargo, la costas se encuentran expuestas a fenómenos naturales extremos que logran acelerar su evolución. Para el caso que nos preocupa, las características meteorológicas, sísmicas relacionadas con la tectónica regional y algunos procesos oceanográficos costeros, logran acelerar los mecanismos geomorfológicos y contribuyen a aumentar el dinamismo del paisaje litoral.

#### 5.4.1. Precipitaciones.

Dos son las características relevantes de las precipitaciones para el área de estudio, en primer lugar una doble irregularidad anual e interanual. En segundo término, la intensidad de los eventos extremos.

En términos generales, para las estaciones meteorológicas localizadas en las ciudades de La Serena (29°54'S) y Valparaíso (33°01'S), las precipitaciones se concentran en los meses de invierno (mayo a agosto), recibiendo en este periodo cerca del 85% del total de la precipitación anual; el mes más lluvioso es junio, con alrededor del 25% del total anual. En términos interanuales, no es posible identificar un patrón definido de comportamiento. A modo de ejemplo ilustrativo, para el caso de la ciudad de La Serena, que tiene una precipitación media anual de 127,1 mm, en el año 1888 recibió una precipitación de 411,6 mm, pero sólo 7 mm en el año 1920 (Dirección Meteorológica de Chile, varios años).

Los contrastes anuales en la distribución de las precipitaciones favorecen la acción erosiva de la lluvia que aprovecha la disminución de la cobertura vegetal estival, primero mediante un lavado superficial, para luego incidir el terreno y generar regueras y posteriormente cárcavas. (Foto N° 14).

Los terrenos favorables a la erosión lineal son las dunas antiguas, con sustratos delgados, poco desarrollados y escasamente cohesionados, por otra parte su topografía ondulada favorece el proceso.

Foto N° 14: **Erosión en regueras sobre las dunas pleistocénicas de Concón.**  
La erosión es provocada por la concentración del escurrimiento luego de un evento de precipitación.



Fuente: Autor.

#### 5.4.2. Sismicidad.

La actividad sísmica de la franja costera costera y del territorio continental en Chile Central, se debe a las interacciones entre las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana. El contacto entre ellas genera fuertes y frecuentes terremotos, responsables de importantes cambios en la costa.

El Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) elaboró una regionalización sísmica de Chile, considerando la existencia de una zona costera y una cordillerana, ambas separadas por la “línea de los 40 kilómetros”, profundidad bajo la cual se generan los sismos más violentos del país.

Una segunda zonificación permitió subdividir las zonas anteriores en áreas menores, de acuerdo a las relaciones de magnitud y frecuencia. Para el caso de la franja litoral de Chile se determinaron las siguientes regiones:

- Z<sub>1</sub>: 15°46'S a 25°S
- Z<sub>2</sub>: 25°S a 36°S
- Z<sub>3</sub>: 36°S a 47°S

La caracterización de cada región sísmica es realizada mediante la determinación de la frecuencia anual de sismos por unidad de superficie y considerando además los eventos de mayor magnitud registrados (Martin, 1990) (Mapa N° 5).

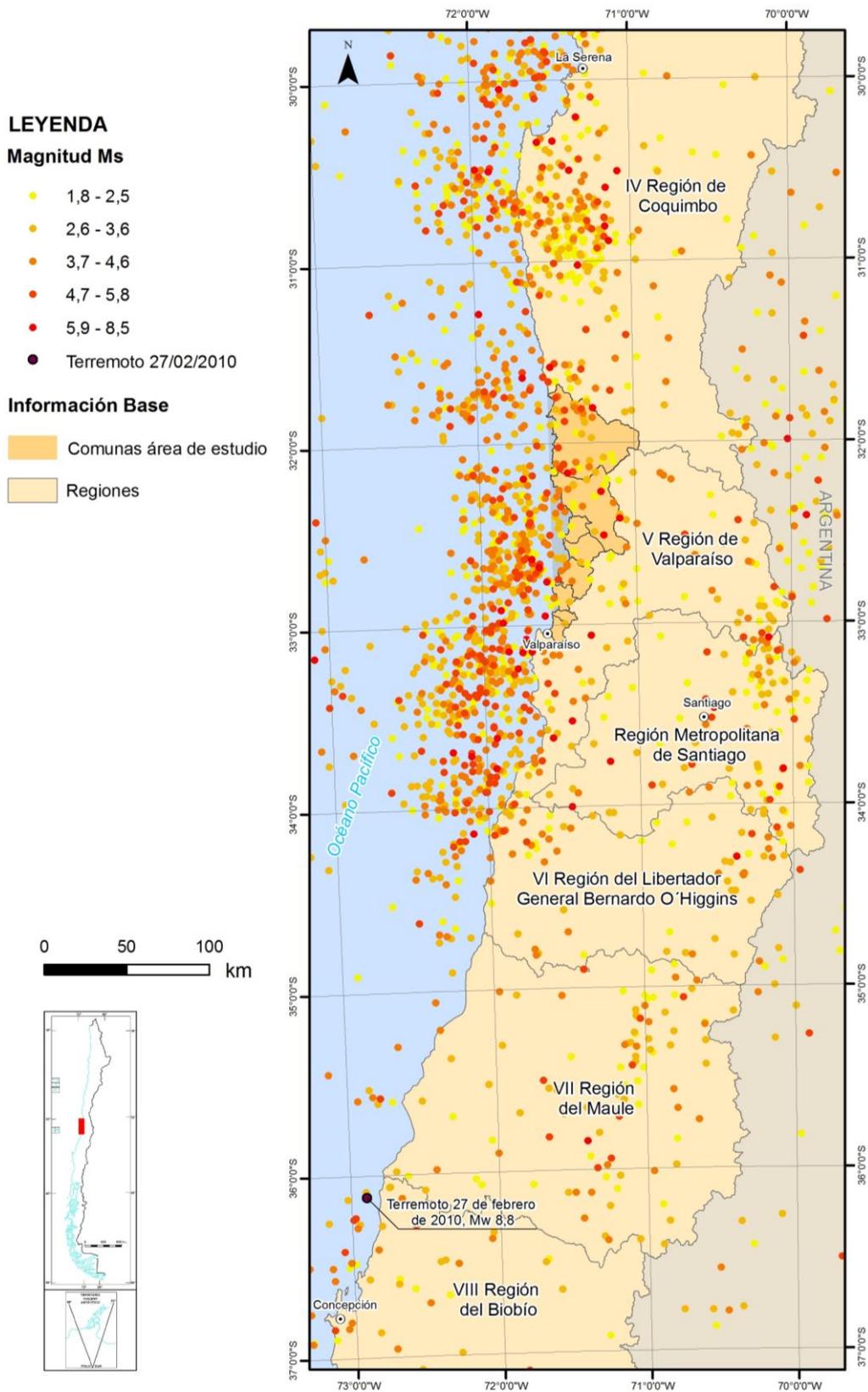
Las evidencias de la neotectónica en la costa de Chile semiárido fueron sintetizadas por Paskoff (1970, 1993), estas huellas son clasificadas en cinco categorías: escarpes de falla, fallas con rechazo horizontal, basculamientos, solevantamientos, y hundimientos y flexuras.

Antecedentes reunidos por Paskoff (1970, 1993), indican que en el periodo histórico se han producido 25 terremotos en el Norte Chico, con magnitudes comprendidas entre 4,0 y 8,4 Richter. Sin embargo afirma no encontrar testimonios seguros de modificaciones topográficas conectadas con los movimientos tectónicos, salvo los efectos indirectos y localizados de los terremotos: desmoronamientos, derrumbes, deslizamientos y hundimientos.

Los conocimientos logrados con objeto del establecimiento de redes geodésicas con fines cartográficos en América del Sur han permitido elaborar el modelo de velocidades del continente. La Figura N° 19 muestra a través de vectores los desplazamientos “normales” que afectan diferenciadamente a Sudamérica. Las velocidades son máximas hacia la costa pacífica y notoriamente menores hacia la atlántica, evidencia de la importancia de la fuerza de empuje que genera la placa de Nazca sobre el continente, que genera una velocidad de unos 3 a 4 cm por año, en dirección NE en esta costa.

El día 27 de febrero de 2010 a las 03:34 am (hora local) se produjo un terremoto de magnitud 8,8 (Mw), motivado por un desplazamiento súbito de la plaza de Nazca bajo la placa sudamericana, en una zona de ruptura que abarcó alrededor de 450 km entre Pichilemu y la costa de Arauco. El hipocentro se localizó frente a la costa de Cauquenes, a los 36°12'S y 72°57'O y a una profundidad de 47 km. (<http://ssn.dgf.uchile.cl/>).

Mapa N° 5: Distribución de los eventos sísmicos de magnitud Ms en Chile Central. Periodo 1964 a 2002.



Fuente: SERNAGEOMIN, 2004, en IGM, 2005.

Figura N° 19: Modelo de velocidades de América del Sur.

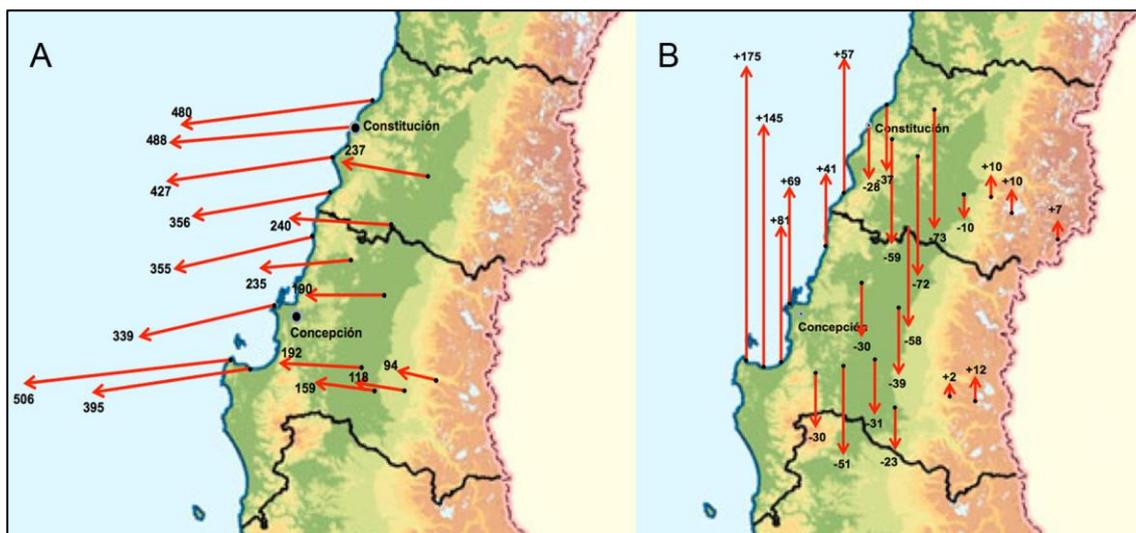


Fuente: IGM, 2010.

Las mediciones geodésicas preliminares realizadas por el Instituto Geográfico Militar y por los centros de procesamiento del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS), que consideraron las estaciones activas fijas de medición permanente de la red, dieron como resultado un “salto” horizontal del continente con una dirección SO preferencial. Los mayores valores de este desplazamiento cosísmico fueron medidos en la costa de Chile, alcanzando sobre los 3,0 m en promedio en la costa cercana al lugar del epicentro, llegando a los 4,88 m en Constitución, una de las ciudades más afectadas. Este desplazamiento horizontal se manifestó a estas latitudes en toda América del Sur, observándose desplazamientos de 3,9 cm, en la misma dirección, en la ciudad de Buenos Aires, Argentina.

El desplazamiento cosísmico vertical, tuvo un componente diferenciado según la unidad morfoestructural. Las cordilleras de los Andes y de la Costa tuvieron desplazamientos positivos, en cambio, la Depresión Intermedia movimientos verticales negativos (Figura N° 20). Esto es concordante con el modelo de horst y graben que caracteriza a Chile central.

Figura N° 20: **Deformación cosísmica del terremoto del día 27 de febrero de 2010.**  
Valores en cm.



A: Horizontal, B: Vertical

Fuente: IGM, 2010.

### 5.4.3. Ondas marinas.

El borde costero, por definición se encuentra en estrecha interacción con las fuerzas oceánicas. Los impactos geomorfológicos de estas fuerzas se dejan sentir en términos diferenciados de acuerdo a la categoría del movimiento oceánico.

Las mareas no tienen implicancias geomorfológicas directas. Su dimensión vertical es interesante en términos del periodo (diurnas, semidiurnas, mixtas); la amplitud, que posee variaciones espacio temporales y que permite clasificar a las costas en: macromareales (superior a 4 m), mesomareales (entre 2 y 4 m) y micromareales (inferiores a 2 m); y la pendiente del estrán. Estos aspectos son importantes en términos de facilitar o dificultar la acción del oleaje como mecanismo geomorfológico.

Si bien el oleaje tiene una importancia geomorfológica vital en la dinámica evolutiva del litoral (en términos de los procesos de erosión, transporte, acumulación de sedimentos), y que tiene relaciones directas con las características climáticas, específicamente el viento; son más bien los oleajes excepcionales, como las bravezas y la marejadas, las que tienen una importancia mayor como evento geomorfológico en la costa de Chile.

Las bravezas son fuertes oleajes que pueden ser calificados de comunes, pero episódicos, y aperiódicos, que tienen su origen en frentes de mal tiempo producidos en el sureste del océano Pacífico y que logran llegar a la costa como agitaciones del mar sin causa aparente, buen tiempo e incluso con estados de calma (Araya-Vergara, 1979).

Araya-Vergara (1979), logra recopilar antecedentes de las bravezas de la costa de Chile central para los años 1928, 1929 y 1968, encontrando para este último caso signos incuestionables de erosión de playas y acantilados, además de remoción

de bloques rocosos, por otra parte, registra daños en las infraestructuras humanas del litoral.

En la costa semiárida, así como en la mayor parte de Chile central el viento dominante del SO favorece el desarrollo del oleaje en el mismo sentido. A partir de éste, se observan dos mecanismos interesantes, pero sin embargo no han sido objeto de estudios en detalle y por lo tanto no se ha dimensionado rigurosamente su importancia. La deriva litoral en esta área tiene una dirección SN; corresponde a una corriente de escasa velocidad, paralela a la línea de costa. Su importancia radica en el hecho de ser la responsable del desplazamiento de las arenas, que los ríos evacúan al mar, como principal fuente de aporte de sedimentos. La deriva de playa también provoca un desplazamiento de las arenas, sin embargo su importancia observacional es menor.

Los tsunamis son eventos mayores del litoral, que representan un riesgo indudable para los asentamientos humanos. Ligados a los terremotos, erupciones volcánicas o deslizamientos submarinos. Su impacto es muy extendido en las costas, presentando una gran variabilidad espacial. Se han registrado a nivel mundial arrasamientos completos de playas y dunas, desprendimientos de grandes bloques desde acantilados, además de pérdidas incalculables de estructuras y vidas humanas.

Para la bahía de Coquimbo (29°53'S), existe un registro de 37 tsunamis, desde 1562 a la fecha. El evento que se produjo en este lugar el día 11 de noviembre de 1922, originó una ola que alcanzó 12 m en la ciudad. El tsunami de 1868 que arrasó la ciudad de Arica (18°28'S), se tradujo aquí en una ola de 7,5 m y el tsunami que se originó por un terremoto en Alaska en 1964 generó una ola de 4 m de alto en este mismo lugar (Paskoff y Manríquez, 1997). El terremoto que afectó la costa del de Chile centro-sur el 22 de mayo de 1960, se tradujo en olas de grandes proporciones que alcanzaron 14 m estimados en Maullín (41°36'S), 8,5 m en Corral (39°53'S); 3 a 4 m en Lebu (37°36'S); 1,9 m en Talcahuano (36°43'S) y 0,6 m en Valparaíso (33°01'S) (SHOA, 2000)

La energía liberada por el sismo del día 27 de febrero de 2010, localizado a escasa profundidad y cercano a la costa de la región del Maule (35°55'S), en Chile centro sur, fue suficiente para generar un tsunami que afectó con diferente importancia la costa comprendida entre las localidades de Lolleo (33°40'S) y Tirúa (38°20'S). Los antecedentes disponibles aún no son concluyentes en la descripción y explicación de las características, parámetros físicos y número de olas que el fenómeno experimentó sobre la costa. Sin embargo, las evidencias indican que estas olas tuvieron efectos diferenciados, dependiendo de la configuración y orientación de la línea de costa, del tipo de costa involucrada (Foto N° 15), y de la topografía del fondo marino inmediato.

Los megaterremotos del 22 de mayo del año 1960 en la ciudad de Valdivia (39°49'S) y del 27 de febrero de año 2010 en la costa de la Región del Maule, que originaron respectivamente tsunamis que afectaron gran parte de la costa situada frente a los zonas de ruptura, no significaron olas anormales en la costa semiárida chilena bajo estudio en esta investigación, sin embargo son fenómenos que indudablemente deben ser considerados en la planificación y gestión de la franja costera en Chile.

Foto N° 15: **Impacto del tsunami del día 27 de febrero de 2010 en las dunas de la costa de Curanipe.**  
Costa mediterránea de Chile.



Fuente: Autor.

### **5.5. El dinámico subsistema geomorfológico.**

La geomorfología ha pasado a constituirse en un verdadero cuerpo de conocimientos organizados, con objeto, objetivos y metodologías propia. Actualmente, la geomorfología no puede aislarse de las bases conceptuales y aplicadas que entrega la geología, en donde la estructura y la litología son decisivas en la explicación de la génesis de las formas; así como tampoco de las variables zonales que permiten explicar su evolución y modelado. Siguiendo este razonamiento, es poco lógico entonces hablar de un subsistema geomorfológico sin la participación de estos otros factores que le dan el carácter de sistémico.

Chorley (1962), ya intentaba establecer las características de sistemas geomorfológicos mediante las nociones de sistemas cerrados y sistemas abiertos, en relación a los aportes y usos de la energía que los motiva. Chorley y Kennedy (1971), establecen los componentes que integran los sistemas geomorfológicos: formas, materiales y procesos; e identifican tres tipos de sistemas: estáticos, de procesos y de procesos-respuesta, incorporando las nociones de equilibrio dinámico y estado estacionario, en la evolución de los sistemas. Establecen entre otros aspectos que los componentes de los sistemas están unidos mediante relaciones de tipo funcional. El entrelazamiento de sus componentes (en los sistemas de procesos-respuesta), lleva al sistema a un estado de equilibrio, mediante un mecanismo de autorregulación.

Phillips (1999), indica que muchas teorías referidas al paisaje y a los sistemas de la superficie terrestre involucran conceptos de auto organización. La mayor parte de estos conceptos pueden ser agrupados en dos categorías:

- Aquellos que conciernen a la evolución de orden y regularidad en el conjunto de las propiedades del paisaje.
- Aquellos que se relacionan con la diferenciación de paisajes en unidades espaciales diversas.

Su tesis fundamental radica en el hecho de que algunos conceptos de auto organización describen diferentes comportamientos de los sistemas, que adoptan fundamentalmente formas de convergencia o divergencia en la evolución del paisaje.

Una evolución de convergencia del paisaje establece que cualquiera sea el estado inicial, el paisaje inexorablemente tiende hacia un determinado estado final. Existen alteraciones que pueden interrumpir o retardar esta evolución, pero no la detiene. Coloca como ejemplo la disección fluvial del terreno y las redes fluviales en una cuenca hidrográfica.

La divergencia, en cambio, indica que el paisaje no se dirige a un único destino en su evolución, sino que es más diversa en el tiempo y en este caso las alteraciones, internas o externas, tienden a persistir o crecer con el tiempo. Ejemplifica este modo de evolución con las formas costeras, eólicas y fluviales, la pedogénesis y el volcanismo.

Bajo estas conceptualizaciones, es posible considerar a las diferentes formas litorales de la franja costera semiárida chilena como componentes de un sistema abierto, en donde los aportes energéticos y/o de masa provienen de mecanismos externos ligados tanto a los procesos tectónicos como a los climáticos. Tales procesos testimonian una evolución convergente que ha dado como resultado las formas actuales tales como se conocen y como son observadas en el paisaje del litoral, pero que son reconocidas como estados de equilibrios dinámicos que tienden hacia nuevas fases de evolución.

La cartografía del subsistema geomorfológico ha seguido un criterio fisiográfico, logrando representar en un mapa de síntesis, la distribución e interacción entre las diferentes unidades consideradas. En esta representación se avala el concepto de **franja costera**, aludiendo a la definición considerada en el Capítulo I de esta tesis, en el sentido de su dimensionalidad territorial (Mapa N° 6). En su elaboración se han considerado los trabajos de Andrade y Castro (1989), Paskoff, (1970), además del uso de fotografías aéreas verticales e imágenes satelitales, todos estos antecedentes documentales fueron administrados mediante un sistema de información geográfica.

Las unidades fisiográficas adoptan una disposición longitudinal en su desarrollo. Por otra parte, la tectónica, ligada a los esfuerzos de subducción, los procesos costeros de alta energía, expresados en el oleaje y bravesas, y los elementos climáticos se entrecruzan y solapan siguiendo evolutivamente un vector transversal a la línea de costa.

Es en este sentido que el litoral puede ser definido por los límites que establece el contacto del océano con el continente y los relieves de la cordillera de la costa. Sin embargo, en el detalle, la posición horizontal y vertical de la línea de costa

está sujeta a los movimientos oscilatorios, de corto y largo periodo, del nivel del mar, y a los movimientos cosísmicos y postsísmicos ligados a la tectónica. En otro sentido, la cordillera de la Costa interactúa con los niveles planiformes de las terrazas a través de movimientos en masa, depositaciones coluviales y los mecanismos de tipo fluvial. Estas dinámicas de funcionamiento dejan en evidencia que los límites son difusos, transicionales y facilitan la imprecisión en su definición cartográfica.

Al interior de esta “franja de ancho variable”, las unidades tienen orígenes y modalidades evolutivas diferenciadas, pero sin embargo se encuentran en estrecha interconexión.

Los acantilados y costa rocosa son habituales en la franja costera semimárida, ellos demuestran cómo la intensidad del oleaje es un agente que permite la erosión de las formas. Sin duda la preparación estructural es un condicionante que favorece esta mecánica, ya que las fracturas y diaclasas se comportan como líneas de debilidad de las rocas, en donde las olas facilitan su acción mecánica (Foto N° 16).

Las acciones subaéreas sobre los acantilados no son relevantes, salvo en aquellos casos en que las rocas presentan menor resistencia a la erosión, como al sur de Maitencillo (32°38'S).

Foto N° 16: **Acción mecánica del oleaje sobre la costa rocosa al sur de Pichidangui.**



Fuente: Autor.

Playas y dunas presentan una relación dinámica, por cuanto los movimientos y trasposos de masa se benefician de los aportes de arenas que logran llegar a la costa a través de los ríos y esteros de las cuencas cercanas, y de los desplazamientos debidos a los flujos de aire. El efecto erosivo del oleaje sobre las rocas de la costa rocosa, es un aporte sin duda a la alimentación de las playas.

Las playas ocupan posiciones definidas en la costa. Ellas se encuentran en el fondo de bahías y ensenadas, allí donde las acciones del oleaje debidas a la refracción y a la difracción se ven disminuidas (Foto N° 17); esta misma condición de la línea de costa, permite canalizar los flujos de aire que son los que facilitan el desplazamiento de las arenas que conforman las dunas. En este mismo sentido, playas y dunas se localizan sobre los espacios aterrizados de las plataformas rocosas bajas elaboradas por la acción erosiva del mar.

Foto N° 17: **Playa y dunas en el fondo de la bahía, al norte de Pichidangui.**



Fuente: Autor.

Existen dos tipos de terrazas en términos de su dinámica evolutiva: aquellas que se encuentran alejadas verticamente de la acción del mar y por lo tanto sometidas a una evolución subaérea; y aquellas que se encuentran en formación debido a la acción abrasiva del mar.

La Foto N° 18 muestra esta doble situación. La elaboración de la terraza en formación se deduce a partir del afloramiento de rocas sobre el nivel del mar, sometidas a la permanente erosión del oleaje. La terraza elevada debido a la tectónica

de levantamiento ha dado paso a las acciones subaéreas de erosión y la instalación de especies vegetales. La acumulación de arenas entre estas dos unidades puede representar un balance sedimentario positivo en el cual la acumulación de sedimentos tiene una mayor importancia que los procesos que permiten su evacuación.

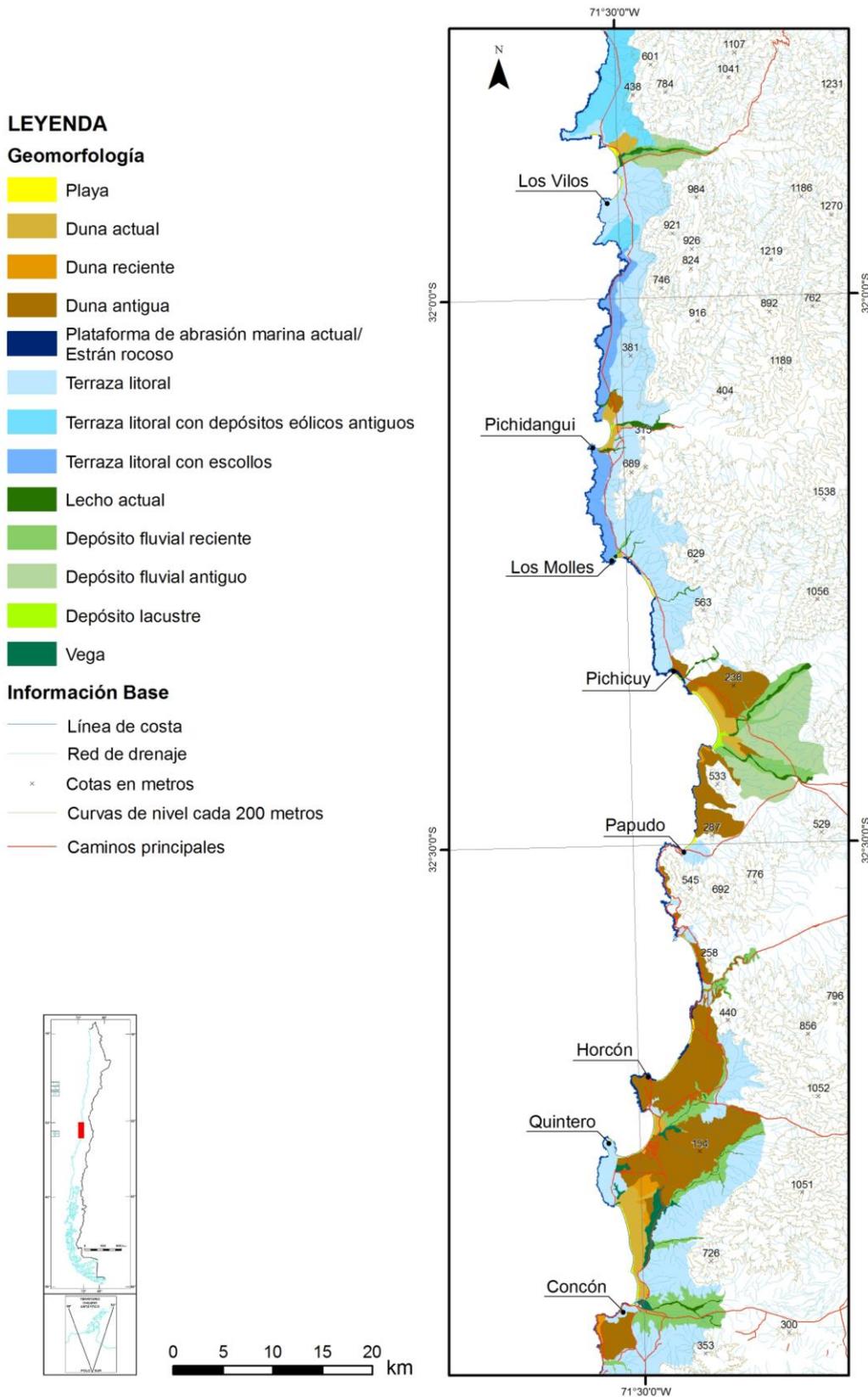
El espacio planiforme que caracteriza a las terrazas alejadas de la acción del mar es propicio para la instalación de dunas, que pueden constituirse en campos dunarios si el espacio es suficiente, la alimentación en arena constante y la existencia de vientos eficaces y permanentes; por otra parte también favorecen la colonización de vegetación, y evidentemente la instalación del ser humano.

**Foto N° 18: Terraza en formación y terraza elevada al sur de Los Vilos.**



Fuente: Autor.

Mapa N° 6: Cartografía del subsistema geomorfológico.



Fuente: Autor.

## 5.6. Bibliografía específica.

**Andrade, B. & Castro, C.,** 1990. La carta fisiográfica del litoral entre Tunquén y Santo Domingo (33°16' – 33°38'S). *Terra Australis* 32:153-164.

**Andrade, B. & Castro, C.,** 1989. La carta fisiográfica aplicada al manejo de la zona costera. *Terra Australis* 31:87-96.

**Andrade, B. & Castro, C.,** 1987. Antecedentes sobre la valoración y manejo de costas arenosas en Chile. *Terra Australis* 30:151-157.

**Andrade, B.; Condeza, A.; Elizalde, P. & Halaby, M.,** 2004. Morfología de acantilados y plataformas litorales en la costa de Chile central entre la boca del Rapel y Boyeruca (33°54'-34°41'S). *Terra Australis* 49:299-311.

**Andrade, B., & Hidalgo, R.,** 1997. Desarrollo urbano en el litoral de la provincia de Petorca: una aproximación desde los instrumentos de planificación territorial y fragilidad del medio físico. *Revista de Geografía Norte Grande* 24:157-164.

**Andrade, B., & Hidalgo, R.,** 1996. La zona costera y los instrumentos de planificación territorial: litoral de la provincia de Petorca. *Terra Australis* 41:111-120.

**Andrade, B. & Manríquez, H.,** 1994. Consideraciones ambientales de la expansión urbana sobre unidades sensibles en la zona costera: el caso de Viña del Mar. *Revista de Geografía Norte Grande* 21:19-25.

**Andrade, B. & Salazar, A.,** 1995. La inserción del sistema natural en la administración territorial de la zona costera: El balneario de Algarrobo. *Revista de Geografía Norte Grande* 22:15-19.

**Andrade, B. & Urrutia, R.,** 1991. Impacto de la actividad de camping sobre unidades medioambientales sensibles de la zona costera entre Lolleo y Algarrobo: Chile Central. *Revista de Geografía Norte Grande* 18:9-17.

**Araya-Vergara, J.,** 2001. Los ergs del desierto marginal de Atacama, Chile. *Investigaciones Geográficas* 35:27-66.

**Araya-Vergara, J.,** 1997. Fundamentación geomorfológica para la conservación y manejo de sistemas dunares. *Terra Australis* 42:65-72.

**Araya-Vergara, J.,** 1989. Remnant coastal dunes and their significance in chilean ergs. *Second International Conference on Geomorphology Geoöko-Plus 1, Darmstadt*:15.

**Araya-Vergara, J.,** 1983. Influencias morfogenéticas de los desalineamientos y líneas de costa contrapuestas en el litoral de Chile central. *Informaciones Geográficas* 30:3-23.

**Araya-Vergara, J.,** 1979. Las incidencias cataclísmicas de las bravezas en la evolución de la costa de Chile central. *Informaciones Geográficas*, 26:19-42.

**Bird, E.C.F.,** 1985. *Coastal changes, a global review.* Wiley, Chichester, 219 pp.

**Börgel, R.**, 1983. Geomorfología. Colección Geografía de Chile, Instituto Geográfico Militar, Santiago, 182 pp.

**Börgel, R.**, 1963. Las dunas litorales en Chile: Teoría y aplicación. Inscr. 26864.

**Brüggen, J.**, 1950. Fundamentos de la Geología de Chile. Instituto Geográfico Militar. 374 pp.

**Brüggen, J.**, 1929. Texto de Geología. El Globo.

**Caldichoury, R.**, 2000. Análisis de la vegetación en cronosecuencias dunares. Campo de dunas Santo Domingo - El Yali. Investigaciones Geográficas 34:17-28.

**Caldichoury, R.**, 1990. La fitogeografía del erg Santo Domingo, El Convento-Yali. Memoria de título, Escuela de Geografía Universidad de Chile. 99 pp.

**Castro, C.**, 2004a. Duna cerro Dragón de Iquique (20°15'S): Un rasgo geomorfológico singular del desierto costero chileno. Terra Australis 49:31-48.

**Castro, C.**, 2004b. El índice de vulnerabilidad de dunas litorales: un instrumento para la gestión. Terra Australis 49:89-113.

**Castro, C.**, 2003. Indicadores de vulnerabilidad de dunas litorales: un instrumento para la gestión. Anales de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas. Santiago, pp. 33-39.

**Castro, C.**, 1987. Transformaciones geomorfológicas recientes y degradación de las dunas de Ritoque. Revista de Geografía Norte Grande 14:3-13.

**Castro, C.**, 1984-85. Reseña del estado actual de conocimiento de las dunas litorales en Chile. Terra Australis 28:13-32.

**Castro, C. & Andrade, B.**, 1989. Estado de morfoconservación del litoral entre Tunquén y Santo Domingo (33°16'-33°38'S). Revista de Geografía Norte Grande 16:51-56.

**Castro, C. & Brignardello, L.**, 1997. Geomorfología aplicada a la ordenación territorial de la franja costera entre Concón y Quintay (32°55'S y 33°15'S). Revista de Geografía Norte Grande 24:13-125.

**Castro, C. & Brignardello, L.**, 2005. Geomorfología aplicada a la ordenación territorial de litorales arenosos. Orientaciones para la protección, usos y aprovechamiento sustentables del sector de Los Choros, comuna de La Higuera, IV Región. Revista de Geografía Norte Grande 33:33-58.

**Castro, C.; Brignardello, L. & Farías M.**, 1999. Diagnóstico del estado actual y sensibilidad natural del borde costero entre Concón y Quintay, V región de Valparaíso. Terra Australis 44:107-124.

**Castro, C. & Villagrán, J.**, 1997. Sistema natural y demanda inmobiliaria: el borde costero de Concón-Quintay. Terra Australis 42:51-63.

**Castro, C. & Pozo, V.**, 1995. Determinación de unidades con deterioro ambiental en el entorno de la bahía de Quintero (32°38' y 32°48' latitud sur y los 71°28° y 71°40' longitud oeste). *Revista de Geografía Norte Grande* 22:21-26.

**Castro, C. & Vicuña, P.**, 1990. Caracterización de la erosión lineal en planicies costeras de Chile central. *Revista de Geografía Norte Grande* 17:37-45.

**Castro, C.; Zúñiga, A. & Pattillo, C.**, 2012. Geomorfología y geopatrimonio del mar de dunas de Atacama, Copiapó (27°S), Chile. *Revista de Geografía Norte Grande* 53:123-136.

**Caviedes, C.**, 1967. Las Terrazas del Aconcagua inferior. *Revista Geográfica de Vaparaíso* 1:63-80.

**Cooke, R.U. & Doornkamp, J.C.**, 1990. *Geomorphology in Environmental Management* 2nd ed. Clarendon Press. Oxford. 409 pp.

**Elórtogui, S.** (Ed.), 2005. Las dunas de Concón. El desafío de los espacios silvestres urbanos. Taller La Era, Viña del Mar. 111 pp.

**Fairbridge, R.**, 1960. The changing level of the sea. *Scientific American*. 202(5):70-79.

**Figueroa, H.**, 1968. Geomorfología del área costera de Valparaíso entre la bahía de Quintero y el río Aconcagua. *Revista Geográfica de Vaparaíso* 2(1):3-11.

**Fletcher, Ch. & Jones, A.**, 1996. Sea-level highstand recorded in holocene shoreline deposits on Oahu, Hawaii. *Journal of Sedimentary Research* 66(3):632-641.

**Fuenzalida Villegas, H.**, 1956. Campos de dunas en la costa de Chile Central. XVIIIe. *Congrés Internationale de Géographie*. Rio de Janeiro, pp. 234-240.

**Fuenzalida Villegas, H.**, 1951. Las terrazas marinas en las provincias de Linares y Maule. *Informaciones Geográficas* 1:12-13.

**Fuenzalida Villegas, H.**, 1950. Orografía. *Geografía Económica de Chile*, Corporación de Fomento de la Producción, T.1, Santiago, pp. 10-54.

**Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático**, 2003. *Cambio Climático 2001. Informe de Síntesis*. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Tercer informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Editado por Robert T. Watson. 207 pp.

**Guilcher, A.**, 1957. *Geomorfología litoral y submarina*. Omega, Barcelona, 264 pp.

**Gulliver, F.P.**, 1898. Shoreline topography, *Proc. Amer. Acad. Arts and Sciences*, XXXIV, mayo 1898-mayo 1899, pp. 151-258.

**Herm, D., & Paskoff, R.**, 1967. Vorschlag zur Gliederung des marinen quartärs in nord und mittel-Chile, *N. Jb. Min. Geol. Paläont. Mh.*, 10:577-588.

**Inman, D.L. & Nordstrom, C.E.**, 1971. On the tectonic and morphologic classification of coasts, *J. Geol.* 7:1-21.

**Instituto Geográfico Militar (IGM)**, 2010. El Instituto Geográfico Militar en apoyo a los desastres. Presentación institucional.

**Instituto Geográfico Militar (IGM)**, 2005. Atlas de la República de Chile, Santiago, 359 pp.

**Instituto Geográfico Militar (IGM)**, 1984-85. El terremoto del 3 de marzo de 1985 y los desplazamientos de la corteza terrestre. *Terra Australis* 28:7-12.

**Instituto de Recursos Naturales (IREN)**, 1966. Inventario de dunas en Chile, publicación N° 4, Santiago.

**Johnson, D.W.**, 1919. Shore processes and shoreline development, Nueva York, Wiley, 584 pp.

**Kellett, D.**, 1989. The question of "zonality" in coastal geomorphology, with tentative application along the coast of the USA. *Journ. Coastal Research*, 2:329-344.

**Marchant, C.**, 2004. Cambios recientes y vulnerabilidad del campo de dunas de Conchalí, Los Vilos IV Región de Coquimbo. Seminario de Grado Instituto de Geografía UC. 171 pp.

**Mardones, M.**, 1999. Contribución al conocimiento geomorfológico de las cuencas hidrográficas de los lagos Lanalhue y Lleulleu. *Terra Australis* 44:87-106.

**Martin, A.**, 1990. Hacia una nueva regionalización y cálculo del peligro sísmico en Chile. Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Chile. 207 pp.

**Martín, J.**, 1999. Cambios en el sistema climático: escalas, métodos y efectos (desertificación). Seminario internacional sobre la inserción del semiárido latinoamericano en el proceso de Globalización de la economía mundial – Anais. Temática V, 515-528.

**Morton, R.**, 1977. Historical shoreline changes and their causes, Texas gulf coast. *Transactions Gulf Coast Association of Geological Societies* Vol XXVII:352-364

**Novoa, J.**, 1991. Cambios recientes de la línea litoral, área intercomunal La Serean-Coquimbo (IV Región, Chile semiárido, análisis comparativo (1954-1978). *Terra Australis* 35:35-45.

**Núñez, M. & Saelzer, E.**, 1954. Las terrazas marinas entre Valparaíso y Algarrobo. *Informaciones Geográficas* 4:6-27.

**Ota, Y.; Miyauchi, T.; Paskoff, R & Koba, M.**, 1995. Plio-Quaternary marine terraces and their formation along the Altos de Talinay, north central Chile. *Revista Geológica de Chile* 22(1):89-102.

**Paskoff, R.**, 1999. Contribuciones recientes al conocimiento del Cuaternario marino del centro y del norte de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande* 26:43-50.

**Paskoff, R.**, 1997. Apuntes del curso "Análisis del medio geográfico de la IV y V región". Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

**Paskoff, R.**, 1996a. Atlas de las Formas de Relieve de Chile. Instituto Geográfico Militar, Santiago, 288 pp.

**Paskoff, R.**, 1996b. Neotectónica y variaciones del nivel del océano durante el Plio-Cuaternario en la costa de Chile Semiárido (30-33°S). Ponencias y Seminarios, IV Congreso Internacional de Ciencias de la Tierra, pp. 131-135.

**Paskoff, R.**, 1995. Field meeting in the La Serena – Coquimbo bay. Guidebook for a fieldtrip (27-28 november 1995) organized during the 1995 Annual meeting of the International Geological Correlation Program Project 367 (Antofagasta, Chile).

**Paskoff, R.**, 1994. Les littoraux. Impacts des aménagements sur leur évolution. *Masson Géographie*, 2e édition. 256 pp.

**Paskoff, R.**, 1993. Geomorfología de Chile Semiárido. Universidad de La Serena. 321 pp.

**Paskoff, R.**, 1989. Zonality and main geomorphic features of the chilean coast. *Essener Geogr. Arbeiten* Bd.18:237-267.

**Paskoff, R.**, 1981. L'érosion des côtes. Que sais je? 1902, Presses Universitaires de France. 127 pp.

**Paskoff, R.**, 1978-79. Sobre la evolución geomorfológica del Gran Acantilado costero del norte grande de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande* 6:7-21.

**Paskoff, R.**, 1970. Le Chili semi-aride, recherches géomorphologiques. Biscaye, Bordeaux, 420 pp.

**Paskoff, R.; Cuitiño, L. & Petiot, R.**, 1998. Carácter relicto de la gran duna de Iquique, región de Tarapacá, Chile. *Revista Geológica de Chile* 25(2):255-263.

**Paskoff, R. & Del Canto, S.**, 1983. Características y evolución geomorfológica actual de algunas playas de Chile central, entre Valparaíso y San Antonio (V Región). *Revista de Geografía Norte Grande* 10:31-45.

**Paskoff, R. & Manríquez, H.**, 1997. Manejo del borde costero y desarrollo sustentable en Chile central (IV y V regiones). *Terra Australis* 42:73-89.

**Paskoff, R.; Manríquez, H.; Cuitiño, L. & Petiot, R.**, 2002. Nuevos antecedentes acerca de la geomorfología de la duna colgada de Concón. *Terra Australis* 47:43-50.

**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(1):121-131.

**Peña-Cortés, F.; Ailio, C.; Gutiérrez, P.; Escalona-Ulloa, M.; Rebolledo, G.; Pincheira-Ulbrich, J.; Rozas, D. & Hauenstein, E., 2008.** Morfología y dinámica dunaria en el borde costero de la Región de La Araucanía en Chile. Antecedentes para la conservación y gestión territorial. *Revista de Geografía Norte Grande* 41:63-80.

**Peña, F. & Mardones, M., 1999.** Geomorfología del curso inferior del río Itata. VIII Región del Biobío. *Terra Australis* 44:31-44.

**Phillips, J., 1999.** Divergence, convergence, and self-organization in landscapes. *AAAG*, 89(3):466-488.

**Pomar, J., 1962.** Cambios en los ríos y en la morfología de la costa de Chile. *Revista Chilena de Historia y Geografía* 130:318-356.

**Quezada, J.; González, G.; Dunai, T.; Jensen, A. & Juez-Larré, J., 2007.** Alzamiento litoral pleistoceno del norte de Chile: edades 21Ne de la terraza costera más alta del área de Caldera-Bahía Inglesa. *Revista Geológica de Chile* 34(1):81-96.

**Radtke, U., 1989.** Marine Terrassen und Korallenriffe als Problem der quärteren Meeresspiegelschwankungen erläutert an Fallstudien aus Chile, Argentinien und Barbados. *Düsseldorfer Geographische Schriften*. 27:1-246.

**Ramírez, C.; Durán, A.; Figueroa, H. & Contreras, D., 1985.** Estudio de la vegetación de dunas con técnicas estadísticas multivariadas. *Revista Geográfica de Valparaíso* 16:47-66.

**Ramírez, C., 1992.** Las dunas chilenas como hábitat humano, florístico y faunístico. *Bosque* 13(1):3-17.

**Ramírez, M., 2005.** Caracterización geomorfológica y usos humanos en las dunas litorales de Pichidangui, IV Región de Coquimbo. Seminario de Grado Instituto de Geografía Pontificia Universidad Católica de Chile. 175 pp.

**Santana, R., 1966.** Reseña geográfica de Chile. *Geografía Económica de Chile*. Primer apéndice. Corporación de Fomento de la Producción. Santiago, pp. 1-17.

**Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), 2000.** El maremoto del 22 de mayo de 1960 en las costas de Chile. 2ª edición. 72 pp.

**Shepard, F.P., 1948.** *Submarine geology*, Nueva York, Harper & Bros, 348 pp.

**Tavares, C., 1996.** Clasificación de la duna bordera artificial en el litoral de la Provincia de Arauco, VIII Región, Chile. *Anales de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas*. Universidad de La Serena pp. 71-78.

**Tavares, C., 1995.** Tasa anual de transporte eólico en la duna bordera artificial de la provincia de Arauco. VIII Región, Chile. *Anales de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas*. Universidad Austral de Chile, pp 303-308.

**Vargas, G.; Farías, M.; Carretier, S.; Tassara, A.; Baize, S. & Melnick, D., 2011.** Coastal uplift and tsunami effects associated to the 2010  $M_w$ 8.8 Maule earthquake in Central Chile. *Andean Geology* 38(1):219-238.

**Vicuña, P.** 1987. Indicadores geomorfológicos de la degradación antrópica en los campos de dunas antiguas de la costa de Chile central. Memoria de título. Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile.



**CAPÍTULO VI**  
**CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS**  
**EN RELACIÓN CON EL SUBSISTEMA GEOMORFOLÓGICO**



El clima se fundamenta en la consideración de series estadísticas meteorológicas para un lugar determinado y sobre un lapso significativo de tiempo, hecho que es básico para la definición y caracterización climática de un lugar. Los elementos y factores que caracterizan estas series de tiempo meteorológico, se modifican y actúan de forma diferenciada de acuerdo a las condiciones geográfico-físicas particulares en cada paisaje.

### **6.1. Los estudios del clima en Chile.**

En la climatología de Chile, un primer factor de importancia es la extensión latitudinal del territorio continental (18°S a 56°S), ello permite la sucesión y desarrollo de variados tipos climáticos: desde los áridos en el norte, hasta los permanentemente húmedos en el sur.

Un segundo factor se relaciona con el relieve. La existencia de la alta cordillera andina en el sector oriental del país, posibilita una zonificación altitudinal en el sentido Oeste-Este, desarrollándose climas fríos en los sectores más altos del relieve. La presencia de la cordillera de la Costa, de menor altitud que el encadenamiento andino, genera situaciones similares, a las que se agregan condiciones de mayor o menor humedad dependiendo de las fachadas oriental u occidental que se consideren.

En tercer término, el océano Pacífico, como un gran elemento presente a todo lo largo de Chile, condiciona las características climáticas de todo el litoral del país, tanto en humedad como en temperatura. La corriente oceánica de Humboldt, traslada masas de agua fría desde las latitudes polares hacia el norte, contribuyendo a entregar una anomalía térmica a las aguas, haciéndolas más frías de lo que les corresponde por latitud, provocando con ello importantes influencias sobre el litoral.

Finalmente, la existencia del Anticiclón del Pacífico Sur (ACP), centro semipermanente de altas presiones que se localiza frente a la costa chilena. Debido a su movimiento de vaivén estacional Norte-Sur, protege a parte del territorio frente al influjo de los sistemas frontales provenientes desde la Zona Planetaria Frontal (ZPF) en el Sur. En tal sentido Chile continental queda dividido en tres provincias o sectores.

- Provincia permanentemente árida, que siempre se encuentra protegida por el ACP.
- Provincia permanentemente húmeda, que nunca es protegida por el ACP.
- Provincia tipo mediterránea, en la que el ACP otorga protección en verano, pero permite el paso de los sistemas frontales durante el invierno, debido a que se encuentra desplazado hacia el norte.

En esta zonificación, el semiárido chileno, se localiza en la zona de transición, entre la provincia permanentemente árida y la de tipo mediterránea.

Uno de los primeros pasos en la definición de las características climáticas de un lugar, pasa necesariamente por el estudio de las estadísticas meteorológicas. La meteorología en Chile tuvo sus inicios con ocasión de la creación del Observatorio Nacional, en la ciudad de Santiago, a mediados del siglo XIX, y las primeras observaciones que se hicieran en las ciudades de La Serena, Valdivia y Punta Arenas.

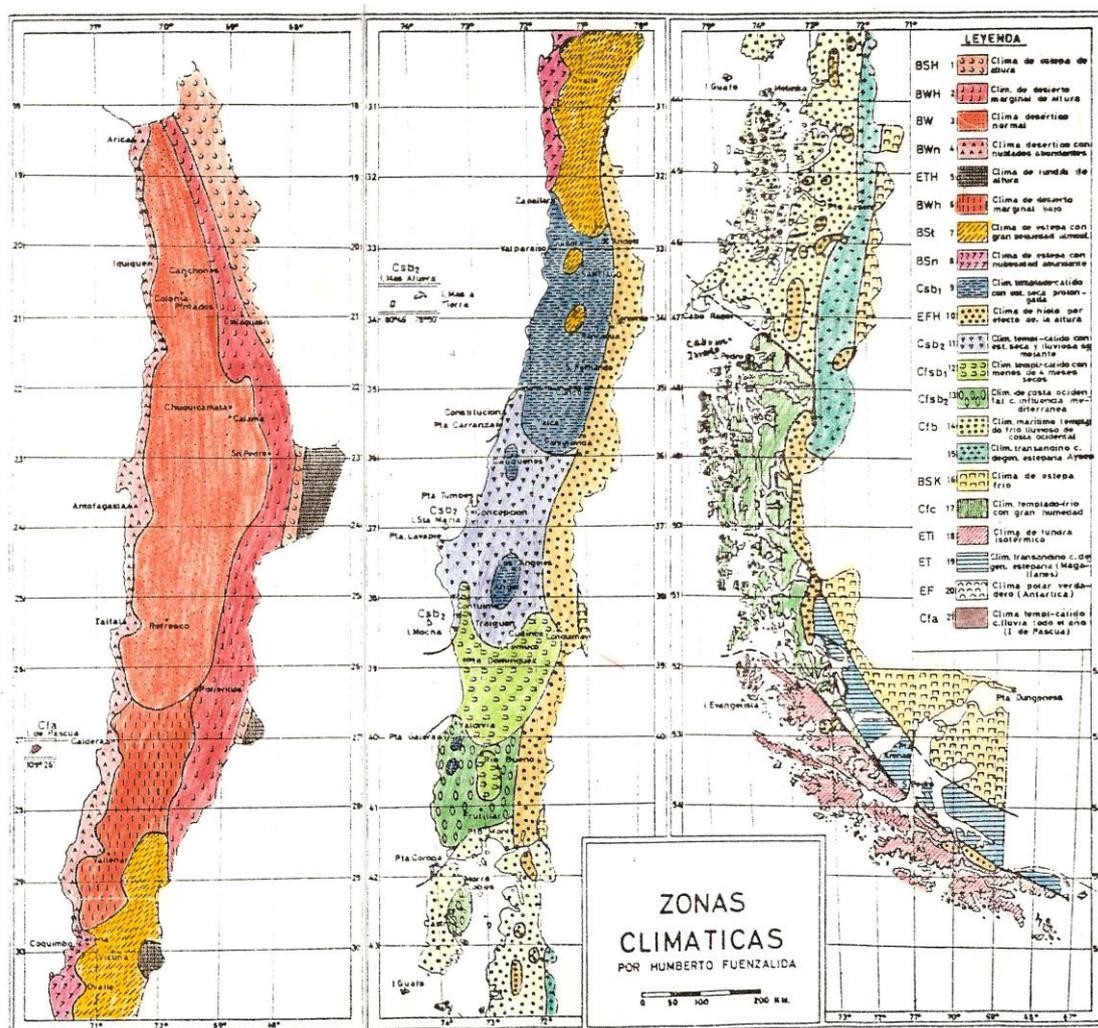
A partir del siglo XIX comienzan a publicarse los primeros estudios sobre las características meteorológicas del país. En el año 1861, Ignacio Domeyko publicó la "Meteorología de Chile"; Miguel Wittaker, en 1942 publicó la "Barografía de Chile"; Elías Almeyda Arroyo, publicó varias obras sobre la pluviometría de zonas áridas durante la década de los años cincuenta. En 1950, Humberto Fuenzalida Villegas sintetiza el conocimiento alcanzado sobre el clima de Chile en el capítulo "Clima" del texto "Geografía Económica de Chile" de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) (Análisis y proyecciones de la ciencia en Chile, 2005). Fueron los primeros que se aventuraron a analizar los procesos causales del clima de las regiones estudiadas (Romero, 1985). En el año 1971, Humberto Fuenzalida Ponce escribe la "Climatología de Chile", caracteriza los diferentes tipos climáticos existentes en el país y perfecciona la regionalización climática de los años previos.

Actualmente los estudios del clima en Chile se centran en la variabilidad climática, eventos meteorológicos extremos y en aplicaciones prácticas ligadas a investigaciones en agroclimatología, asociados casi exclusivamente a grupos universitarios. Desde otro punto de vista se han realizado numerosos estudios, preocupados de las características climáticas de lugares específicos o bien asociados a los fenómenos de El Niño o la Niña.

Los datos meteorológicos básicos son aportados y centralizados principalmente por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), dependiente de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC). El Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) cuenta con valiosos antecedentes sobre la climatología del océano y de lugares específicos del litoral. La Dirección General de Aguas (DGA), organismo técnico especializado del Ministerio de Obras Públicas mantiene información hidrometeorológica, para un número importante de estaciones. Existen varias otras instituciones que generan información meteorológica para lugares específicos, sin embargo, ella no está fácilmente disponible o bien es de muy temprana data.

La definición de los tipos climáticos ha sido una de las muchas maneras en las que el ser humano clasifica los territorios. Uno de los primeros intentos sistemáticos por realizar una clasificación de los climas de Chile fue la propuesta por Humberto Fuenzalida Villegas en el año 1950, modificado por Humberto Fuenzalida Ponce en 1965 (Figura N° 21). Esta clasificación se basa en los principios definidos por Wilhelm Köppen, que utiliza principalmente la temperatura y la precipitación en la definición de tipos climáticos agrupados en categorías y subcategorías utilizando una nomenclatura de letras. El estudio realizado por Fuenzalida Villegas consideró la aplicación de las formulas de Köppen a datos estadísticos de la entonces Oficina Meteorológica de Chile. El desarrollo en bandas longitudinales de los tipos climáticos en gran parte de Chile, deja manifiesta la influencia del relieve como un factor que controla a varios de los tipos climáticos existentes (Fuenzalida, 1950).

Figura N° 21: Clasificación climática de Chile de H. Fuenzalida P., 1965.



Fuente: Fuenzalida, 1965.

La clasificación propuesta por Fuenzalida fue difundida a través de la obra "Geografía Económica de Chile", publicada por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), organismo estatal fundado en el año 1939 con el objeto de elaborar políticas económicas y crediticias y un plan de fomento de la producción luego de ocurrido el terremoto del año 1939 en el área de la ciudad de Chillán (36°36'S, 72°06'O). Entre sus objetivos se encontraba el de reunir en una obra de tipo enciclopédico lo más relevante del conocimiento científico y técnico del país.

En su propuesta, Fuenzalida identificó 21 tipos climáticos diferentes (Tabla N° 15). De acuerdo a esta clasificación, la franja costera chilena localizada entre los 32°S y 33°S, se encuentra bajo el dominio de los climas de estepa con nubosidad abundante (BSn) y templado cálido con estación seca prolongada.

Tabla N° 15: Tipos climáticos según H. Fuenzalida P., 1965.

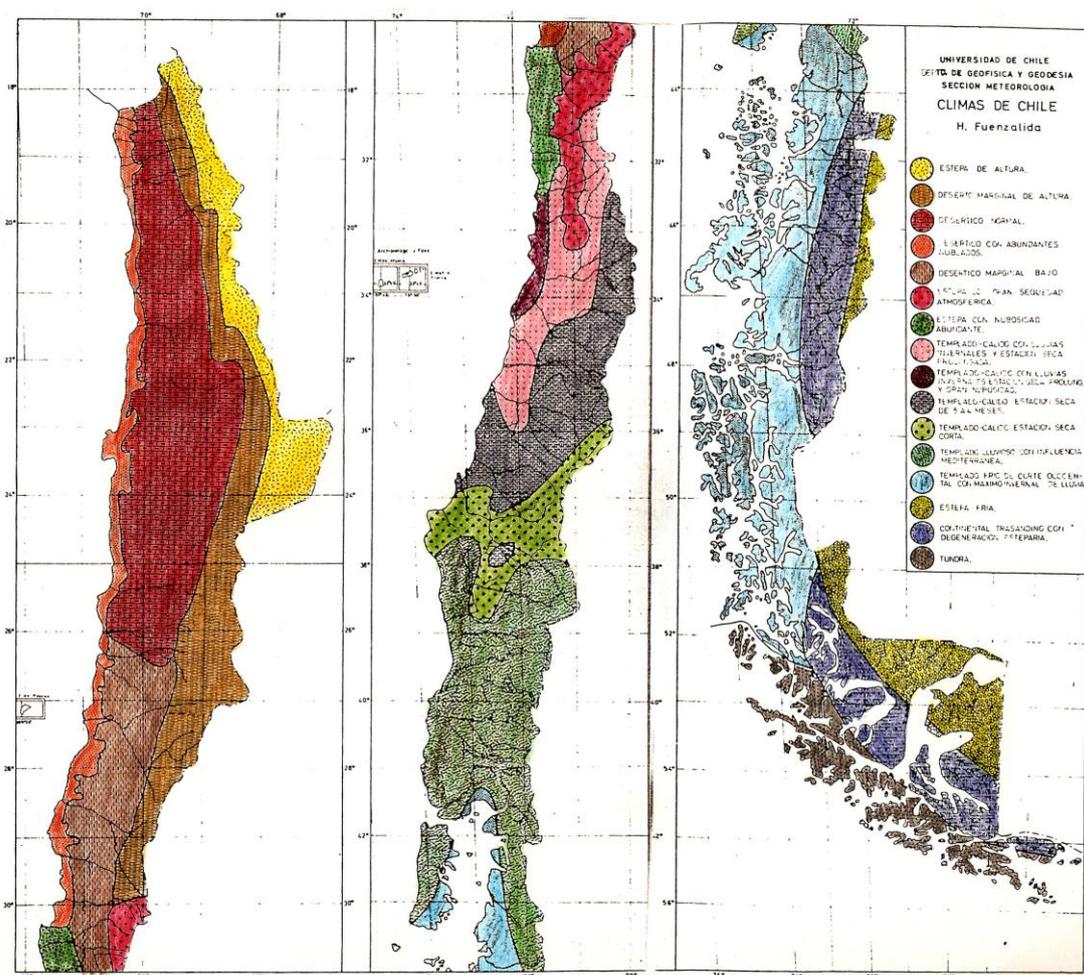
Categorías	Tipo climático
Climas áridos subtropicales	Desértico con nublados abundantes (BWn)
	Desértico normal (BW)
	Desértico marginal de altura (BWH)
	Desértico marginal bajo (BWb)
	Clima de estepa de altura (BSH)
	Clima de estepa con nubosidad abundante (Bsn)
	Clima de estepa con gran sequedad atmosférica (BSt)
Climas templado cálidos con humedad suficiente	Templado cálido con lluvias en todo el año (Cfa)
	Templado cálido con lluvias invernales (Csb) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Templado cálido con estación seca prolongada, 7 a 8 meses secos (Csb1)</li> <li>• Templado cálido con estación seca y lluviosa semejante, 6 meses secos (Csb2)</li> </ul>
	Clima de costa occidental con influencia mediterránea (Cfsb) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clima de costa occidental con influencia mediterránea (Cfsb1)</li> <li>• Clima de costa occidental (Cfsb2)</li> </ul>
Climas templado lluviosos	Marítimo templado lluvioso de la costa occidental (Cfb)
	Trasandino con degeneración esteparia
	Templado frío con gran humedad (Cfc)
	Clima de tundra
Clima de tundra isotérmico (ETi)	
Clima de estepa frío	Clima de estepa frío (BSk')
Climas de hielo	Clima de hielo por efecto de la altura (EFH)
	Clima polar verdadero (EF)

Fuente: Fuenzalida, 1965.

A la luz de nuevos antecedentes y el acceso a un mayor número de estadísticas meteorológicas, Fuenzalida Ponce (1971) en una obra de divulgación interna de la Sección Meteorología del Departamento de Geofísica y Geodesia de la Universidad de Chile, realiza una nueva clasificación del clima en Chile (Figura N° 22, Tabla N° 16). Perfecciona los límites de los climas de Chile, destaca como notable la homogeneidad térmica entre los extremos norte y sur del país, y las características contrastadas de la pluviometría.

Fuenzalida (1971), no sólo realiza sus estudios con el fin de entregar una clasificación climática; describe y analiza los factores del clima en Chile, asignándole importancia a la latitud, el relieve, la proximidad del mar y las corrientes marinas.

Figura N° 22: Clasificación climática de Chile según H. Fuenzalida P., 1971.



Fuente: Fuenzalida, 1971.

Tabla N° 16: Categorías y tipos climáticos según H. Fuenzalida P., 1971.

Categorías	Tipo climático
Climas áridos subtropicales	Desértico con nublados abundantes (BWn)
	Desértico normal (BW)
	Desértico marginal de altura (BWH)
	Clima de estepa de altura (ETH)
	Desértico marginal bajo (BWh)
	Clima de estepa con nubosidad abundante (BSn)
	Clima de estepa con gran sequedad atmosférica (BSk)

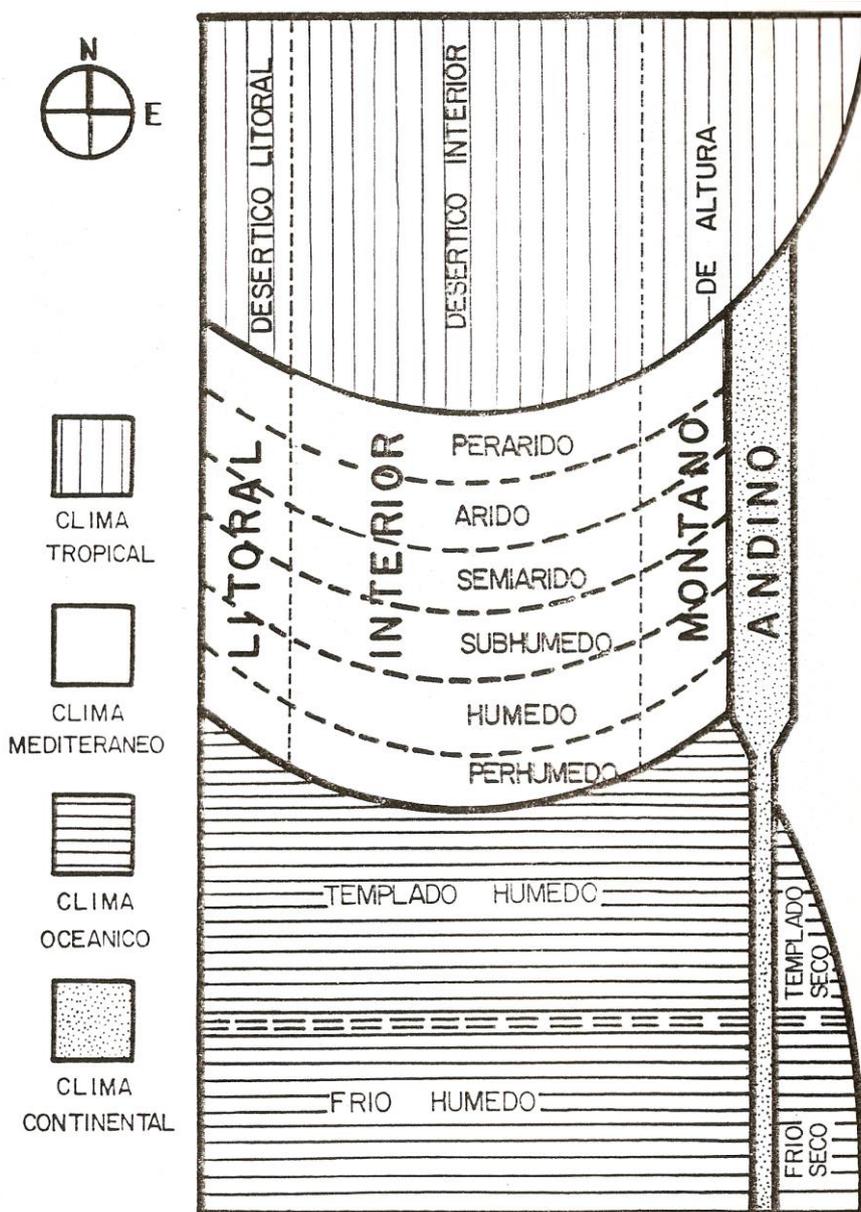
Climas templado cálidos con lluvia suficiente	Templado cálido con lluvias invernales, estación seca prolongada (8 a 7 meses) y gran nubosidad (Csbn) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Templado cálido con lluvias invernales y estación seca prolongada y gran nubosidad (Csb1)</li> <li>• Templado cálido con estación seca (5 a 4 meses) (Csb2)</li> <li>• Templado cálido con estación seca corta (&lt; a 4 meses) (Csb3)</li> </ul>
Climas templado lluviosos	Templado lluvioso con influencia mediterránea (Cfsb)
	Templado frío de costa occidental con máximo invernal de lluvias (Cfb)
	Clima de tundra (ETx)
	Continental trasandino con degeneración esteparia (Cfc)
	Clima de estepa fría (BSk)
Climas de hielo	Clima de hielo por efecto de la altura (EFH)
Climas de territorios de ultramar	Isla de Pascua (Afa)
	Archipiélago Juan Fernández (Csb2)
Territorio antártico	

Fuente: Fuenzalida, 1971.

Con una cercanía conceptual más ligada a la ecología y la biogeografía, que a la geografía o incluso la climatología, Di Castri y Hayek (1976) ensayan para Chile diferentes formas de representación de estadísticas meteorológicas, como hiterógrafos, climógrafos y diagramas ombrotérmicos, además de la utilización de variados índices bioclimáticos. Estos autores proponen una clasificación bioclimática de Chile, bajo la forma de un esquema preliminar y de síntesis, que de acuerdo a sus propias palabras, debiera mejorarse en función de nuevos estudios bioclimáticos y fitogeográficos. Es así como adoptan la denominación de “influencias” o “tendencias bioclimáticas”, aludiendo a consideraciones de estacionalidad y desplazamientos de tipos climáticos en zonas de transición, evitando con ello el uso de delimitaciones estáticas en la clasificación. Distinguen por tanto cuatro zonas de tendencias bioclimáticas: tropical, mediterráneo, oceánico y continental (Figura N° 23).

La costa chilena entre los 32°S y 33°S, de acuerdo a esta clasificación bioclimática se encontraría en la denominada Zona de Tendencia Mediterránea, que se extiende desde un poco más al sur de los 25°S, hasta aproximadamente los 39°S, específicamente en la zona de transición entre la región mediterránea árida y semiárida. Con un mayor detalle, se encuentran al interior de esta zona, desde el punto de vista hídrico y en un sentido Norte-Sur, regiones mediterrneas de tipo perárido, árido, semiárido, subhúmedo húmedo y perhúmedo, que mantienen áreas de transición entre cada una de ellas. Por otra parte, en un sentido Oeste-Este y bajo criterios térmicos, esta zona se divide en clima mediterráneo litoral con ciertas influencias oceánicas, clima mediterráneo interior y clima mediterráneo montano (Figura N° 23).

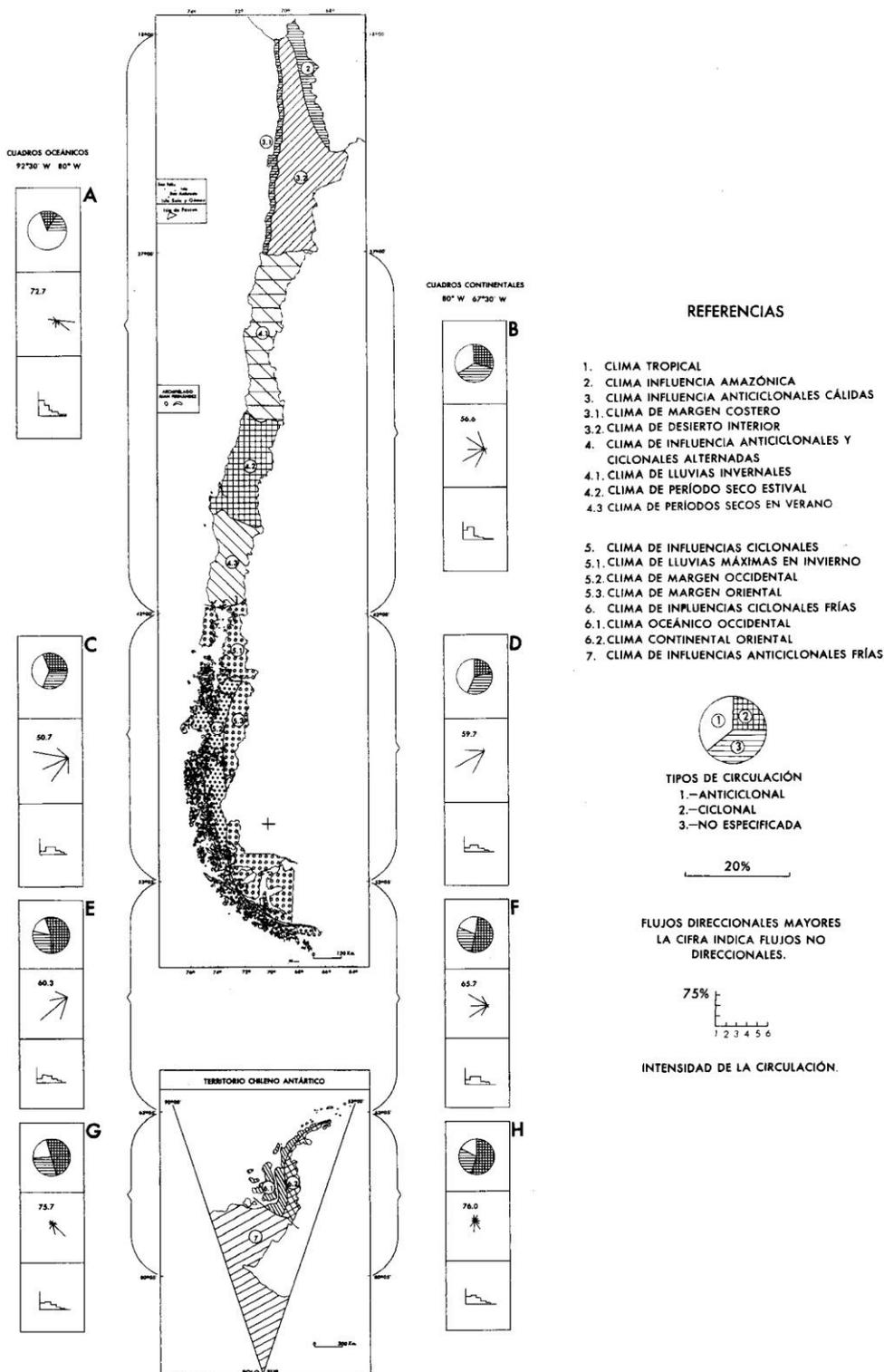
Figura N° 23: Esquema de clasificación bioclimática de Chile según Di Castri y Hayek, 1976.



Fuente: Di Castri y Hayek, 1976.

Peña y Romero (1977, en Romero, 1985), proponen una clasificación sustentada en estadísticas relativas al número de días de lluvia al mes asociados a las condiciones ciclónicas; los estudios sinópticos del comportamiento de los patrones superficiales de la presión atmosférica en función de los tipos de circulación; y las asociaciones entre los factores de los climas en Chile (Figura N° 24). Estos autores distinguen 13 tipos climáticos en Chile (Tabla N° 17).

Figura N° 24: Clasificación climática de Chile según Peña y Romero, 1977.



Fuente: Peña y Romero, 1977, en Romero, 1985.

Tabla N° 17: **Clasificación climática según Peña y Romero, 1977.**

<b>Categorías</b>	<b>Tipo climático</b>
Clima de influencia amazónica (alta cordillera andina, hasta 27°S)	
Clima tropical con alternancia de influencias anticiclónicas cálidas, episodios convectivos y perturbaciones ciclónicas (Isla de Pascua y Salas y Gómez)	
Clima con influencias anticiclónicas cálidas predominantes durante la mayor parte del año (límite norte hasta 27°S)	Clima de margen costero
	Clima de desierto interior
Climas con influencias anticiclónicas cálidas, depresiones térmicas y ciclónicas alternadas. (27°S-42°S)	Climas de lluvias esporádicas en invierno (27°S-34°S)
	Climas de lluvias invernales regulares (34°S-38°S)
	Climas de periodos secos en verano (38°S-42°S)
Climas de características subantárticas, donde las influencias ciclónicas comienzan a predominar (38/39°S-53°S)	Climas donde aún puede percibirse un ligero máximo de buen tiempo en el verano
	Climas con gran cantidad de lluvias durante todo el año y sin un máximo estacional
	Climas con lluvias durante todo el año, sin máximo estacional, pero con una importante disminución de los montos pluviométricos, debido al control orográfico sobre la circulación
Climas con influencias ciclónicas predominantes durante todo el año (53°S al sur)	Clima oceánico occidental
	Clima continental oriental
Climas con influencias anticiclónicas frías durante todo el año (73/75°S-90°S)	

Fuente: Romero, 1985.

Romero (1985) indica que el clima de Chile central se caracteriza por una secuencia alternada de veranos secos y cálidos y un invierno húmedo, nuboso, lluvioso y frío; siendo el otoño y la primavera estaciones de tipo transicional y de características casi exclusivamente térmicas. Las condiciones anticiclónicas son más importantes entre mayo y septiembre, con vientos de componente sur (SO, S y SE), por lo que los estados de buen tiempo se asocian a estas influencias. Por el contrario, las malas condiciones de tiempo son causadas por la actividad frontal, con vientos de dirección Norte (NO, N y NE).

La costa semiárida chilena es localizada de acuerdo a esta clasificación en el "clima de influencias anticiclónicas y ciclónicas alternadas", que se extiende entre los 27°S y los 42°S; específicamente en la subregión "clima de lluvias esporádicas en invierno", que se encuentra entre los 27°S y los 34°S.

La ocurrencia de mal tiempo en el invierno es debido al desplazamiento hacia el norte del Anticiclón del Pacífico (ACP), ocasión que permite a la influencia ciclónica penetrar y ocasionar las lluvias. Durante el verano, los ciclones ven obstaculizado su avance debido a la posición que adopta el ACP. Los antecedentes estudiados por Romero (1985) indican que en La Serena (29°54'S) y punta Tortuga (29°56'S), los días lluviosos se concentran notoriamente en invierno, aumentando, la cantidad, intensidad y frecuencia mensual de días de lluvia a medida que se avanza hacia el sur. Este comportamiento estacional se interrumpe en ocasiones cuando se desarrollan condiciones de mal tiempo estival, las que estarían asociadas a cambios en las condiciones oceanográficas, ya que se presentan acompañados de cambios térmicos importantes en la superficie del mar (Romero, 1985).

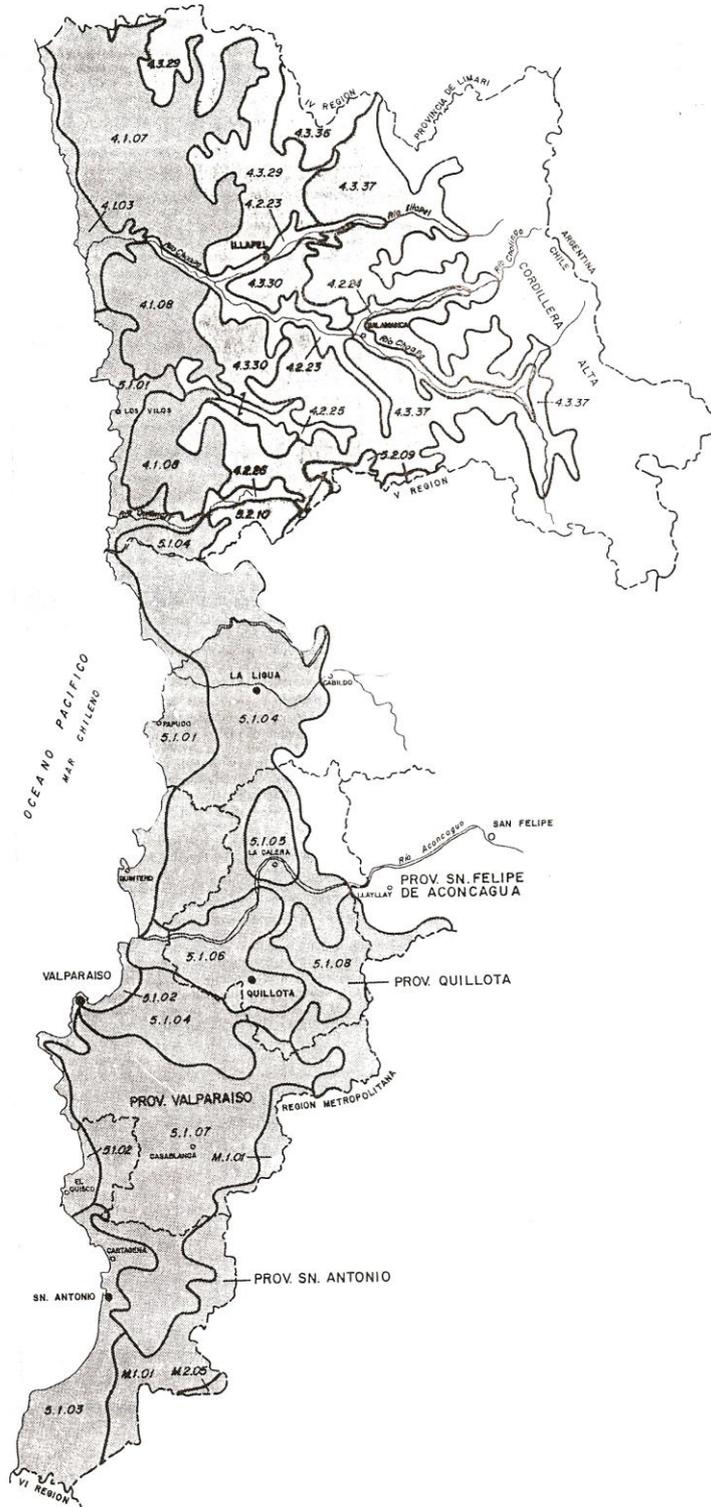
Romero (1985), identifica y clasifica patrones climáticos realizando un análisis multivariado sobre datos estadísticos medios anuales y medios mensuales de 33 estaciones meteorológicas seleccionadas para todo Chile. Luego de este análisis a escala nacional concluye que el factor climático más importante es la dinámica atmosférica, aunque siempre en una interacción permanente con el océano y el relieve.

En este sentido afirma que el relieve constituye el factor de control superficial más importante, en tanto la mayor parte de los patrones se organizan concordantemente con la localización de las principales cordilleras y depresiones. El papel del océano está ligado casi exclusivamente a la variación de las situaciones dinámicas asociadas a la distribución de humedad y las variaciones térmicas de las masas de aire debido al contacto con la superficie del océano (Romero, 1985).

Otros autores, como, Errázuriz et al. (1992), o el Instituto Geográfico Militar (2005) incorporan variaciones en los límites de las unidades de la clasificación de Fuenzalida (1971); sin embargo, estas propuestas obedecen a consideraciones de índole práctica ligadas a fines didáctico-educacionales.

Existe un grupo diferente de estudios que atienden a las potencialidades productivas de los terrenos agrícolas en función de los climas del país. Un grupo de profesionales pertenecientes al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), presentaron en 1989 el Mapa Agroclimático de Chile. En esta misma línea, el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), publicó en 1990 el Atlas Agroclimático de Chile, regiones IV a IX delimitando distritos con una importante componente orográfica. Por otra parte, Santibáñez et al., publicaron en 1990 el Atlas Agroclimático de Chile de las regiones V y Metropolitana, y en 1993 el correspondiente a las regiones VI, VII, VIII y IX. Estos estudios se fundamentan en el uso y aplicación de parámetros e índices sobre la base de estadísticas meteorológicas variadas, que incluyen datos de temperatura, precipitación, humedad, nubosidad, vientos, etc. para estaciones seleccionadas del país, con el fin de entregar clasificaciones territoriales y recomendaciones para el desarrollo de cultivos en función de los requerimientos hídricos, temperatura y luz para las plantas. En la Tabla N° 18 se presentan los parámetros agroclimáticos para los cinco distritos identificados en la franja costera semiárida de la Figura N° 25.

Figura N° 25: Distritos agroclimáticos en el litoral de la IV y V región según CIREN, 1990.



Fuente: CIREN, 1990.

Tabla N° 18: **Distritos y parámetros agroclimáticos de la franja costera en la IV y V región según CIREN, 1990.**

Parámetro agroclimático	Distrito agroclimático				
	1	2	3	4	5
PLH: Periodo libre de heladas (días)	358	365	331	333	334
STV: Suma térmica septiembre-febrero	882	970	1071	1167	964
TME: Temperatura máxima media de enero	22	24	24.6	26,8	22,4
TMV: Temperatura media octubre-marzo	15,5	16.0	17.1	18	16,2
HRV: Humedad relativa media del aire octubre-marzo (%)	82	72	74	89	74
RSE: Radiación solar de enero (cal/cm <sup>2</sup> /día)	500	450	630	604	490
PH20: Fecha primera helada 20% excedencia	13/06	0	02/05	16/05	06/05
PH50: Fecha primera helada 50% excedencia	15/06	0	08/06	20/07	17/06
UH50: Fecha última helada 50% excedencia	16/06	0	20/06	05/08	07/07
UH20: Fecha última helada 20% excedencia	27/06	0	20/07	13/08	13/08
PRV: Duración del periodo de receso vegetativo (meses)	0	0	0	0	0
HFA: Horas de frío anual	300	400	570	540	500
TMJ: Temperatura mínima media de Julio	7,3	6.0	5.2	5	8,8
TMI: Temperatura media junio-agosto	7,3	11.0	11.2	11,1	12,2
HRI: Humedad relativa media del aire junio-agosto	87	78	81	82	84
RSJ: Radiación solar de julio (cal/cm <sup>2</sup> /día)	157	140	170	108	149
DPS: Duración del periodo seco (meses)	8	8	8	8	8
DHV: Déficit hídrico octubre-marzo (mm)	888	640	851	783	746
ETPV: Evapotranspiración potencial diciembre-febrero (mm)	470	370	492	400	443
DPH: Duración periodo húmedo (meses)	2	4	3	3	3

Distrito agroclimático, Ubicación. (Código CIREN, ver Figura N° 25)

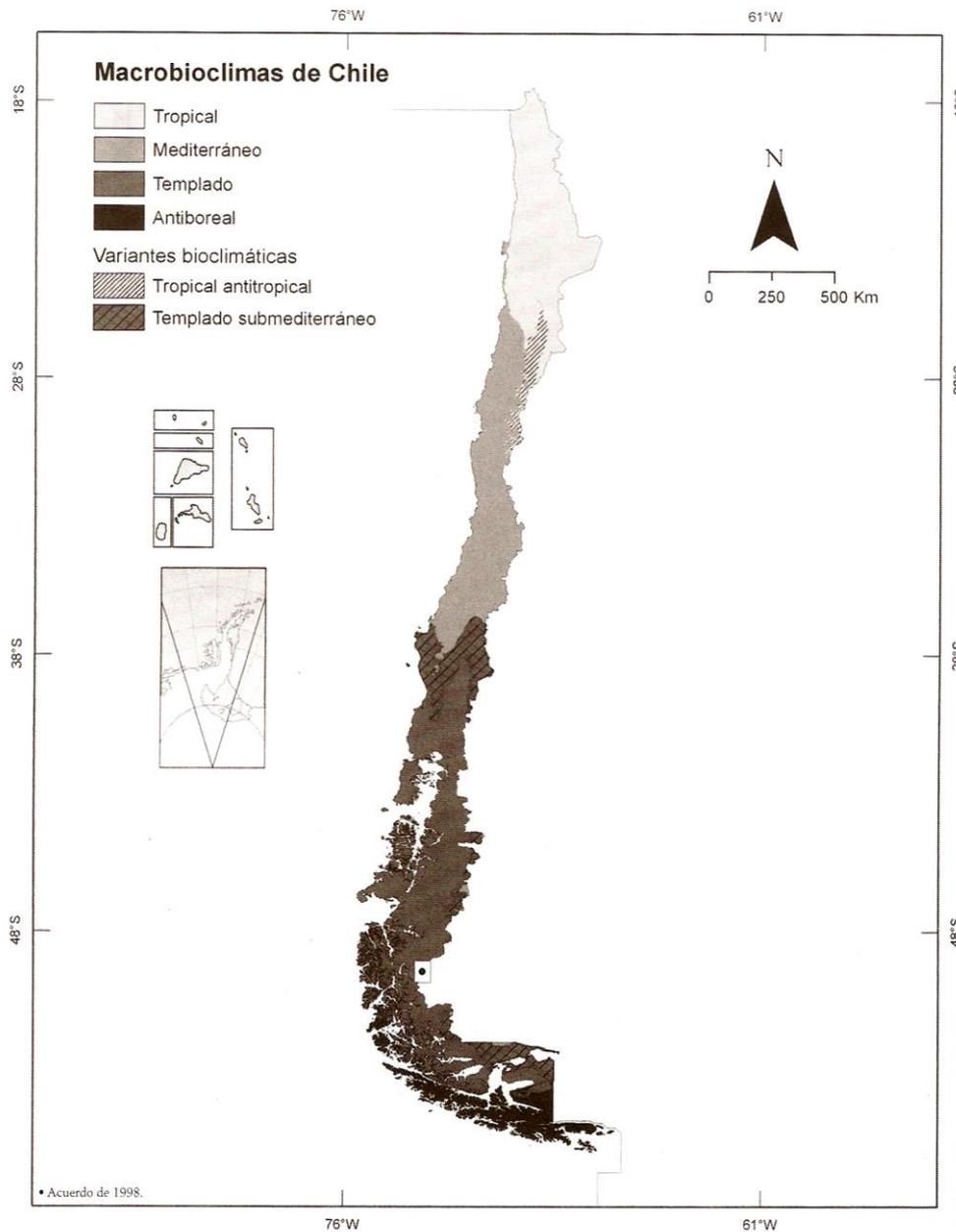
1. Punta Lobería-Quintero, Litoral. (5.1.01)
2. Millahue – Cerro las Pircas, Cordillera de la Costa. (4.1.08)
3. Río La Ligua – Puchuncaví, Valle prelitoral. (5.1.04)
4. Quillota, Valle transversal. (5.1.06)
5. Valparaíso - Algarrobo, Litoral (5.1.02)

Fuente: CIREN, 1990.

Luebert y Pliscoff (2006), realizan una exhaustiva recopilación, análisis y clasificación de la literatura existente sobre la vegetación de Chile y los factores climáticos que intervienen en su distribución. Su sinópsis bioclimática, se basa en la

clasificación bioclimática de Rivas Martínez (2005, en Luebert y Plissock, 2006), (Tabla N° 19), que define cinco macrobioclimas: Tropical, Mediterráneo, Templado, Antiboreal y Polar. La determinación de estos macrobioclimas (Figura N° 26), se basa en la aplicación del índice de continentalidad y del índice ombrotérmico. El primero se define por la amplitud térmica anual (temperatura media del mes más frío y temperatura media del mes más cálido del año). El segundo considera la disponibilidad hídrica anual a través de la relación entre la precipitación y la temperatura acumulada de los meses con temperaturas medias mayores a 0°C.

Figura N° 26: **Macrobioclimas de Chile según Luebert y Plissock, 2006.**



Fuente: Luebert y Plissock, 2006.

Tabla N° 19: **Macroclimas y bioclimas según Rivas-Martínez, 2005.**

<b>Macrobioclima</b>	<b>Bioclima</b>
Bioclimas Tropicales	Pluvial*
	Pluviestacional
	Xérico
	Desértico
	Hiperdesértico
Bioclimas Mediterráneos	Pluviestacional-oceánico
	Pluviestacional-continental*
	Xérico-oceánico
	Xérico-continental*
	Desértico-oceánico
	Desértico-continental*
	Hiperdesértico
Bioclimas Templados	Hiperoceánico
	Oceánico
	Continental*
	Xérico
Bioclimas Antiboreales	Hiperoceánico
	Oceánico*
	Subcontinental*
	Continental*
	Hipercontinental*
	Xérico*
Bioclimas Polares	Hiperoceánico*
	Oceánico*
	Continental*
	Xérico*
	Pergélido*

(\*) Indica bioclimas ausentes en Chile continental

Fuente: Luebert y Plissock, 2006.

De acuerdo a Luebert y Plissock, la franja costera semiárida se encuentra localizada en el dominio del macroclima mediterráneo, que se extiende entre los 23°S y los 39°S, específicamente en el bioclima xérico-oceánico.

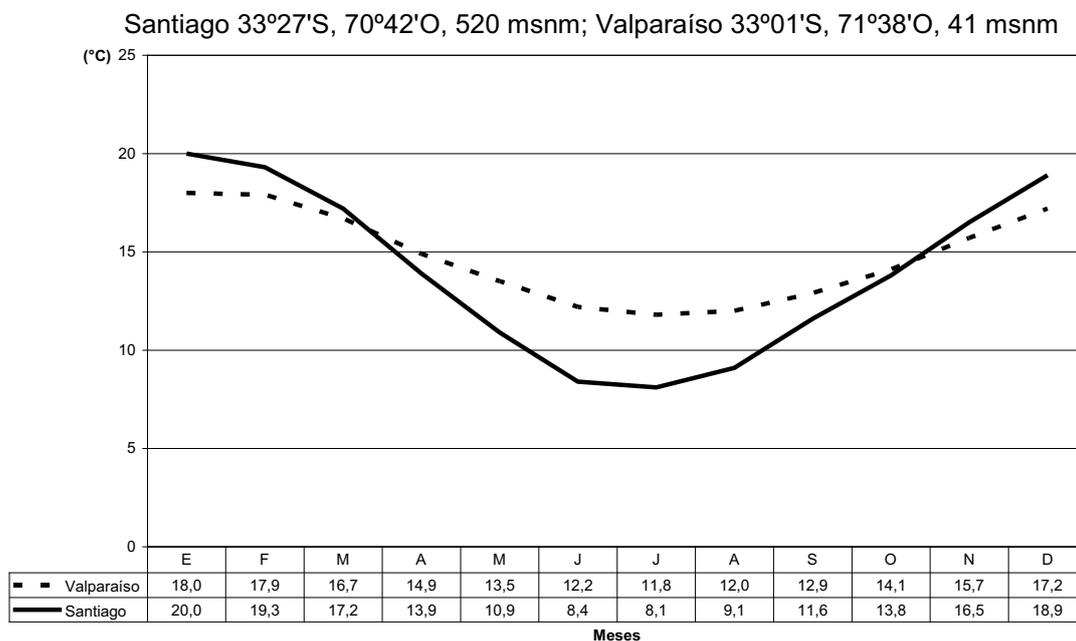
## 6.2. Factores.

Los factores del clima en Chile pueden ser reconocidos como aquellos condicionantes que modifican el comportamiento de los diferentes elementos del clima (temperatura, humedad y presión) y que permiten caracterizar cada lugar dando origen a un determinado paisaje desde el punto de vista del clima.

### 6.2.1. El océano Pacífico y la corriente de Humboldt.

El litoral de Chile, en toda su extensión latitudinal, se encuentra bajo la influencia del océano como moderador del régimen de temperaturas, ello es fácilmente observable si se compara la amplitud térmica anual de las temperaturas medias mensuales de una estación meteorológica localizada en el litoral y otra en el interior del país a la misma latitud. Esta condicionante física particular se explica por la diferente velocidad de conductibilidad calórica del océano, respecto de las superficies sólidas rocosas y del suelo en el continente, entregando por tanto, condiciones de continentalidad dependiendo del lugar considerado. A modo de ejemplo, en la Figura N° 27 se muestra esta situación para dos estaciones localizadas en las ciudades de Valparaíso y Santiago.

Figura N° 27: Efecto de la influencia del océano sobre las temperaturas medias mensuales.



Fuente: Elaboración del autor en base a datos de la DMC, varios años.

La amplitud térmica anual para la estación litoral de Valparaíso, es de 6,2°C, que contrastan con los 11,9°C para la estación Santiago, alejada poco más de 100 km de la costa. Un comportamiento similar se observa si se analizan las oscilaciones diarias de temperatura para cualquier mes del año y para estas mismas estaciones.

Se denomina corriente de Humboldt al desplazamiento de masas de agua oceánica con dirección principalmente norte, de baja salinidad, baja temperatura y relativamente alto contenido de oxígeno disuelto, originada a partir de la corriente de los vientos del oeste entre los 40°S y 50°S, recorre las costas de Chile y sur de Perú, entre la costa sudamericana y el archipiélago de Juan Fernández, a lo largo de 4.000 millas marinas (Romero, 1983).

Paskoff, (1970, 1993) identifica tres características climáticas asociadas a la corriente de Humboldt:

- Presencia de una anomalía térmica negativa del orden de 3° a 4° en relación a la temperatura media latitudinal. La importancia de la latitud es despreciable, ya que las temperaturas casi no presentan variación a lo largo del litoral.
- Presencia de frecuentes camanchacas: nubes estratocúmulos y neblinas, debido a la condensación de la humedad contenida en los niveles bajos de la atmósfera en contacto con las aguas frías de la corriente de Humboldt (Figura N° 28) característica común a prácticamente la totalidad del litoral del centro y norte del país.
- Las aguas frías superficiales que enfrían el aire cálido anticiclónico que desciende sobre ella impiden los movimientos de convección, reduciendo al mínimo la capacidad de absorción de vapor de agua por sobre los 400 m de altitud. Estas masas de aire al pasar sobre el continente se calientan y expanden reduciendo aún más su humedad relativa.

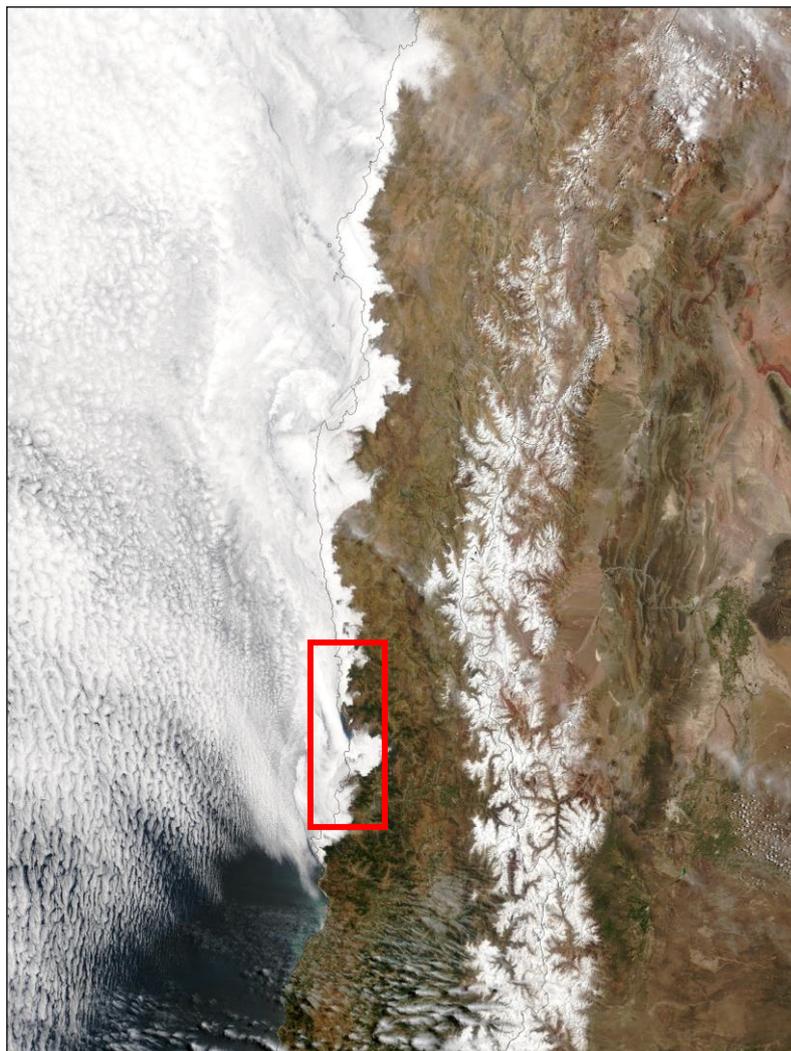
### **6.2.2. El Relieve.**

La cordillera de la Costa como relieve principal de la franja costera no tiene una influencia directa en el clima del área. Su importancia se relaciona más con la detención de las influencias marinas que se trasladan hacia el continente y que son obstaculizadas por este relieve, pero que logran penetrar a través de los valles principales especialmente aquellos que presentan orientaciones S y SO.

La cordillera costera, por tanto, constituye el límite para los tipos climáticos que se encuentran a uno y otro lado de ella. Se definen así que las laderas y territorios que “miran” hacia el occidente (barlovento) son más húmedas que aquellas que lo hacen hacia el oriente (sotavento); esto define además, y con toda lógica, diferencias en las características vegetacionales a uno y otro lado del encadenamiento costero. Por otra parte, las precipitaciones orográficas se favorecen en las vertientes de barlovento, en aquellos momentos en que los frentes meteorológicos logran penetrar hacia estas latitudes en Chile central durante la época invernal.

Existen indudables influencias relacionadas con los vientos locales, sin embargo es un área de investigación poco estudiada en Chile.

Figura N° 28: **Gran banco de nubes que cubren parte del océano y de la franja costera semiárida.**



(\*) El recuadro en rojo indica el área de estudio

Fuente: Imagen Modis, 23 de noviembre de 2002.

### **6.2.3. El sistema anticlinal.**

El centro semipermanente de altas presiones tropicales y subtropicales, conocido como Anticiclón del Pacífico (ACP) se localiza sobre el océano alrededor de los 100°O (Figura N° 29). Posee un movimiento de vaivén en un sentido Norte-Sur, siguiendo los mayores valores de insolación durante el año. Es así como en verano del hemisferio sur, se encuentra desplazado hacia el sur y en la estación invernal hacia el norte. El ACP es responsable de gran parte de las condiciones áridas del norte, debido a la estabilidad que genera el aire subsidente que lo forma.

Su importancia en el clima del semiárido litoral se manifiesta en la protección diferenciada que entrega a esta parte del país durante el año, ya que se comporta como un obstáculo al paso de los sistemas frontales provenientes desde el sur.

En la época estival del hemisferio sur, el ACP se encuentra desplazado hacia el sur, manifestándose su influencia incluso hasta los 45°S. Por el contrario, en los meses invernales, la protección disminuye debido a que el ACP se encuentra desplazado hacia el norte, hasta alrededor de los 25°S. En invierno, si bien su influencia es habitual hasta alrededor de los 38°S, su efecto protector es menor ya que en general se encuentra debilitado.

Peña y Romero (1977, en Romero, 1985) determinaron las características climáticas del área pacífico sudoriental, frente a las costas de Chile, en donde se ejerce la influencia de las altas presiones subtropicales, localizadas entre los 20°S-40°S y 80°O-100°O, encontrando que el proceso de subsidencia de las masas de aire, desplaza masas de aire sobre la superficie del mar a través de un movimiento rotacional retrógrado, creando una circulación de componente este en las latitudes ecuatoriales y de componente oeste en las subpolares, y que se dejan sentir en estas mismas direcciones en la costa continental de Chile.

Por otra parte, y desde el punto de vista físico, una masa de aire que es sometida a cambios volumétricos debido a una compresión o dilatación genera a su vez modificaciones térmicas en su interior. Este proceso conocido como cambio adiabático, recalienta y deseca a la masa de aire, teniendo como efectos la reducción de la humedad y las precipitaciones y acentuando además su capacidad evaporante.

El sistema anticlinal, dentro de la circulación atmosférica regional, en relación con el semiárido litoral chileno, genera los vientos del Oeste. En consideración a los vientos y al escaso roce que ofrece el océano al desplazamiento de las masas de aire, los vientos que llegan a la costa semiárida son principalmente del Suroeste.

#### **6.2.4. El sistema ciclónico.**

El cinturón de bajas presiones subpolares, localizado aproximadamente entre los 50°S y el paso Drake (60°S) (Figura N° 29), genera una circulación de componente este, importante en flujo e intensidad de masas de aire polar marítimo. Su influencia se relaciona con la génesis de los sistemas frontales que provoca tipos climáticos lluviosos y fríos, con una modificación de estos patrones ejercida por la cordillera de los Andes.

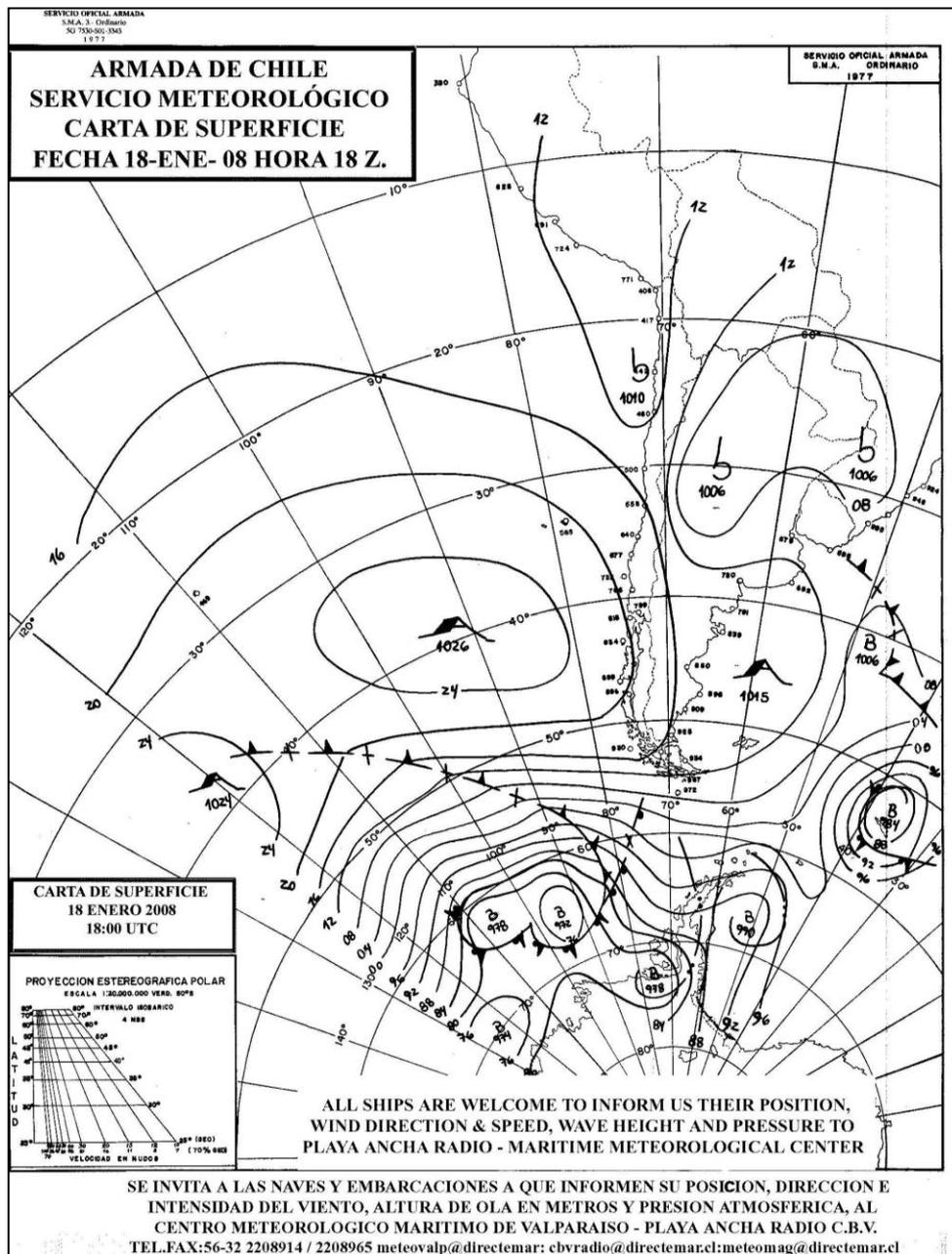
Estos sistemas frontales son responsables de las precipitaciones que logran acceder a las latitudes del semiárido chileno y que son registradas durante los meses invernales en los momentos en que el ACP se encuentra desplazado hacia el norte y su efecto de protección se encuentra disminuido.

### **6.3. Elementos.**

Los elementos de la climatología local se estudiarán mediante el análisis de las estadísticas meteorológicas disponibles, especialmente aquellas referidas a los datos de temperatura y precipitación. Los vientos, al constituir un elemento poco relevante en la franja costera chilena en términos de las dinámicas geomorfológicas, (salvo en los casos de bravesas y marejadas, considerados de forma tangencial en este trabajo de tesis), sólo serán considerados desde el punto de vista bibliográfico. La Tabla N° 20 muestra la localización de las estaciones consideradas y sus principales características.

Las estaciones meteorológicas existentes, si bien tienen una buena distribución espacial en la franja costera estudiada (Mapa N° 7), no todas tienen la misma información (los datos de temperatura sólo existen en tres de las estaciones consideradas); por otra parte, las estadísticas tienen una gran irregularidad temporal.

Figura N° 29: Carta de superficie de los sistemas anticlonales y ciclónicos afectando a Sudamérica.



Fuente: Servicio Meteorológico Armada de Chile, 2008.

### 6.3.1. La temperatura.

Se dispone de la información de las estaciones de La Serena (La Florida) y Valparaíso (punta Ángeles), las que si bien se encuentran fuera del área de estudio, al norte la primera y al sur la segunda, permiten caracterizar las condiciones térmicas probables que debiesen ocurrir al interior del área estudiada. Quintero es la única estación meteorológica existente dentro del área de estudio considerada en este trabajo, sin embargo cuenta con registros escasos, discontinuos e insuficientes para obtener conclusiones totalmente válidas. Para el análisis se han considerado las estadísticas de temperaturas medias mensuales para el periodo comprendido entre los años 1950 y 2005; a partir de las cuales se elaboró la Tabla N° 21, que presenta las temperaturas de enero y julio, los valores de las temperaturas medias del mes más cálido y del mes más frío de cada año, y la amplitud térmica anual.

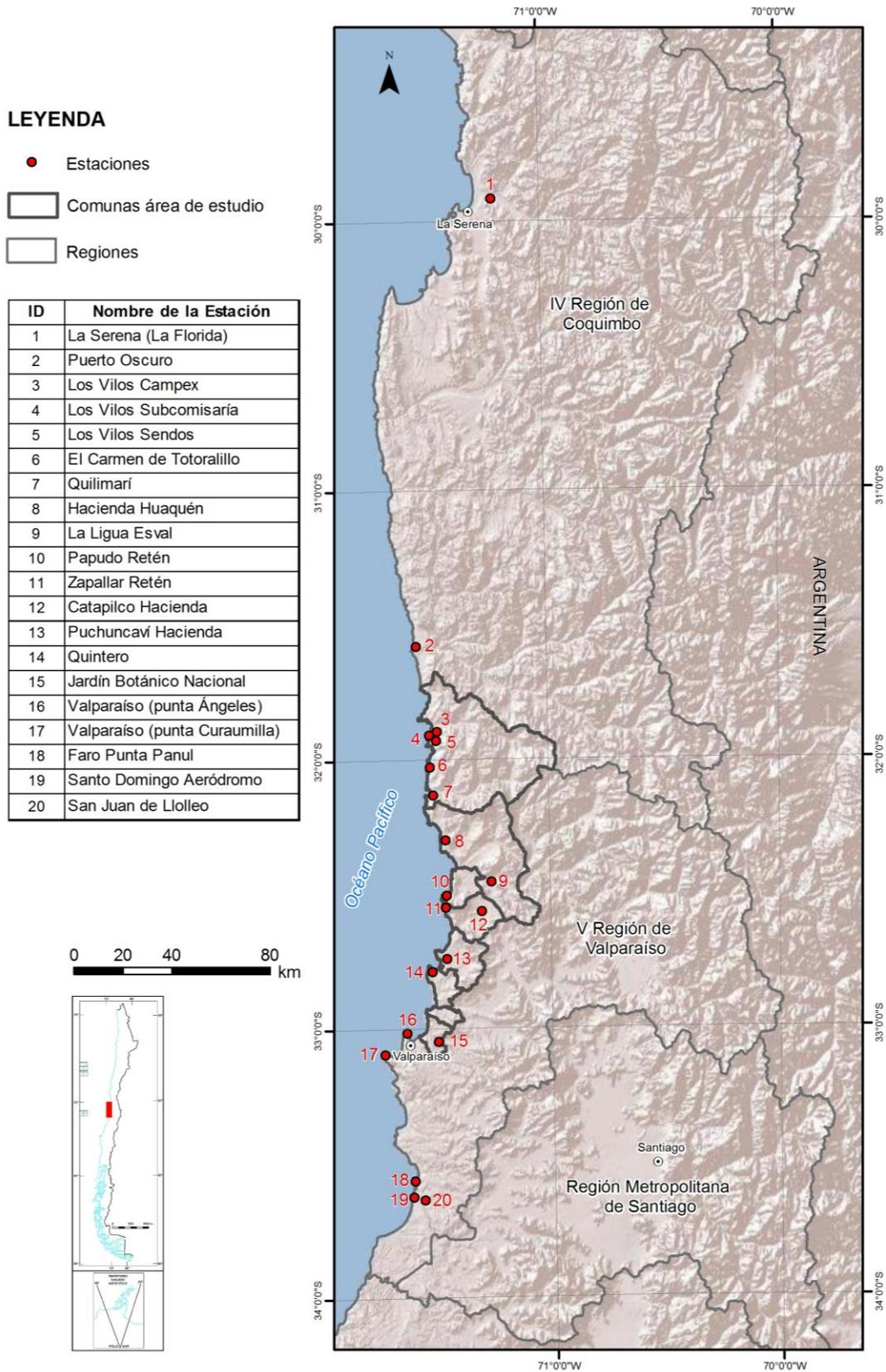
Tabla N° 20: Estaciones meteorológicas de la franja costera semiárida.

ID	Nombre de la Estación	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Años con registros disponibles	
					Pp	T
1	La Serena (La Florida) *	29°55'S	71°12'O	142	153	42
2	Puerto Oscuro *	31°25'S	71°35'O	140	89	-
3	Los Vilos Campex	31°53'S	71°28'O	72	2	-
4	Los Vilos Subcomisaría	31°54'S	71°30'O	20	23	-
5	Los Vilos Sendos	31°55'S	71°30'O	38	21	-
6	El Carmen de Totoralillo	32°03'S	71°33'O	30	25	-
7	Quilimarí	32°08'S	71°30'O	25	32	-
8	Hacienda Huaquén	32°18'S	71°28'O	200	68	-
9	La Ligua Esval	32°27'S	71°16'O	58	87	-
10	Papudo Retén	32°30'S	71°30'O	6	25	-
11	Zapallar Retén	32°32'S	71°30'O	30	31	-
12	Catopilco Hacienda	32°34'S	71°18'O	95	78	-
13	Puchuncaví Hacienda	32°44'S	71°26'O	117	48	-
14	Quintero	32°47'S	71°32'O	4	41	23
15	Jardín Botánico Nacional	33°03'S	71°30'O	50	12	-
16	Valparaíso (punta Ángeles) *	33°01'S	71°39'O	41	99	35
17	Valparaíso (punta Curaumilla) *	33°06'S	71°45'O	85	76	-
18	Faro Punta Panul *	33°34'S	71°37'O	63	50	-
19	Santo Domingo Aeródromo *	33°37'S	71°38'O	77	21	-
20	San Juan de Lolleo *	33°38'S	71°34'O	25	22	-

(\*) Estaciones localizadas fuera del área de estudio

Fuente: DMC, varios años.

Mapa N° 7: Localización de las estaciones meteorológicas en la franja costera.



Fuente: Autor.

Tabla Nº 21: Estadísticas de temperaturas para La Serena, Quintero y Valparaíso.

Años	1. La Serena (La Florida)					14. Quintero					16. Valparaíso (P.Ángeles)				
	ENE	JUL	MAX	MIN	AMP	ENE	JUL	MAX	MIN	AMP	ENE	JUL	MAX	MIN	AMP
1950											17,6	11,9	17,7	11,8	5,9
1951		12,9									17,3	13,9	17,4	12,9	4,5
1952	19,2	12,1	19,2	11,7	7,5						18,6	11,9	18,9	11,2	7,7
1953		11,3									18,3	11,6	18,3	11,6	6,7
1954		10,8									17,3	11,4	18,1	11,4	6,7
1955	18,4	9,3	18,4	9,3	9,1						19,1	10,4	19,1	10,4	8,7
1956											17,2	11,3	17,2	11,2	6,0
1957	16,9	10,0									18,0	11,3	18,0	11,3	6,7
1958	16,8	10,7	17,2	10,3	6,9						17,9	12,3	17,9	11,0	6,9
1959											17,7	12,0	17,9	11,1	6,8
1960											18,9	10,8	18,9	10,8	8,1
1961											18,2	11,9	18,2	11,0	7,2
1962											16,8	10,6	18,1	10,6	7,5
1963	17,0	11,9	18,1	11,4	6,7						17,8	12,3	18,7	11,4	7,3
1964	17,4	9,9	17,4	9,4	8,0						17,9	10,3	18,2	10,3	7,9
1965	17,2	11,1	17,2	11,1	6,1						18,1	11,5	19,9	11,2	8,7
1966	16,4	10,8	16,4	10,0	6,4	15,3	10,4	15,3	9,8	5,5	17,1	11,7	17,1	11,1	6,0
1967	16,5	8,9	16,5	8,9	7,6	18,2	8,4	18,2	8,4	9,8	18,0	10,2	18,0	10,2	7,8
1968	16,6	10,1	16,8	10,1	6,7	15,4	10,6	15,7	10,6	5,1	16,8	11,6	17,0	11,6	5,4
1969	17,7	10,6	17,7	10,4	7,3	16,7	10,0	16,7	9,7	7,0	17,4	11,5	17,4	11,3	6,1
1970	17,4	9,8	17,4	9,7	7,7	16,8	9,2	16,8	9,2	7,6	17,2	10,8	17,2	10,8	6,4
1971	15,6	10,7	15,8	10,3	5,5	14,9	10,9	15,0	10,2	4,8	15,5	11,8	15,6	11,2	4,4
1972	17,0	10,0				16,0	9,8	16,0	9,8	6,2	16,7	10,6	16,7	10,6	6,1
1973						15,9	9,5	15,9	9,2	6,7	16,6	10,4	16,6	10,4	6,2
1974		9,7				14,8	9,4	15,0	9,4	5,6	15,6	10,9	15,6	10,9	4,7
1975	16,4	10,0	16,9	9,8	7,1	16,1	10,3	16,1	10,1	6,0	17,6	9,0	17,6	9,0	8,6
1976	16,8	10,0	17,3	10,0	7,3	15,2	8,8				16,4	11,0	17,1	11,0	6,1
1977	18,1	10,8	18,1	10,8	7,3	16,4	9,6	16,4	9,6	6,8	18,0	11,4	18,0	11,4	6,6
1978	16,6	12,2	16,7	10,3	6,4	15,5	12,2	15,9	8,7	7,2	16,4	13,2	16,5	11,0	5,5
1979															
1980	17,6	11,1	18,6	11,1	7,5	17,2	10,3	17,3	10,3	7,0	17,6	11,7	18,2	11,7	6,5
1981															
1982	17,1	12,2	17,1	12,0	5,1	16,3					17,0	13,0	17,0	12,3	4,7
1983	19,4	11,3	19,4	11,3	8,1						18,3	11,1	18,3	11,1	7,2
1984	17,7	11,2	17,7	9,9	7,8						17,0	11,8	17,0	11,1	5,9

1985	17,8	10,9	17,8	10,5	7,3						17,2	11,5	17,2	11,5	5,7
1986	17,2	10,5	17,6	10,5	7,1						16,9	11,8	17,4	11,8	5,6
1987	17,1	12,0	17,6	10,8	6,8	16,0	11,0	16,1	10,0	6,1	16,6	12,1	17,6	12,1	5,5
1988	16,2	10,0	17,1	10,0	7,1	15,5	9,3	16,5	9,3	7,2	16,5	11,3	17,1	11,3	5,8
1989	16,9	11,0	16,9	10,9	6,0	16,1	9,7	16,1	9,7	6,4	16,9	11,6	16,9	11	5,9
1990	16,7	9,9	16,8	9,8	7,0	16,0	8,9	16,0	8,9	7,1	17,0	11,3	17,0	11,3	5,7
1991	16,6	11,4	16,6	10,8	5,8	15,1	10,4	15,1	9,3	5,8	17,3	12,1	17,3	11,1	6,2
1992	17,2	10,1	17,2	10,1	7,1	16,5	8,2	16,5	8,2	8,3	17,6	10,5	17,6	10,5	7,1
1993	17,3	9,7	17,3	9,7	7,6						17,5	9,8	17,5	9,8	7,7
1994	16,6	10,6	16,6	10,6	6,0						16,5	10,1	16,9	10,1	6,8
1995		9,6					8,5				16,5	11,1	17,2	11,1	6,1
1996	16,7	11,1	16,7	10,0	6,7		10,0				16,9	11,1	16,9	10,9	6,0
1997	17,7	12,2	17,7	12,2	5,5	16,7	10,9	16,7	10,9	5,8	17,4	12,8	17,4	12,8	4,6
1998	18,4	10,8	18,4	10,7	7,7	16,5	9,6	17,0	8,7	8,3	17,5	11,9	17,5	11,1	6,4
1999	16,5	9,6	17,8	9,6	8,2						16,1	11,1	16,5	11,1	5,4
2000	16,4	10,5	16,7	10,5	6,2						16,6	11,2	16,8	11,2	5,6
2001	16,8	11,3	17,7	10,3	7,4						16,7	12,1	16,9	11,7	5,2
2002	17,2	10,1	17,2	10,1	7,1						16,9	11	17,2	11	6,2
2003	16,6	10,3	16,6	10,3	6,3						16,5	11,7	16,5	11,6	4,9
2004	16,6	10,6	16,6	10,6	6,0						17,0	12,0	17,1	12	5,1
2005	17,0	10,8	17,4	10,8	6,6						16,8	14,2	17,4	12,4	5,0
MEDIAS	17,1	10,7	17,4	10,4	6,9	16,0	9,8	16,2	9,5	6,7	17,4	11,4	17,7	11,1	6,5

Fuente: DMC, varios años.

Desde el punto de vista global las temperaturas medias mensuales tienen un comportamiento esperado en las tres estaciones, los mayores valores se alcanzan en los meses estivales, los que disminuyen en los meses de invierno, observándose en términos generales una homogeneidad térmica en las tres estaciones. Sin embargo, a mayor detalle, y contrariamente a lo esperado, las temperaturas medias mensuales obtenidas para enero y julio son levemente mayores en Valparaíso que en La Serena; encontrándose los valores de Quintero en una situación intermedia entre ambas. Similar comportamiento se observa al analizar las medias totales para las tres estaciones (Tabla N° 22). Desde otro punto de vista, se observa una menor amplitud anual (AMP) en la medida que se avanza en latitud que va desde 6,9°C en La Serena, hasta 6,5°C en Valparaíso.

Tabla N° 22: **Temperaturas medias totales para La Serena, Quintero y Valparaíso.**

Estación	ENE	JUL	MAX	MIN	AMP
1. La Serena (La Florida)	17,1	10,7	17,4	10,4	6,9
14. Quintero	16,0	9,8	16,2	9,5	6,7
16. Valparaíso (Punta Ángeles)	17,4	11,4	17,7	11,1	6,5

Fuente: DMC, varios años.

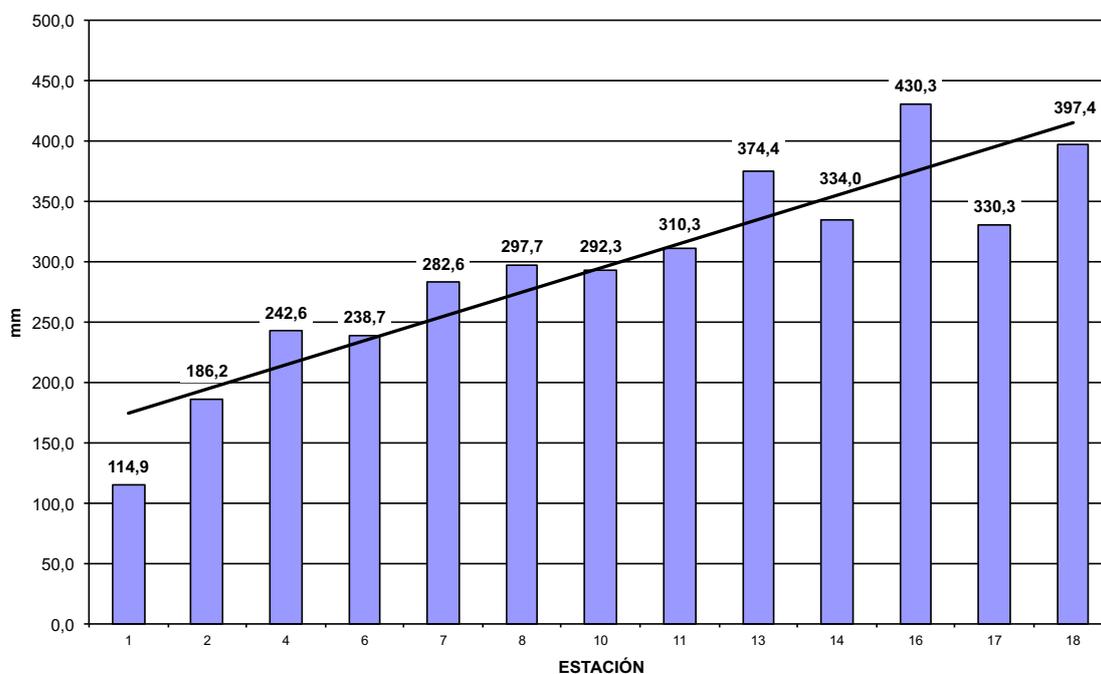
Este comportamiento de las temperaturas puede deberse a desviaciones estadísticas asociadas al número de registros válidos para realizar un análisis más certero, a la presencia de factores climáticos de tipo local que contribuyen a manifestar las diferencias entre las estaciones, a la presencia de climas diferentes, o bien a una expresión del cambio climático.

### 6.3.2. Las precipitaciones.

Para el estudio de las precipitaciones se cuenta con un mayor número de estaciones, distribuidas a lo largo de toda la franja litoral bajo estudio, sin embargo la data disponible es heterogénea desde el punto de vista temporal. Las estadísticas meteorológicas fueron recopiladas y digitalizadas a partir de los anuarios meteorológicos de la Dirección Meteorológica de Chile, para el periodo de 1950 a 2005. Se han considerado los registros de 20 estaciones pluviométricas, de las cuales 13 se encuentran en el área de estudio (Tabla N° 20). En función de la existencia de datos se han omitido algunas estaciones por considerarse poco relevantes para el análisis.

En términos generales las precipitaciones totales aumentan de norte a sur. En La Serena, la estación más septentrional, las precipitaciones medias alcanzan los 114,9 mm, en cambio, en la estación Faro Punta Panul, la más meridional, registra una media de 397,4 mm, Ambas estaciones están separadas por unos 400 km, siendo equivalente a un aumento de alrededor 70 mm de precipitación por cada 100 km de descenso en latitud. La Figura N° 30 fue elaborada considerando los valores medios de cada estación para el total del periodo analizado.

Figura N° 30: Progresión latitudinal de la precipitación de las estaciones seleccionadas.

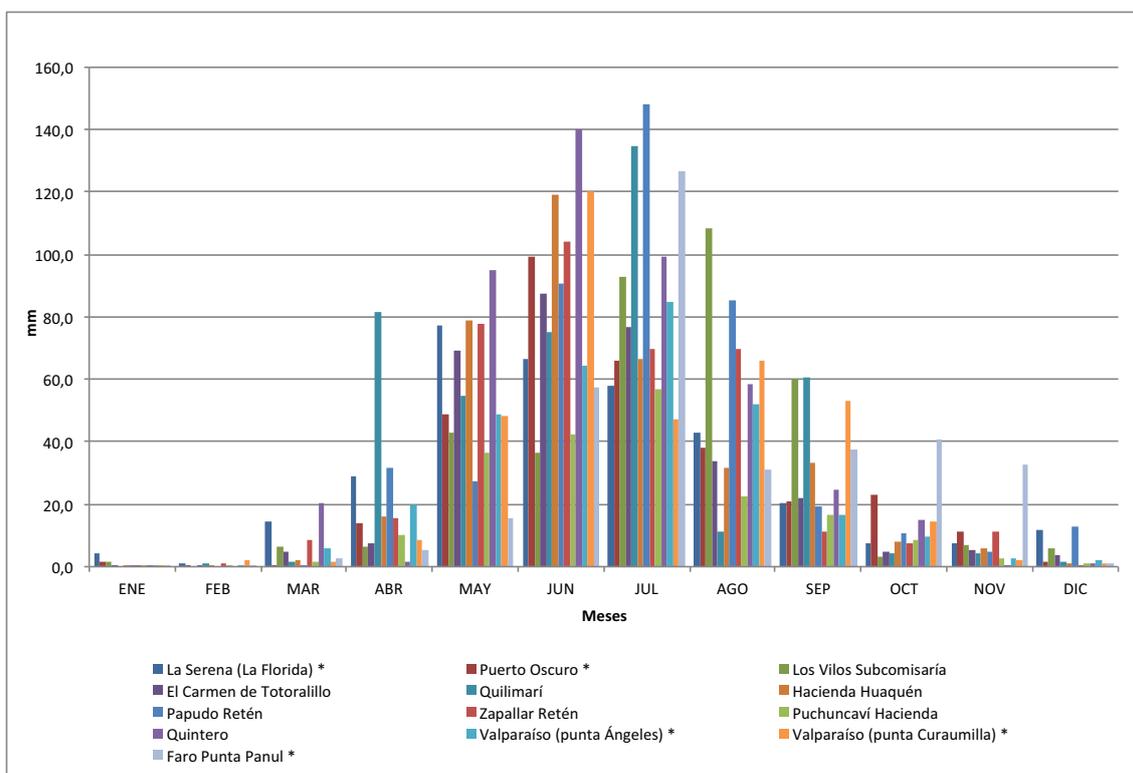


(\*) Los números del eje de las abscisas indican las estaciones de la Tabla N° 20.  
Fuente: Elaboración del autor en base a datos de la DMC, varios años.

Si practicamos un análisis en función de los valores medios anuales obtenidos a partir de la totalidad de las estadísticas consideradas en el periodo (Tabla N° 22), se obtiene que sólo las estaciones de La Serena (29°55'S) y Puerto Oscuro (31°25'S), estaciones 1 y 2, tienen montos de precipitación anual inferiores a 200 mm, valor utilizado como referencia para delimitar los climas de estepa (Fuenzalida, 1971). Por el contrario, las estaciones más meridionales tienen precipitaciones que superan los 300 mm, e incluso los 400 mm, como en el caso de Valparaíso (punta Ángeles).

Las precipitaciones se concentran en los meses de invierno, especialmente entre mayo y septiembre, con montos que giran en torno a los 40 mm en mayo y los 30 mm en septiembre y que equivalen a alrededor del 80% del total de lluvias en el año. Los meses más secos son indudablemente enero, febrero y diciembre, los que en términos generales no alcanzan a llegar al 3% de las precipitaciones del año. Esta irregularidad estacional se observa en la distribución de los montos mensuales medios totales (1950-2005) para cada estación (Figura N° 31).

Figura N° 31: **Precipitaciones medias totales de las estaciones seleccionadas.**



Fuente: Autor en base a datos DMC, varios años.

Además de la estacionalidad de la precipitación, la irregularidad también se observa en las variaciones interanuales para cada estación (Tabla N° 23). El rango de variación para cada una de las estaciones es enorme si se consideran los valores máximos y mínimos observados. Así por ejemplo, en La Serena en el año 1888 se acumuló un total de agua caída de 412,0 mm y en cambio sólo se registraron 7,0 mm en el año 1920. En Quintero, el valor máximo fue alcanzado en 1997, con 903,9 mm y sólo 56,4 mm en 1998. En Valparaíso, el mínimo valor se registró en el año 1924, con 61,8 mm, en cambio el máximo registrado ocurrió en el año 1914, con 1.247,0 mm.

No deja de ser interesante que hay años que son comunes tanto para los montos máximos (1987, 1997), como para los mínimos (1998), este hecho es debido a la influencia de factores atípicos en la configuración climática de la franja costera, seguramente conectados con la influencia del fenómeno de El Niño, como se verá más adelante y que tienen impactos para el conjunto de la franja costera semiárida.

Tabla N° 23: Irregularidad interanual de las precipitaciones.

ID	ESTACIÓN	MEDIA	MAX	AÑO	MIN	AÑO	D.STD
1	La Serena (La Florida) *	114,9	412,0	1888	7,0	1920	81,3
2	Puerto Oscuro *	186,2	551,0	1987	4,8	1998	116,0
4	Los Vilos Subcomisaría	242,6	593,9	1987	51,9	1969	137,4
6	El Carmen de Totalillo	238,7	645,7	1987	87,9	1990	147,3
7	Quilimarí	282,6	770,3	1997	19,8	1998	180,1
8	Hacienda Huaquén	297,7	760,1	1997	32,5	1998	147,8
10	Papudo Retén	292,3	752,1	1987	63,0	1968	175,7
11	Zapallar Retén	310,3	726,4	1997	71,0	1968	172,6
13	Puchuncaví Hacienda	374,4	847,3	1997	57,1	1998	186,0
14	Quintero	334,0	903,9	1997	56,4	1998	191,9
16	Valparaíso (punta Ángeles) *	440,5	1.247,0	1914	61,8	1924	224,4
17	Valparaíso (punta Curaumilla) *	330,3	821,6	1957	45,6	1924	158,7
18	Faro Punta Panul *	397,4	883,0	1965	49,9	1998	178,5

(\*) Estaciones localizadas fuera del área de estudio

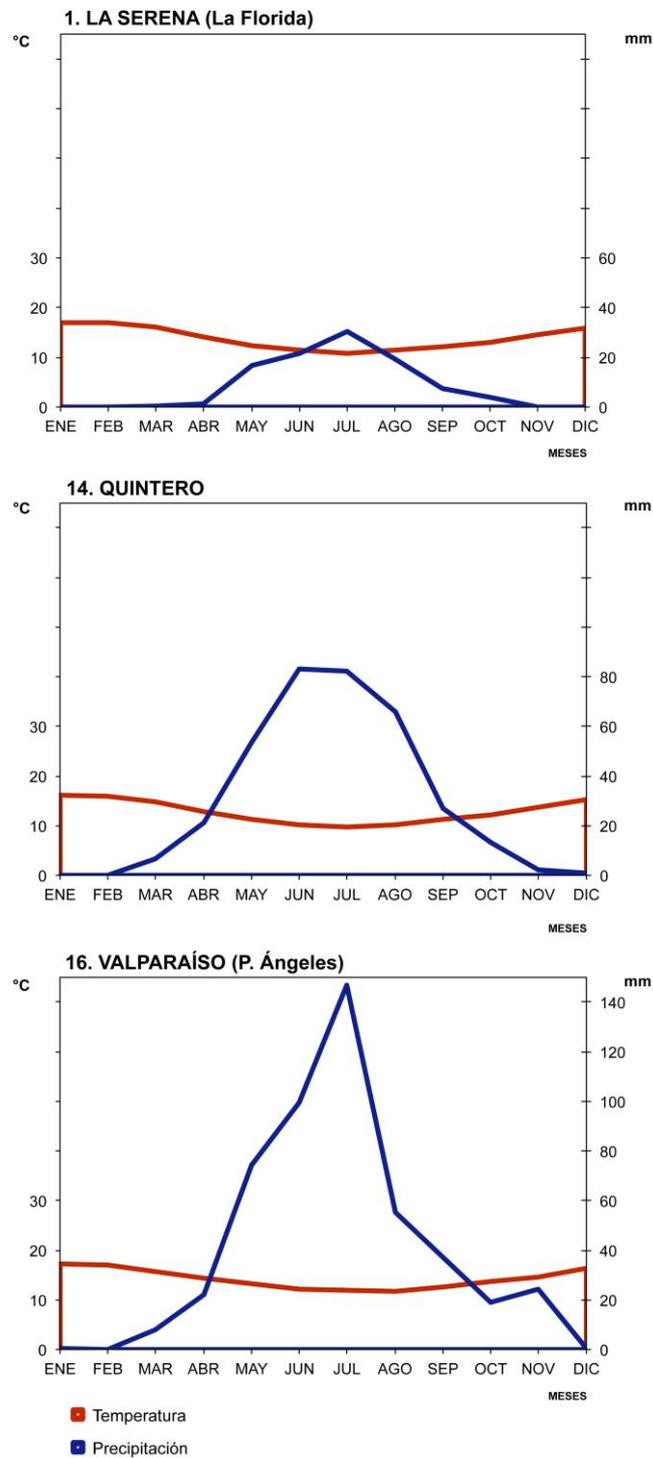
Fuente: DMC, varios años.

Un análisis integrado, considerando las temperaturas y las precipitaciones es necesario en las caracterizaciones climáticas de un lugar. Se construyeron los diagramas ombrotérmicos de las estaciones patrón considerando los criterios de Gausson con el objeto de establecer periodos húmedos y secos, en base a la relación 1 mm de precipitación es igual a 2°C de temperatura (Figura N° 32), por lo que se transforma en una herramienta útil con el objeto de establecer comparaciones (Di Castri y Hajek, 1976). Aquí es posible afirmar que los periodos secos disminuyen hacia el sur: en La Serena se presentan 10 meses secos; en Quintero y Valparaíso 7 meses respectivamente. Este análisis lleva implícito el concepto de aridez, que como tal, se refiere a la falta de agua como consecuencia de la insuficiencia de las precipitaciones (George, 1991).

Se han practicado varios ejercicios que han tenido como objetivo evaluar el concepto de aridez en Chile en base a los datos de temperaturas medias anuales, mensuales, máximas y mínimas medias, etc., y precipitaciones anuales o mensuales (Schneider, 1969; Paskoff, 1970, 1993; Di Castri y Hajek, 1976; Luebert y Pliscoff, 2006). Aplicados sobre estaciones meteorológicas con suficientes series, la mayor parte de estos estudios establecen límites territoriales para el conjunto del país, sin llegar a un acuerdo, en razón de las diferentes metodologías utilizadas, las diferentes

fórmulas empleadas en el cálculo de índices de aridez y las escalas en que fueron expresados estos resultados.

Figura N° 32: Diagramas ombrotérmicos de estaciones seleccionadas.



Fuente: Autor en base a datos DMC, varios años.

### 6.3.3. Los vientos.

Sólo las estaciones meteorológicas de La Serena (29°55'S) y Valparaíso (33°01'S) poseen datos factibles de utilizar con una buena cobertura temporal. Al igual que en el caso de las temperaturas, la estación de Quintero posee datos discontinuos que no permiten obtener conclusiones al nivel deseado. Sin perjuicio de lo anterior, y en razón de los objetivos de la tesis, los vientos son considerados a partir de las informaciones bibliográficas existentes.

Ya fue estudiado en el acápite sobre los factores, la importancia de los sistemas ciclónico y anticiclónico en las características del clima de Chile, fundamentales en la progresión de las precipitaciones en Chile central. Ambos sistemas son los responsables de las características del viento local en la franja costera semiárida chilena los que se suceden alternadamente cada año. Un estudio realizado para el puerto de Quintero muestra algunas conclusiones:

- El viento predominante durante todo el año es del SO.
- Los vientos mayores a 55 nudos provienen desde el S, SO y N.
- Los vientos máximos procedentes del S y SO, se presentan de preferencia en primavera y verano.
- Los vientos máximos del N ocurren principalmente en otoño e invierno.
- Los días de calma, con velocidades de entre 0 y 13 nudos oscilan entre 70% y 86% de los días del año.

### 6.4. El tipo climático actual.

El estudio de las clasificaciones climáticas realizado al inicio de este capítulo da cuenta de las caracterizaciones que han realizado diferentes investigadores del clima del país. Para el caso de la franja costera estudiada, la Tabla N° 24 muestra la síntesis de estas clasificaciones.

Tabla N° 24: **Denominación del tipo climático de la franja costera semiárida según diferentes autores.**

<b>Autor</b>	<b>Denominación del tipo climático</b>
Fuenzalida Villegas, H. (1950); Fuenzalida Ponce, H. (1965)	Clima de estepa con nubosidad abundante (BSn) Clima templado cálido con estación seca prolongada (Csb1)
Fuenzalida Ponce, H. (1971)	Clima de estepa con nubosidad abundante (BSn) Clima templado cálido con estación seca prolongada y gran nubosidad (Csbn)
Di Castri y Hayek (1976)	Zona de tendencia mediterránea, transición árida a semiárida
Peña y Romero (1977)	Clima de lluvias esporádicas en invierno de la región de clima de influencias anticiclónicas y ciclónicas alternadas
Luebert y Pliscoff (2006)	Mediterráneo xérico-oceánico Mediterráneo pluviestacional oceánico

Fuente: Recopilación del autor.

Resulta complejo definir las características climáticas de la franja costera semiárida en Chile, si consideramos que estudios previos enfrentaron esta problemática a una escala de menor detalle y, por lo tanto, con una menor exigencia de series estadísticas y de distribución espacial, que pudo ser manejada de mejor forma considerando las estaciones meteorológicas con mejor calidad de antecedentes estadísticos disponibles a nivel de todo el país.

Desde este punto de vista y siguiendo las ideas de Di Castri y Hajek (1976), es preciso hablar más bien de una zona o **zonas de tendencia** asociadas a uno u otro tipo climático. La escala de trabajo y las características dimensionales de la franja costera bajo estudio imposibilitan una delimitación cartográfica en sentido estricto. Por lo tanto, y siguiendo este razonamiento, se deben tener en cuenta algunas consideraciones previas.

En primer lugar la franja costera estudiada se presenta como un espacio angosto y restringido desde el punto de vista geográfico. El ancho medio de esta costa es de unos 8 km, siguiendo el criterio geomorfológico para dimensionarla, con un largo Norte-Sur de poco más de 100 km.

En segundo término, si bien existe una distribución homogénea de las estaciones meteorológicas, la variabilidad y ausencia de datos es extremadamente alta tanto en términos espaciales como temporales: los datos de precipitación son capturados en estaciones pluviométricas que se encuentran en la totalidad de la costa y se considera que tienen una buena distribución, sin embargo las estaciones que entregan datos térmicos son prácticamente inexistentes hoy en día. Como se manifestara previamente, sólo se cuenta con los antecedentes de estaciones fuera del ámbito de estudio y que pertenecen, de acuerdo a estudios previos a dominios climáticos contiguos. Algunas investigaciones han considerado estadísticas autogeneradas con series de datos de algunos años de duración, pero que luego pierden continuidad.

En tercer término, al considerar a la franja costera como una zona de interfase en donde las relaciones entre las dinámicas atmosféricas, oceánicas y continentales se superponen, se acentúa la relevancia de los factores del clima. En este sentido la importancia del océano es indiscutible como regulador térmico, por otra parte, la importancia del relieve como factor climático se encuentra en segundo plano de relevancia en razón de la geomorfología de la franja costera.

En este sentido, de acuerdo a estas consideraciones es posible entregar las siguientes características en relación al clima de la franja costera semiárida estudiada en esta investigación:

- Las precipitaciones totales aumentan progresivamente en un sentido norte sur.
- La irregularidad de las precipitaciones se manifiesta tanto interanualmente como al interior de cada año.
- Se observa una marcada estacionalidad en el comportamiento de las precipitaciones, las que manifiestan concentraciones invernales y ausencias o disminuciones de ella en los meses estivales.
- La contigüidad del océano influye en la gran regularidad térmica durante el año; sin embargo las amplitudes anuales disminuyen de norte a sur, en una variación que no alcanza al medio grado.
- Las temperaturas medias de enero son más altas en Valparaíso que en La Serena; las de julio son más bajas en La Serena que en Valparaíso, en torno a

los 17°C y 11°C respectivamente. Quintero se presenta con un comportamiento intermedio entre los patrones presentados por estas estaciones.

- La dirección dominante de los vientos cambia en el sentido norte sur, existiendo un desplazamiento desde vientos O hacia vientos SO.

Un análisis de conjunto de los elementos del clima de la franja costera hasta aquí expuesto, permite concluir que no es posible realizar una clasificación del tipo climático a la escala de trabajo en este estudio. En términos regionales, se evidencia una progresión estacional en los meses de invierno de las características climáticas de la franja costera sur de Chile Central hacia el norte, y asimismo una proyección, también estacional asociada a los meses de verano, de las características climáticas de la franja costera norte del país hacia el sur. Las diferentes aproximaciones en el estudio de la aridez, dan cuenta de esta transicionalidad en las características climáticas de la franja costera sujeto de estudio de esta investigación, la que se expresa tanto para consideraciones anuales como estacionales.

#### **6.4.1. ¿Está cambiando el clima en la franja costera semiárida?**

Se analizaron los registros meteorológicos de las 13 estaciones seleccionadas, en los parámetros de precipitaciones totales anuales, a las que se les calculó las líneas de tendencia para el conjunto de datos disponibles (Figura N° 33).

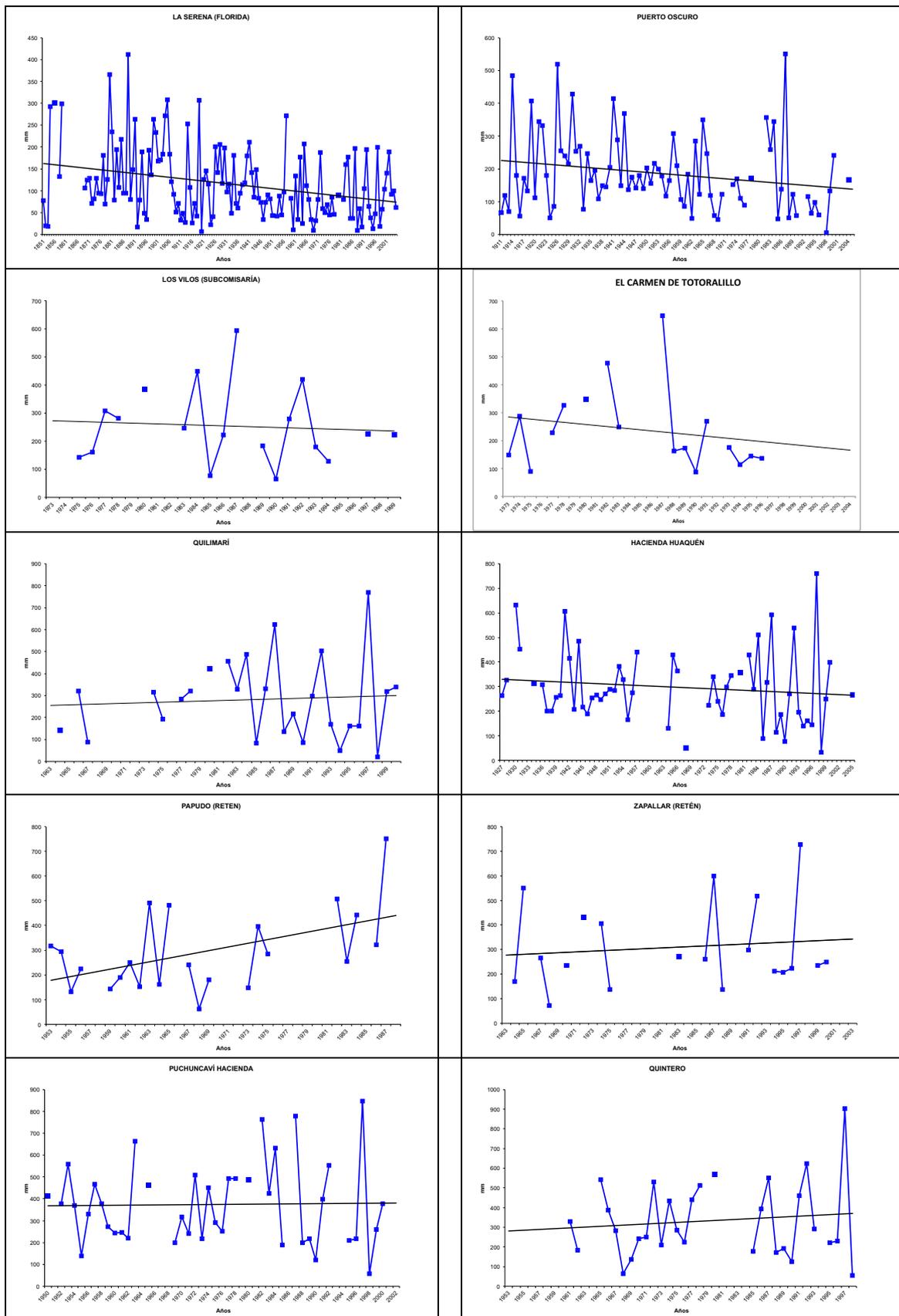
El procedimiento descrito debe por tanto ser considerado referencial en el caso de las estaciones que tienen poca data disponible, sin embargo es claro en aquellos casos en que las estadísticas son abundantes. Las rectas de tendencia muestran una tendencia a la disminución de las precipitaciones totales anuales en el caso de las estaciones La Serena (1), Puerto Oscuro (2), El Carmen de Totoralillo (6), Hacienda Huaquén (8), Valparaíso punta Ángeles (16), Valparaíso punta Curaumilla (17) y Faro punta Panul (18). Todas ellas, salvo el caso de la estación El Carmen de Totoralillo (6), tienen sobre 50 años de registros válidos para este ejercicio, que sólo cuenta con datos para 30 años de observaciones consideradas.

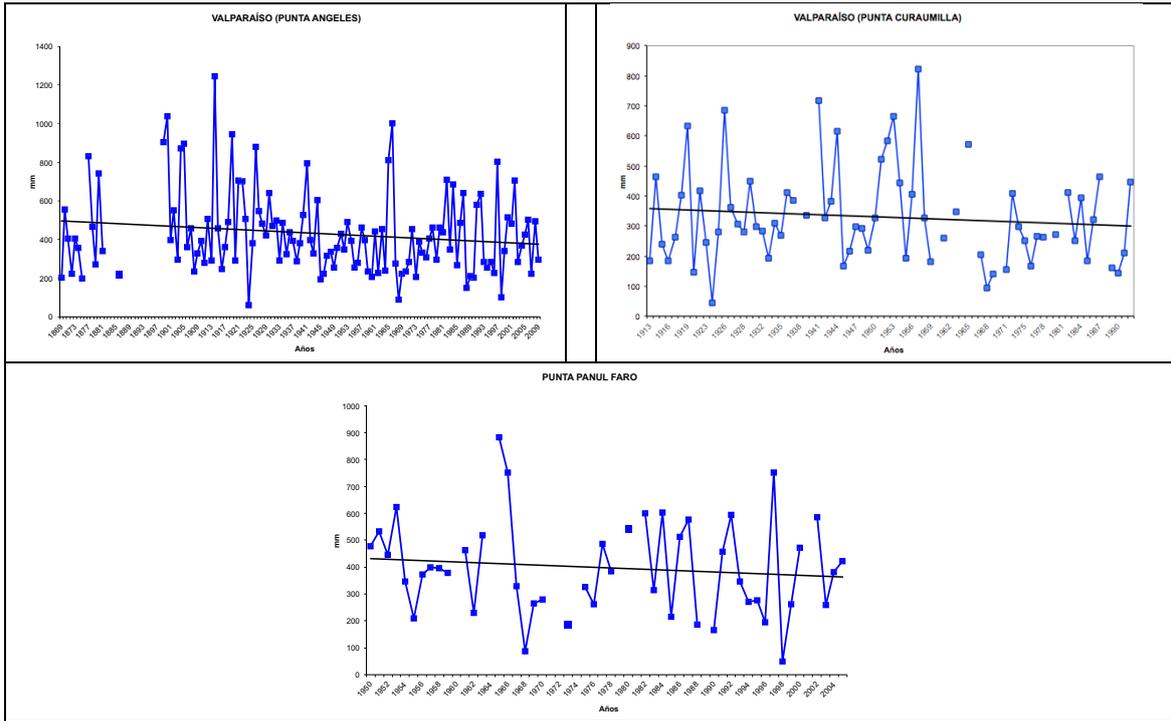
Un análisis similar ha sido practicado por el Servicio Meteorológico de la Armada de Chile (<http://meteoarmada.directemar.cl>), sobre las precipitaciones totales anuales registradas en la estación Valparaíso punta Ángeles, entre los años 1901 y 2009 (Figura N° 34). Se obtuvieron los promedios cada 30 años de registros, observándose los siguientes resultados:

- |                     |          |
|---------------------|----------|
| • Periodo 1901-1930 | 507,8 mm |
| • Periodo 1931-1960 | 380,4 mm |
| • Periodo 1961-1990 | 371,7 mm |
| • Periodo 1991-2009 | 390,4 mm |

El resto de las estaciones pluviométricas presentan rectas de tendencia de pendiente positiva: Los Vilos Subcomisaría (4), Quilimarí (7), Papudo Retén (10), Zapallar Retén (11), Puchuncaví Hacienda (13) y Quintero (14). A excepción de estas dos últimas que tienen registros de 48 y 41 años respectivamente, todas las demás poseen sólo entre 20 y 30 años de observaciones, con una muy irregular continuidad temporal (Figura N° 33).

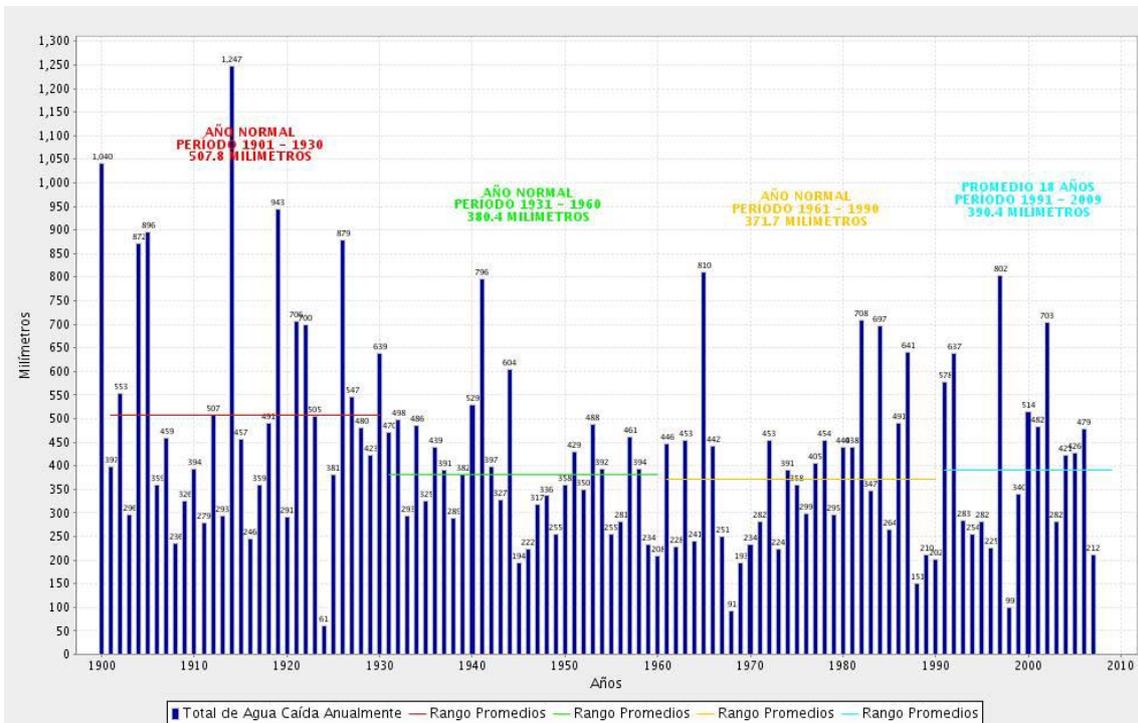
Figura N° 33: Tendencias de las precipitaciones totales anuales para estaciones seleccionadas.





Fuente: Autor en base a datos DMC, varios años.

Figura Nº 34: Pluviometría histórica de Valparaíso.



Fuente: <http://meteoarmada.directemar.cl>

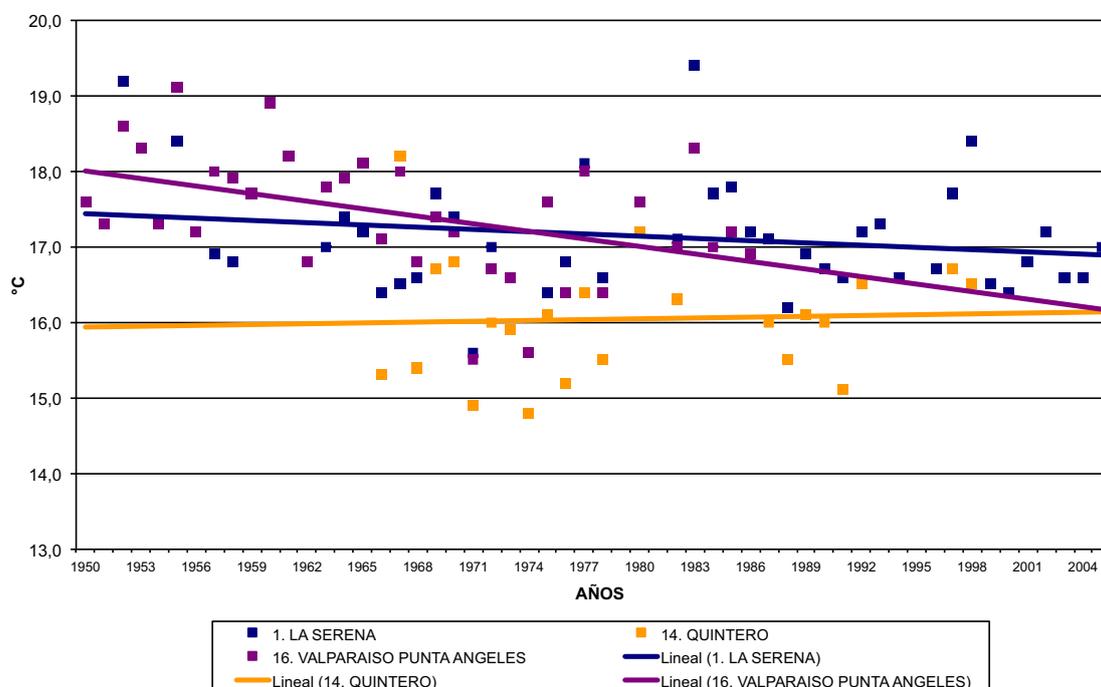
Un análisis similar se realizó sobre las temperaturas medias mensuales de enero y julio y las amplitudes anuales para las estaciones de La Serena (1), Quintero (14) y Valparaíso (16).

Las rectas de tendencia son negativas en La Serena y Valparaíso para las temperaturas medias del mes de enero, y muy levemente positiva para Quintero en el mismo mes (Figura N° 35); la disminución de las temperaturas es más acusada en el caso de Valparaíso que en el caso de La Serena. Por otra parte, si consideramos el mes de julio, las rectas de tendencia son negativas para las tres estaciones, sin embargo las pendientes son mucho más suaves y se disponen paralelamente entre ellas (Figura N° 36).

La Figura N° 37 muestra la progresión de las amplitudes térmicas, para las mismas estaciones, calculadas considerando los valores medio máximo y mínimo de cada año. La amplitud térmica anual tiende a ser similar para La Serena y Valparaíso al inicio del periodo considerado (alrededor de 7°C), sin embargo acusa una mayor diferencia en el caso de Valparaíso que en La Serena al final del periodo (alrededor de 6,5°C y 5,5°C respectivamente).

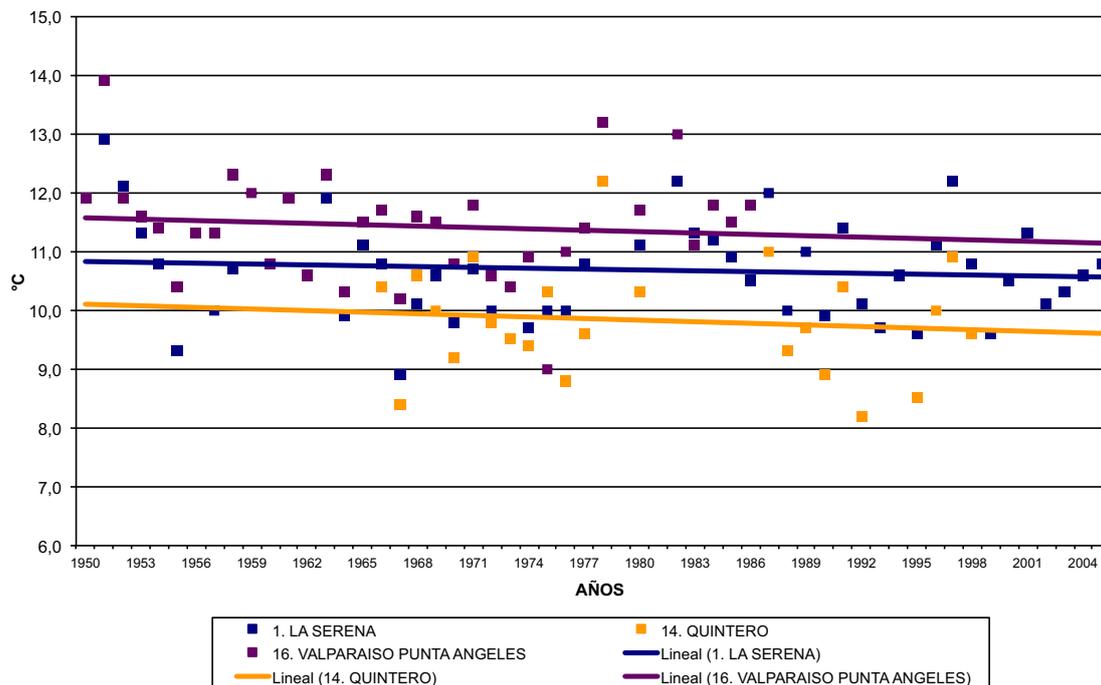
El caso de Quintero se presenta de forma contraria ya que las amplitudes térmicas aumentan, desde poco más de 6,0°C a poco más de 7,0°C en el mismo periodo.

Figura N° 35: Tendencias de las temperaturas medias de enero para La Serena, Quintero y Valparaíso.



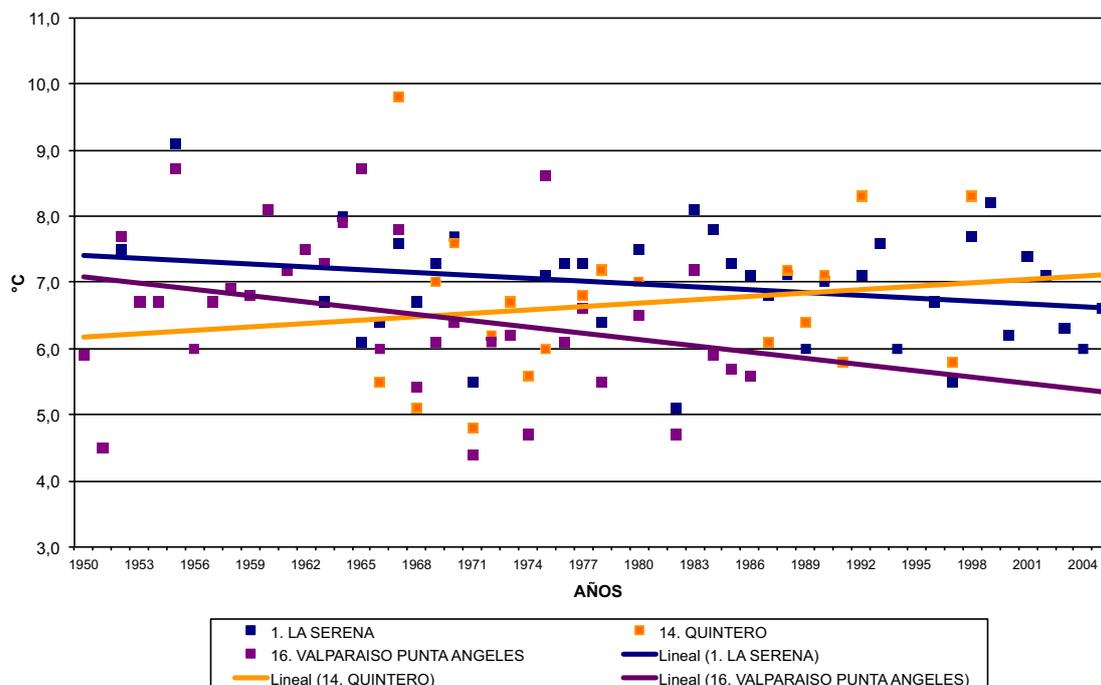
Fuente: Elaboración del autor en base a datos de la DMC, varios años.

Figura N° 36: Tendencias de las temperaturas medias de julio para La Serena, Quintero y Valparaíso.



Fuente: Elaboración del autor en base a datos de la DMC, varios años.

Figura N° 37 Tendencias de las amplitudes anuales, La Serena, Quintero y Valparaíso.



Fuente: Elaboración del autor en base a datos de la DMC, varios años.

El análisis realizado si bien es adecuado en términos metodológicos se enfrenta con el problema de los vacíos de las series estadísticas, ya que se presentan diferentes situaciones que obstaculizan el análisis: años completos sin registros, meses en los cuales no se realizaron observaciones y series poco extensas de datos.

Se han analizado sólo dos variables para lograr dar una respuesta ante la interrogante de si se manifiesta un cambio climático en la franja costera semiárida chilena. Puede parecer pretencioso afirmar de manera tajante que si se observan cambios, sin embargo en términos generales y considerando las limitaciones y sencillez del análisis las estadísticas muestran, por una parte, tendencias a una disminución de las precipitaciones y la disposición hacia periodos estivales más frescos e inviernos un poco más fríos que en la actualidad.

La afirmación de un cambio climático manifiesto en la franja costera semiárida chilena se vería reforzada con el análisis de otros parámetros como la humedad relativa del aire; nubosidad; temperaturas extremas e intensidad de las precipitaciones.

Un estudio desarrollado por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile (2006) utilizando diferentes modelos y siguiendo las recomendaciones del IPCC (2001), evidenció cambios positivos de calentamiento para todo el país para dos escenarios (moderado y severo) para una proyección comprendida entre los años 2071-2100. En el caso de las precipitaciones, indica pérdidas generalizadas en la región en la que se encuentra el área de estudio de esta tesis (Departamento de Geofísica, 2006).

#### **6.4.2. Los cambios climáticos durante el Cuaternario.**

Paskoff (1970), fue el primero que realizó una sistematización de los principales argumentos que permiten demostrar la sucesión de cambios climáticos incluso desde fines del Terciario, en el Norte Chico chileno (27°S-33°S). Refiriéndose al litoral, indica que:

- Se ha desarrollado una alternancia de épocas frías y lluviosas, y épocas frías y secas como la actual.
- Las fases glaciales y pluviales ocurren simultáneamente y se corresponden con las regresiones glacioeustáticas.
- Los periodos interglaciales e interpluviales son contemporáneos a los altos niveles marinos.

Los antecedentes existentes sobre esta misma área, son de variada índole. Argumentaciones paleontológicas evidencian que durante el Cuaternario se desarrolló una asociación faunística hoy inexistente que parece pertenecer al Pleistoceno, así se identificaron 4 géneros de mamíferos: *Mastodon* (Tongoy 30°15'S, 71°30'O; Los Vilos 31°54'S, 71°30'O; La Ligua 32°26'S, 71°13'O), *Macrauchenia* (Tongoy 30°15'S, 71°30'O), *Equus* (Coquimbo 29°57'S, 71° 20'O; Los Vilos 31°54'S, 71°30'O; La Ligua, 32°26'S, 71°13'O; La Calera 32°47'S, 71°12'O), *Hippidion* (Ovalle 30°35'S, 71°12'O). Sin embargo en razón de su extensa área de distribución, pues se han encontrado en lugares que incluso son opuestos desde el punto de vista climático, que evidencia migraciones N-S y su desaparición durante el Holoceno, debida seguramente a la coexistencia con grupos de cazadores, afirma que no es posible obtener conclusiones útiles desde un punto de vista paleoclimático (Paskoff, 1993).

En la actualidad se reconoce la relevancia de la costa de la región del semiárido de Chile para el estudio de la paleontología de mamíferos continentales extintos, en razón de la abundancia de yacimientos cuaternarios en un área muy delimitada. (López, 2007). Uno de los sitios existentes que han sido estudiados con gran detalle, corresponde a la quebrada de Quereo (31°55'S, 71°30'O), un par de kilómetros al sur de Los Vilos. La plataforma litoral, se encuentra descubierta en forma discontinua por arenas pleistocénicas, que debido a la deflación descubren sitios arqueológicos y paleontológicos, esto también dificulta el análisis debido a que se pierde el control estratigráfico de los depósitos.

Las especies de moluscos del Mioceno, inexistentes en proporciones del 70% en el mar litoral actual tienen cercanía a aguas tibias, por el contrario, las especies del Pliopleistoceno, que poco se diferencian a las actuales, se encuentran asociadas más bien a aguas frías. Estos antecedentes permiten concluir que a fines del Mioceno el litoral semiárido debió tener una tendencia cálida, que se ha refrescado durante el Pliocuatnario, seguramente influenciado por la corriente de Humboldt.

En términos vegetacionales, uno de los aspectos más sobresalientes del paisaje del litoral del semiárido chileno, es la existencia del bosque relicto de Fray Jorge (30°40'S, 71°40'O). Localizado sobre el encadenamiento costero de Altos de Talinay (30°17'S a 30°47'S), llama la atención por mantener especies vegetales (principalmente árboles y helechos) típicas de ambientes húmedos localizados a más de 1.000 km hacia el sur de Chile, que muestran montos de precipitación de más de 1.500 mm anuales.

Las causas que explican la existencia del bosque de Fray Jorge en Altos de Talinay, se relacionan con la coincidencia de varios factores geográficos que confluyen en esta área y que han logrado mantener en parte la vegetación existente en este lugar. Se señalan por una parte los nublados abundantes que caracterizan este litoral y el relieve, que detiene la influencia de las masas de aire húmedo, permitiendo entregar agua a la vegetación que allí existe.

## **6.5. Manifestaciones excepcionales.**

El estudio del clima no sólo debe contemplar el estudio de los valores medios y sus desviaciones, los valores extremos por sobre y bajo estos valores ayudan a configurar las características climáticas de un determinado lugar. Siempre manteniendo en vista los aspectos dinámicos de la franja costera semiárida chilena, se reconocen tres elementos importantes que consideraremos como procesos fundamentales de la influencia climática sobre el sistema geomorfológico y que por lo tanto ayudarán a comprender las relaciones mesosistémicas entre ellos.

Es así como se estudiarán las lluvias extremas y las características de los fenómenos de El Niño y la Niña.

### **6.5.1. Lluvias extremas.**

El estudio y caracterización climática de un lugar debe además de considerar los valores medios, considerados como situaciones "normales", los valores extremos que se alejan del comportamiento estadístico promedio.

Se han considerado las precipitaciones máximas en 24 horas como un parámetro que expresa la intensidad del fenómeno (Tabla N° 25), la concentración de las precipitaciones en cortos periodos de tiempo es uno de los factores que explica la intensificación de los procesos erosivos y el desarrollo de remociones en masa. En términos generales la estacionalidad de las precipitaciones máximas en 24 horas presenta un comportamiento relativamente esperado para el conjunto de las estaciones consideradas: los montos máximos se concentran en la época invernal, en cambio los valores mínimos se encuentran durante el verano.

Tabla N° 25: **Precipitaciones máximas en 24 horas, máximos registrados.**

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1. La Serena (La Florida)	1,6	0,6	13,8	23,3	100,0	59,4	104,7	66,7	30,8	16,5	9,4	16,4
	1994	1994	1992	1980	1957	1992	1987	1972	1963	1977	1950	1957
2. Puerto Oscuro	2,0	1,3	10,1	64,0	49,0	66,5	117,0	60,0	34,0	27,0	24,5	2,7
	1995	1976	1982	1980	1986	2000	1987	1982	2000	1973	1978	1983
4. Los Vilos Subcomisaría	1,0		22,1	97,0	83,5	77,0	88,6	74,0	65,0	43,3	48,5	
	1983		1992	1980	1997	1992	1984	1987	1980	1976	1978	
6. El Carmen de Totalillo	1,4	1,1	23,0	64,0	86,6	85,0	70,5	111,3	75,0	40,0	54,5	1,3
	1995	1995	1976	1980	1997	1992	1984	1982	1980	1976	1978	1996
7. Quilimarí			25,5	53,0	115,0	105,0	85,6	95,0	106,4	53,6	55,0	
			1992	1966	1986	2000	1987	1997	1980	1997	1978	
8. Hacienda Huaquén	0,3		35,0	44,7	90,5	259,2	99,0	98,3	66,0	44,8	51,0	
	1999		1982	2004	1986	2002	1987	1997	1980	1997	1978	
10. Papudo Retén			10,0	13,0	58,7	107,0	97,0	95,0	49,5	19,6	74,0	
			1982	1975	1986	1974	1987	1987	1967	1987	1986	
11. Zapallar Retén		1,5	24,1	34,8	77,0	190,7	75,2	89,5	58,5	32,2	50,0	2,5
		2003	1992	1993	2003	2002	1996	1997	1967	1997	1986	1995
13. Puchuncaví Hacienda	1,1	2,3	24,7	46,4	111,0	105,0	90,0	110,0	68,5	41,1	39,7	2,2
	1983	2000	1982	1993	1957	1952	1987	1963	1978	1997	1986	1991
14. Quintero	3,1	1,7	33,1	56,4	118,6	114,4	83,3	107,5	82,0	34,3	47,4	18,7
	1971	1975	1992	1993	1997	1992	1967	1997	1978	1997	1978	1966
16. Valparaíso (punta Ángeles)	7,0	0,2	21,4	63,0	86,0	76,5	84,9	93,0	53,0	28,1	44,5	32,6
	1956	1985	1962	1950	1953	1958	1984	1965	1963	1976	1978	1957
17. Valparaíso (punta Curaumilla)	2,5	0,3	25,0	60,7	71,5	51,8	107,0	92,8	37,1	41,2	40,0	6,3
	1977	1993	1990	1993	1982	1992	1965	1968	1992	1976	1986	1989
18. Faro punta Panul	1,3	18,2	42,0	71,0	113,9	88,0	131,5	80,2	93,8	50,7	44,2	27,0
	2003	2000	1956	1950	1992	2002	1965	1997	2000	1977	1986	1969

(\*) Las filas en gris señalan el año del registro.

Fuente: DMC, varios años.

Por otra parte, el patrón de comportamiento de estas precipitaciones máximas no es claro en un aumento esperado de norte a sur. Eventos meteorológicos en que se manifestaron precipitaciones máximas en 24 horas superiores a 50 mm se encuentran concentradas prácticamente en todas las estaciones entre abril y septiembre, a excepción de las estaciones 8, 10, 11 y 13 en donde este valor recién se supera en mayo; manifestaciones sobre este valor también se encuentran en el mes noviembre,

pero sólo en algunas estaciones: 6, 7, 8, 10 y 11. Desde otro punto de vista el umbral de los 50 mm en 24 horas fue superado en 8 estaciones en 1997 en los meses de mayo y agosto; y en 6 estaciones en el mes de julio en el año 1987.

Las precipitaciones con montos superiores a 100 mm en 24 horas, se encuentran entre mayo y agosto, repartidas irregularmente en varias de las estaciones en el mes de mayo (1, 7, 13, 14 y 18), pero con una notoria concentración geográfica en el mes de junio en las estaciones 7, 8, 10, 11, 13 y 14.

De acuerdo a este análisis se destacan como interesantes las estaciones Hacienda Huaquén y Zapallar Retén, que en el mes de junio de 2002 registraron 259,2 mm y 190,7 mm de agua caída en 24 horas respectivamente. El valor de la precipitación máxima ocurrida en junio de ese año en la estación Hacienda Huaquén, se acerca notablemente al valor de la precipitación anual media para esa misma estación (Tabla N° 23).

### **6.5.2. El fenómeno de El Niño/La Niña.**

Cañón y Morales (1985) consideran al fenómeno de El Niño como un aspecto dinámico específico del mar chileno, importante y no común a otras áreas del océano Pacífico. Ellos mismos indican las alteraciones que provoca su presencia: temperaturas inusualmente cálidas del mar, mareas rojas, lluvias torrenciales, desbordes de ríos y avalanchas.

Los eventos ENOS (El Niño Oscilación del Sur) se conocen desde tiempos muy antiguos. Las primeras observaciones daban cuenta de alzamientos de la temperatura del mar en las costas de Perú. En la actualidad se afirma tajantemente que este fenómeno constituye una manifestación de la estrecha dinámica del sistema océano-atmósfera. En la cual las diferencias positivas (evento Niño) o negativas (evento Niña) de presión atmosférica entre el centro de baja presión localizado en la región de Indonesia y el anticiclón del Pacífico (ACP) frente a las costas de Chile expresados en el índice de oscilación del sur, provocan alteraciones en el desarrollo de los vientos alisios y por consiguiente en el flujo de las masas de agua oceánica. A los efectos señalados por Cañón y Morales, se agrega una alteración en el nivel del mar, con cambios positivos o negativos a uno y otro lado de la cuenca oceánica pacífica.

Se han encontrado estrechas relaciones entre la oscilación del sur, y las precipitaciones subtropicales de Chile; evidencias similares también se manifiestan al contrastar las fluctuaciones térmicas del aire y el desarrollo de estos mismos fenómenos (Quinn, 1982, en Cañón y Morales, 1985). En este sentido han sido destacados los eventos El Niño 1982-83 y 1997-1998, como especiales desde el punto de vista de su agresividad con la cual sus manifestaciones se dieron a conocer en Chile.

Existen otro tipo de manifestaciones que se asocian por tanto a estos eventos y que necesitan ser convenientemente estudiados, no sólo desde el punto de vista de su génesis y consecuencias, sino también desde el punto de vista de sus diferencias. Surgen, en ese sentido interesantes líneas de investigación como son los fenómenos de las sequías, la variabilidad de los flujos de vientos, la temperatura superficial del mar, la precipitación torrencial de la franja costera o el desierto florido.

## **6.6. La interacción entre los subsistemas climático y geomorfológico.**

Se han estudiado y descrito las características climáticas de la franja costera comprendida entre los 32° y 33°S, principalmente a partir de datos de temperaturas y de precipitación, sin proponer una red denominación ni tampoco contribuir a una clasificación climática de la costa. Las diferentes clasificaciones estudiadas para esta área indican que en estas latitudes se ponen en contacto el clima semiárido y el clima mediterráneo (Tabla N° 24). Las representaciones cartográficas son consideradas por tanto como modelos que permiten la definición de la extensión espacial de estos tipos climáticos, en donde se aprecian rasgos de uno y otro tipo, pero que en el nivel de detalle estudiado en esta investigación no son claros.

Desde el punto de vista de los procesos dinámicos se plantean dos temas de interés asociados a cada uno de los elementos climáticos estudiados y que se definen en un ambiente morfoclimático de interacción.

Las precipitaciones son fundamentales para el desarrollo de procesos geomorfológicos. Tanto la irregularidad interanual que provoca condiciones de aridez y por consiguiente tiene efectos sobre el ciclo vegetativo de las plantas, como la intensidad de las lluvias, que ven facilitada su acción ante un suelo desnudo, favorecen procesos erosivos y movimientos en masa, que son gatillados o activados cuando se superan ciertos umbrales, o volúmenes de agua caída por unidad de tiempo.

Si bien las precipitaciones de esta área son debidas al sistema ciclónico, y por lo tanto, impactan al continente en un vector este-oeste; existe una notoria progresión de los montos totales anuales de las precipitaciones en el sentido norte-sur. Sin embargo si se consideran los valores de concentración de precipitaciones en 24 horas, que si tiene incidencia en el desarrollo de procesos morfodinámicos, no se aprecia un patrón definido en la distribución, sin embargo existe una evidente concentración de los valores máximos en las épocas invernales, con valores que giran en torno a los 20 mm en 24 horas a partir de marzo y que se encuentran incluso hasta noviembre, y que han registrado máximos notables superiores a 50 mm en estos mismos meses. Se deduce que la estación de otoño, es crítica en este sentido, pues las precipitaciones afectan un suelo seco, y con vegetación escasa, que ha debido soportar la ausencia de humedad del verano. Una línea interesante de acción en este sentido es la definición de umbrales de precipitación en los cuales se permiten el desarrollo de procesos geomorfológicos en la franja costera y la frecuencia con que esos umbrales se observan y superan en un análisis evolutivo y espacial.

Para el conjunto de las estaciones, la progresión positiva de las precipitaciones en un sentido norte-sur, tiene incidencia directa en la morfoconservación de las unidades. En efecto, los procesos erosivos aumentan de norte a sur y las formas tienden a suavizarse. A modo de ejemplo, las observaciones de campo muestran que la delimitación de los diferentes peldaños que marcan el paso de uno a otro nivel de terraza marina, ya no es tan evidente en la región de Valparaíso, eso es debido a que los acantilados muertos que delimitan uno y otro nivel comienzan a "borrarse" en la medida que se avanza en latitud.

Los eventos de precipitaciones intensas, favorecen la posibilidad de desarrollar procesos morfodinámicos siempre y cuando existan pendientes topográficas favorables. En este sentido, ellas sólo serían efectivas como agente geomorfológico en las zonas de contacto de las terrazas con los relieves de la

cordillera de la Costa y en las laderas de los valles de las cuencas costeras. Las planicies litorales, en aquellos lugares que presentan bajos valores de pendiente, no debiesen presentar este tipo de mecanismos. Por otra parte las precipitaciones sobre las dunas vivas actuales se infiltrarían rápidamente sin manifestar procesos superficiales de incisión, pero podrían constituir algún tipo de riesgo al acumularse agua en un estrato impermeable bajo la superficie.

Las dunas antiguas tienen un comportamiento diferenciado respecto de las precipitaciones. En razón de su edad, han desarrollado suelos permitiendo la instalación de la vegetación natural, manteniendo la topografía dunaria original. Una pérdida de la cobertura vegetacional superficial, asociada a las pendientes de estas unidades, sometidas a eventos intensos de precipitación, favorece la pérdida de suelo y bajo condiciones favorables de viento, a una reactivación dunaria. Esta pérdida de la vegetación natural, puede ser explicada relacionando el impacto de las actividades humanas sobre este medio.

Los vientos tienen importancia desde el punto de vista de la movilización de partículas. Las arenas dunarias, de acuerdo a la granulometría comienzan su movimiento al superar ciertas velocidades de los flujos. Como hemos visto, los vientos tienen la suficiente competencia al ser importantes tanto en frecuencia, intensidad y dirección, y por lo tanto han contribuido al desarrollo de los campos de dunas que existen en la franja costera semiárida de Chile. Desde otro punto de vista, el viento actúa sobre la vegetación generando por una parte condiciones de anemomofismo o bien creando condiciones ecológicas que sólo ciertas plantas pueden resistir, al combinar la acción del viento y la presencia de arenas.

La importancia del viento como agente en el desarrollo de procesos geomorfológicos comienza a tener relevancia si se considera el régimen del oleaje. Vientos fuertes generan oleajes con capacidad de desarrollar importantes procesos erosivos de playas, dunas y acantilados, sin considerar además el riesgo que significa para las instalaciones humanas cerca de la línea de costa. El estudio de este tipo de procesos, involucra por lo tanto el considerar fenómenos oceanográficos en los que participa directamente.

El viento juega un papel vital en la franja costera semiárida: las dunas se alimentan de las arenas que son evacuadas por deflación desde la playa. Los estudios de esta dinámica son escasos y mayoritariamente observacionales. Sin embargo en cuanto a las formas dunarias existen otros factores que favorecen su desarrollo (balance sedimentario, espacio disponible).

Los mecanismos de relación de los subsistemas climático y geomorfológico evidencian complejas interacciones océano-atmósfera, con implicancias sobre la franja costera en términos del desarrollo de procesos morfodinámicos y generación de formas. En este sentido, las alteraciones que se podrían provocar en escenarios futuros de cambio climático, debiesen relacionarse con la exacerbación de los eventos de precipitación, intensificándose los procesos morfodinámicos relacionados con ellos.

## 6.7. Bibliografía específica.

**Cañón, J. & Morales, E.**, 1985. Geografía del Mar Chileno. Colección Geografía de Chile. Instituto Geográfico Militar. Santiago, 244 pp.

**Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)**, 1990. Atlas Agroclimático de Chile, Regiones IV a IX. Publicación N° 87. Santiago, 67 pp.

**Departamento de Geofísica**, 2006. Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI. Informe final. Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. 63 pp.

**Di Castri, F. & Hajek, E.**, 1976. Bioclimatología de Chile. Vicerrectoría Académica Universidad Católica de Chile. Santiago, 128 pp.

**Errázuriz, A.M.; Cereceda, P.; González, J.I.; González, M.; Henríquez, M. & Rioseco, R.**, 1992. Manual de Geografía de Chile. Editorial Andrés Bello, Santiago, 415 pp.

**Fuenzalida, Ponce, H.**, 1971. Climatología de Chile. Publicación interna de la Sección Meteorología del Departamento de Geofísica y Geodesia. Universidad de Chile. 74 pp.

**Fuenzalida Ponce, H.**, 1965. Clima. Geografía Económica de Chile. Corporación de Fomento de la Producción, Capítulo IV. Santiago.

**Fuenzalida Villegas, H.**, 1950. Clima. Geografía Económica de Chile. Corporación de Fomento de la Producción, Capítulo IV. Santiago.

**George, P.**, 1991. Diccionario de Geografía. Akal, Madrid, 622 pp.

**Instituto Geográfico Militar (IGM)**, 2005. Atlas de la República de Chile, Santiago, 359 pp.

**López, P.**, 2007. Tafonomía de los mamíferos extintos del pleistoceno tardío de la costa meridional del semiárido de Chile (IV Región -32°latitudes). Alcances culturales y peleoecológicos. Chungará, 39(1), jun. 2007: 69-86.

**Luebert, F. & Pliscoff, P.**, 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, 316 pp.

**Novoa, R.; Villaseca, S.; Del Canto, P.; Rouanet, J.; Sierra, C. & Del Pozo, A.**, 1989. Mapa Agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, 221 pp.

**Romero, H.**, 1983. Chile en el Espacio Mundial, estructuras y procesos geográficos a escala planetaria. Fundamentos Geográficos del Territorio Nacional. Colección Geografía de Chile. Instituto Geográfico Militar. Santiago, 247 pp.

**Romero, H.**, 1985. Geografía de los Climas. Colección Geografía de Chile. Instituto Geográfico Militar, Santiago, 243 pp.

**Santibáñez, F. & Uribe, J.**, 1993. Atlas agroclimático de Chile. Regiones VI, VII, VIII y IX. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Laboratorio de Agroclimatología. Departamento de Ingeniería y Suelos. Santiago, 99 pp.

**Santibáñez, F. & Uribe, J.**, 1990. Atlas agroclimático de Chile. Regiones V y Metropolitana. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Laboratorio de Agroclimatología. Departamento de Ingeniería y Suelos. Santiago, 65 pp.

**CAPÍTULO VII**  
**FORMACIONES VEGETALES**  
**DE LA FRANJA COSTERA SEMIÁRIDA**



Estudiar la vegetación de un lugar desde un punto de vista geográfico, implica conocer no sólo cuáles son las especies que existen en un lugar, sino también su distribución y los factores ambientales que condicionan su distribución y desarrollo fisiológico. Gajardo (1995) define a la vegetación como la “estructura espacial o modo de organización del conjunto de especies vegetales que se encuentran en un lugar determinado”, lo que implica la existencia de unidades identificables y delimitables desde el punto de vista de patrones espaciales. Es así como la topografía, los suelos y el clima, entre otros, resultan ser factores de primer orden que determinan las características biogeográficas de la vegetación. Es por este motivo que la vegetación es considerada un elemento de síntesis en el paisaje, y que a la vez, traduce de excelente forma la evolución y los cambios que este mismo paisaje experimenta.

Describir la vegetación de un lugar y las formas en que las distintas especies se asocian, es entender toda la riqueza y variedad que este elemento entrega al paisaje, es por ello que además de su importancia como factor climático, el conocimiento de la vegetación es fundamental en la comprensión de los aspectos ecológicos del paisaje. Por otra parte, no debe olvidarse y desconocer la estrecha relación que la fauna tiene con las características y distribución de la vegetación; sin embargo esta investigación se enfrenta con la falta de información sobre este tema. Los estudios sobre la fauna en Chile son muy localizados y se encuentran asociados a determinadas especies que tienen valor patrimonial, turístico, económico (principalmente aquellas ligadas a recursos marinos) o bien aquellas que están relacionadas con ambientes de especiales cualidades ecosistémicas.

### **7.1. La vegetación del semiárido litoral.**

Los estudios sobre la vegetación y sus características en Chile inicialmente han estado ligados a las investigaciones realizadas por naturalistas y botánicos, en diferentes épocas han sido importantes las contribuciones de Claudio Gay, Rodolfo Philippi y Charles Darwin, los cuales además de inventariar y describir especies destacadas de la **flora** chilena (conjunto de especies vegetales que se encuentran en un lugar determinado, se describen usualmente a través de un listado sistemático o alfabético de los taxa que han sido registrados en ese lugar, Gajardo, 1995), entregaron importantes antecedentes sobre los aspectos geográficos en los cuales ellas se desarrollan.

Carlos Reiche (1934) fue uno de los primeros en entregar un panorama completo de las características botánicas en Chile, entregando detalles sobre las condiciones geográficas en las que se desarrollan. Fuenzalida Villegas (1950), realizó uno de los primeros aportes que tuvo como objetivo sintetizar el conocimiento de las características biogeográficas del territorio chileno. Su primera publicación en el texto “Geografía Económica de Chile”, del año 1950, fue redactado con la colaboración del

Ingeniero agrónomo Edmundo Pisano, que ya se encontraba trabajando en un mapa de las formaciones fitogeográficas de Chile en conjunto con el botánico norteamericano T.H. Goodspeed.

Fuenzalida (1950, 1965) divide a Chile continental en dos reinos florales, el Andino y el Austral; el límite entre ambos se encuentra alrededor de los 37°S. Divide a su vez cada reino en provincias. Así, en el Reino Floral Andino identifica una provincia de transición (30°30'S-37°S), una provincia central (límite con Perú hasta los 30°30'S) y una provincia andina septentrional, que tiene como eje la cordillera de los Andes. En el Reino Floral Austral se encuentra la provincia de los bosques occidentales y la provincia oriental sin bosques, mayoritariamente localizada en el territorio Argentino (Figura N° 38).

Fuenzalida (1950, 1965) aclara que, considerando otros estudios, se debe agregar la provincia antartánica y el reino floral oceánico, al que pertenecería la isla de Pascua. El archipiélago de Juan Fernández se encuentra en una provincia geobotánica independiente, aunque conectada con la provincia de transición.

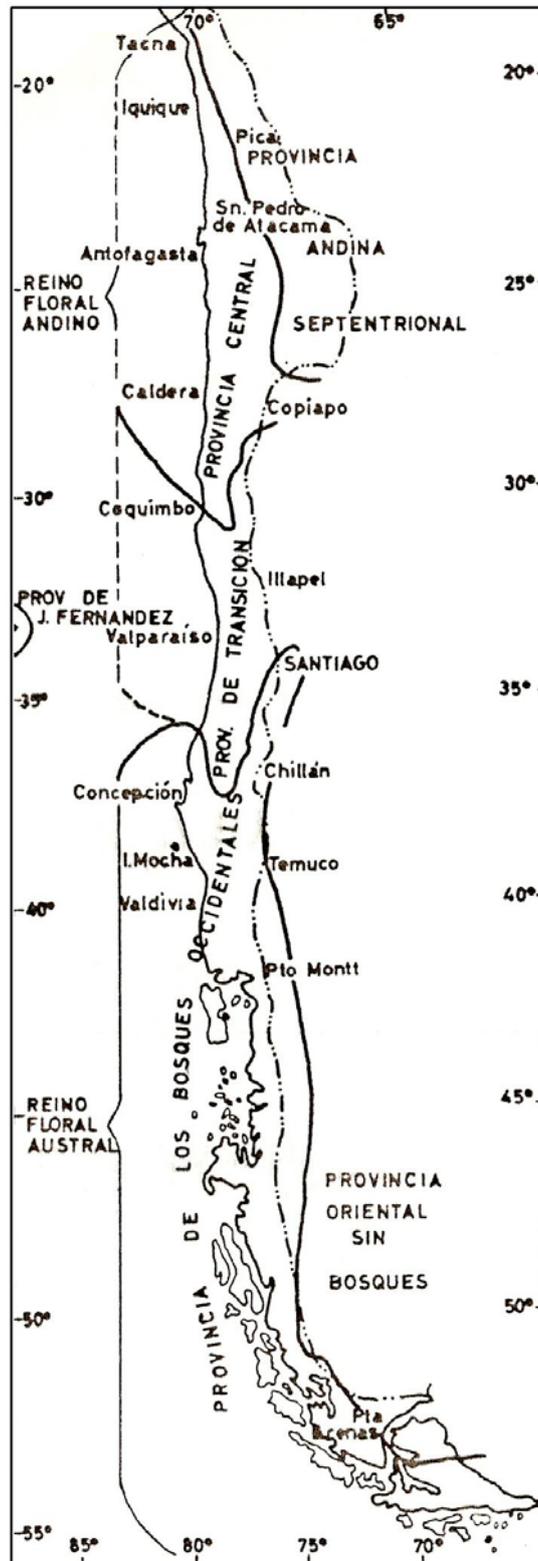
Por otra parte, destaca el endemismo de muchas especies en Chile, las que incluso llegan a la categoría de familias. La explicación de este hecho se relaciona con las condiciones de aislamiento en las que se encuentra el territorio chileno, limitado por un desierto extremo en el norte y una imponente cordillera al este. A pesar de esta situación, existen relaciones florísticas con Argentina, California y Australia, Nueva Zelanda e islas subantárticas, que se explican ya sea por la cercanía; similitudes climáticas o bien por conexiones terrestres durante épocas geológicas pasadas.

De acuerdo a las disponibilidades de agua, Fuenzalida (1950, 1965) divide a Chile continental a grandes rasgos y con límites forzados, debido a las características y contrastes del relieve, en tres zonas fitogeográficas que agrupan fisionómicamente a las grandes unidades vegetales.

- **Zona xeromórfica.** Desde el límite con el Perú (17°30'S) hasta el río Choapa (31°38'S). En razón de la escasez de precipitaciones la vegetación adopta un carácter desértico, adoptando aspecto de formaciones de matorrales xerófitos, sin embargo existen casos excepcionales de asociaciones arbóreas continuas como en el caso del bosque de Fray Jorge (30°40'S), mantenido por la presencia de las neblinas litorales.
- **Zona mesomórfica.** Desde el río Choapa (31°38'S) hasta el río Laja (37°12'S). Considerada como una zona de transición, las condiciones de aridez y disponibilidad de humedad varían según se trate de la unidad de relieve considerada. Está constituida por matorrales densos y altos que forman bosques en las regiones más húmedas.
- **Zona higromórfica.** Desde el río Laja (37°12'S) hasta el extremo sur del país (56°S). Domina el bosque siempre denso formado de varios estratos, incluyendo un sotobosque.

En cada una de estas zonas identifica las formaciones vegetales, entendidas como una comunidad vegetal clímax, considerada desde el punto de vista fisionómico y en sus relaciones con el medio (Tabla N°26).

Figura N° 38: Provincias florales de Chile según H. Fuenzalida, 1950, 1965.



Fuente: H. Fuenzalida V., 1950, 1965.

De acuerdo a esta clasificación la franja costera semiárida se encuentra dentro de la zona mesomórfica. La formación principal corresponde a la estepa costera de arbustos y hierbas mesófitas, que se extiende por las terrazas y planicies litorales y los primeros relieves occidentales de la cordillera de la Costa, entre los 31° y los 34°S. El aspecto general de esta formación es la de un paisaje de una gran riqueza de hierbas bajas agrupadas en cojines pero al mismo tiempo dispersas, en la que se encuentran además humedales y matorrales arbustivos localizados en las quebradas y en áreas con disponibilidad de humedad.

Algunas especies importantes son: *Senecio brachylobus*, *Schinus molle*, *Baccharis concava*, *Cereus chilensis*, *Echinocactus*, *Opuntia sp.*, *Puya chilensis*, *Lithraea caustica*, *Nolana rupicola*, *Euphorbia chilensis*.

En los fondos de las quebradas es frecuente encontrar *Drimys winteri*, *Myrceugenia pitra*, *Azara lanceolata*, *Pumilus boldus*, etc.

Tabla N° 26: **Formaciones vegetales de Chile según H. Fuenzalida, 1950, 1965.**

Zona Fitogeográfica	Formación vegetal
Zona xeromórfica	Desierto costero
	Jaral costero
	Formación preandina de cactáceas columnares
	Tamarugal
	Jaral desértico
	Tolar
	Estepa andina
	Llaretal
Zona mesomórfica	Estepa de <i>Acacia caven</i>
	Estepa costera de arbustos y hierbas mesófitas
	Formación de matorrales arborescentes de la cordillera de la Costa
	Matorrales espinosos subandinos
	Formación xeromórfica andina
	Matorral costero mesomórfico
	Bosque abierto andino sin coníferas
	Matorral preandino de hojas lauriformes
	Bosque transicional maulino
Zona higromórfica y xeromórfica patagónica	Matorrales de transición
	Parque
	Formación de <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Laurelia sempervirens</i>
	Formación de ñadis
	Bosque de <i>Araucaria araucana</i>
	Selva valdiviana de la costa

	Selva valdiviana andina
	Alerzales
	Selva de Chiloé
	Formación pantanosa de <i>Pernettya</i> y <i>Gleichenia</i>
	Bosque patagónico trasandino
	Bosque magallánico siempre-verde
	Bosque magallánico caducifolio
	Tundra magallánica
	Estepa patagónica

Fuente: Fuenzalida, H., 1950, 1965.

Pisano (1965) considera cinco zonas biogeográficas. En su cartografía publicada a la escala de 1:3.000.000 (Figura N° 39), comprende a su vez 16 asociaciones (Tabla N° 27). Estas últimas las define como agrupaciones vegetales fundamentales que consideran la naturaleza dinámica del equilibrio entre la vegetación y el medio. Señala, de forma muy pedagógica, que la vegetación natural refleja de manera muy fiel las condiciones e influencias de los factores ambientales donde se desarrollan, por lo que su conocimiento entrega antecedentes valiosos tanto para determinar el potencial de uso de la tierra para fines agronómicos o forestales como también para el manejo racional de los ecosistemas de interés económico.

- **Zona xeromórfica.** Se encuentra desde los 17°30'S hasta los 31°30'S. Su rasgo más notable lo alcanza en la zona desértica, caracterizada por la ausencia o casi nula vegetación. En las comunidades vegetacionales que aquí se encuentran predominan las terófitas, las cactáceas y las freatófitas.
- **Zona andina.** Se le encuentra a lo largo de toda la cordillera de los Andes, sin embargo, a partir de los 35°S, coexiste con especies vegetales de las zonas higromórfica y patagónica. Se encuentran aquí comunidades de cactáceas, pastos duros, turberas y plantas acojinadas, con una muy notoria zonación altitudinal.
- **Zona mesomórfica.** Es considerada como una zona de transición entre la vegetación de las zonas xeromórfica e higromórfica. También reconocida por Pisano, como zona mediterránea, se encuentra al oeste de la zona andina, aproximadamente entre los 31°30' y 35°S. Sus comunidades comprenden una variada gama de formaciones desde las de sabana o estepa, hasta los matorrales arborescentes esclerófilos.

La costa semárida, objeto de estudio de esta tesis, se encuentra en esta zona. La zona mesomórfica incluye sólo el orden *Nolanetalia*. *Nolanion* comprende la asociación *Wolanetum* o "estepa costera con nolanáceas". La asociación es una comunidad florísticamente definida y constante a lo menos en lo que se refiere a sus especies dominantes (Pisano, 1966).

- **Zona higromórfica.** Se extiende desde los 35°S, hasta el archipiélago del cabo de Hornos (56°S), limitando al este con la zona patagónica en su extremo sur.

Las comunidades arbóreas ocupan la mayor parte de la superficie, destacando los *nothofagus* y las coníferas. Desde otro punto de vista, se encuentran también comunidades de pantano y tundra.

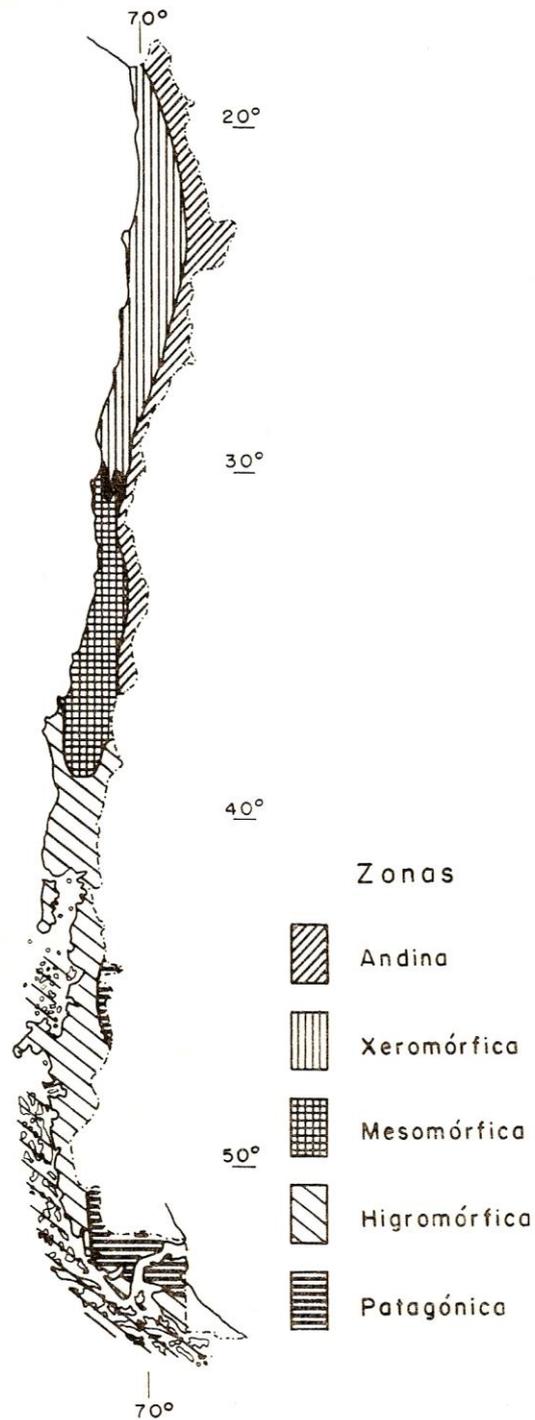
- **Zona patagónica.** Se le encuentra en los relieves planiformes al este de la cordillera de los Andes en el extremo sur del país, dominando la llamada estepa patagónica, compuesta esencialmente de pastos duros.

Tabla N° 27: **Zonas vegetacionales de Chile según E. Pisano, 1966.**

Zona vegetacional	Asociaciones
Zona xeromórfica	Comunidades desérticas litorales
	Comunidades desérticas interiores
	Comunidades subdesérticas
	Comunidades relictuales y subdesérticas
Zona andina	Cactáceas andinas
	Comunidades semidesérticas altomontanas
	Comunidades turbosas altomontanas
	Comunidades andinas caespistas
Zona mesomórfica	Comunidades costeras mesomórficas subdesérticas
	Comunidades mesomórficas mediterráneas
	Comunidades mesomórficas transicionales
Zona higromórfica	Comunidades costeras meso-higromórficas transicionales
	Comunidades forestales higromórficas de robles
	Comunidades higromórficas pantanosas
	Comunidades higromórficas marginales
	Comunidades higromórficas montanas
Zona Patagónica	
Territorio Antártico	

Fuente: CORFO, 1966.

Figura N° 39: Zonas vegetacionales de Chile según E. Pisano, 1966.



Fuente: Pisano, 1966.

Quintanilla (1981), realizando una síntesis de estudios propios y anteriores, además de trabajos de terreno y el empleo de imágenes satelitales y fotografías aéreas de distintos años, propone el mapa de las formaciones vegetales de Chile. Elaborado a la escala de 1:3.000.000, en su análisis resalta la dificultad en el

establecimiento de los límites entre los tipos vegetales y la generalización que obliga la escala, sin embargo destaca el carácter preliminar de su contribución. Utiliza el concepto de **formación vegetal** como método fitogeográfico, considerando la homogeneidad fisionómica, el grado de crecimiento y la estructura del conjunto vegetal. En estos términos, para la jerarquización y distribución de las formaciones vegetales Quintanilla se basa en la propuesta de J. Schmithüsen, que publica un estudio regional de la vegetación en Chile (Schmithüsen, 1956, en Quintanilla, 1983) y un mapa a la escala de 1:20.000.000 (Figura N° 40), Pisano (1966, inicialmente publicó un mapa a la escala de 1:4.200.00 en 1950) y la Unesco en lo que se refiere al uso ecológico de colores (Quintanilla, 1981).

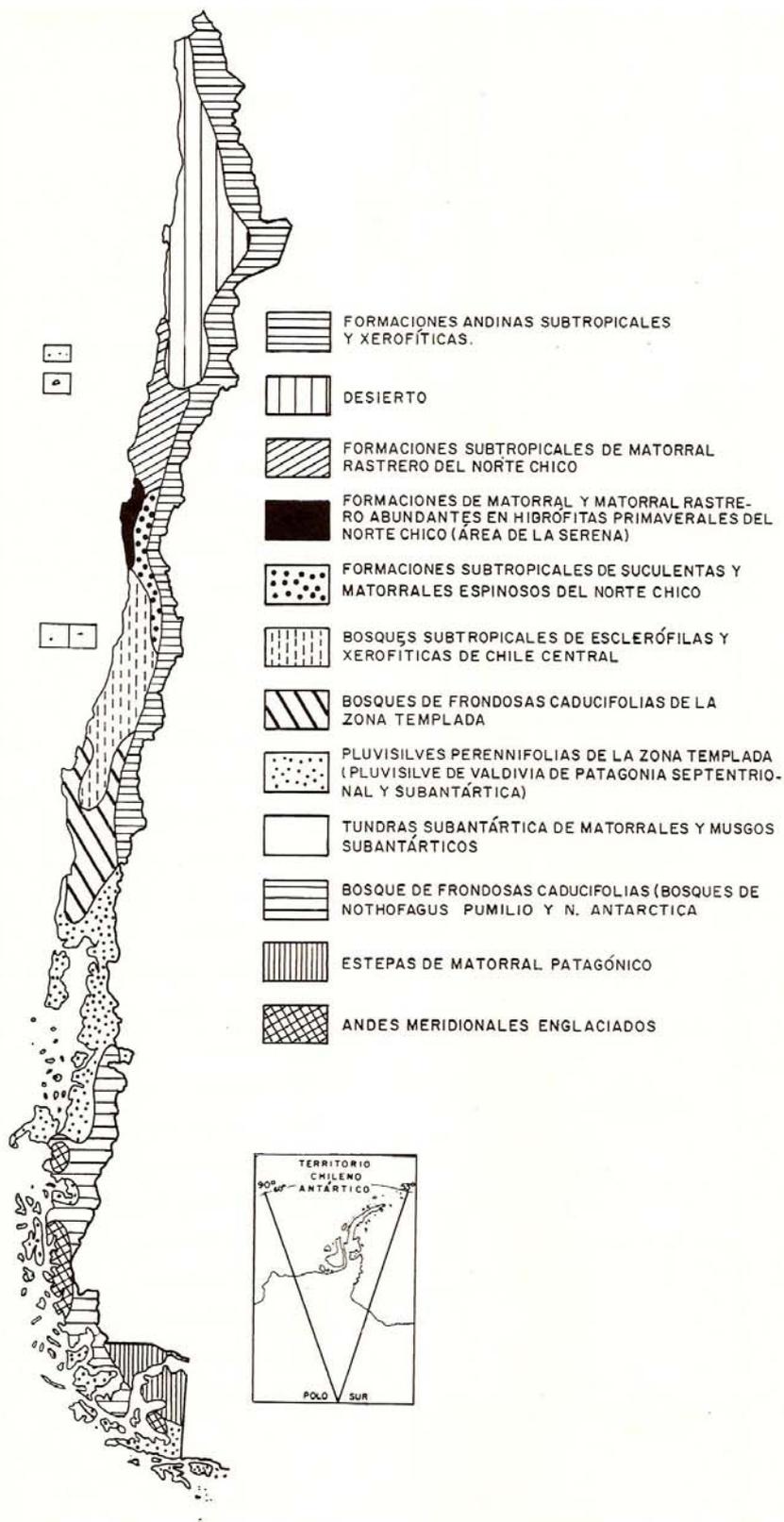
En este estudio, Quintanilla (1981) distingue tres grupos fisionómicos: formaciones arbustivas, herbáceas, cespiciosas y de bajo grado de cobertura; formaciones de tipo matorral y formaciones boscosas; distinguiendo un total de 46 formaciones vegetales para Chile continental en estos tres grupos. A esta escala de análisis en la franja costera semiárida estudiada en esta tesis, se encuentra vegetación correspondiente a los dos primeros grupos fisionómicos. Interesante para el análisis de esta tesis es la cartografía de sectores con vegetación nativa escasa o nula, entre las que distingue los campos dunarios (Tabla N° 28).

Tabla N° 28: **Formaciones vegetales de la franja costera semiárida según V. Quintanilla, 1981.**

Grupo Fisionómico	Formación
Formaciones arbustivas, herbáceas, cespiciosas y de bajo grado de cobertura	<p>Estepa costera de arbustos y hierbas mesófilas:</p> <p>Es considerada una formación secundaria debido a la acción antrópica: ganadería, agricultura e invasión de plantas foráneas. Ocupa las terrazas litorales desde la ciudad de La Serena (29°54'S). Se encuentra hasta los 150 m de altitud. Las especies siempreverdes se mezclan con cactáceas, plantas de desarrollo primaveral y plantas de dunas (<i>Carpobrotus aequilaterus</i>, <i>Cristaria</i> sp.). Árboles y arbustos (<i>Baccharis</i> spp. <i>Puya chilensis</i>, <i>Lucuma valparadisea</i>) se encuentran con hierbas y flores (géneros <i>Nolana</i> y <i>Alona</i>).</p> <p>Otras especies son: <i>Solanum Marlia</i>, <i>Eupatorium salvia</i> y los géneros <i>Chloraea</i> y <i>Stenandrium</i></p>
Formaciones de tipo matorral	<p>Matorral arborescente esclerófilo y/o bosque esclerófilo secundario:</p> <p>Se le encuentra en la cordillera de la costa en aquellos lugares alejados de los impactos antrópicos (explotación de la tierra, urbanización, construcción de caminos, agricultura). Corresponde al antiguo bosque esclerófilo que se extendía principalmente por la depresión intermedia desde el Norte Chico (27°S) hasta el río Maule (35°30'S).</p> <p>Las especies más comunes son <i>Quillaja saponaria</i>, <i>Lithrea caustica</i>. <i>Maytenus boaria</i> se encuentra principalmente en aquellos lugares más húmedos. Entre las especies arbustivas se encuentran: <i>Baccharis linearis</i>, <i>Baccharis paniculzada</i>, <i>Baccharis concava</i>, <i>Lobelia salcifolia</i>, <i>Podantus mitiqui</i>, <i>Cestrum palqui</i>, <i>Muelenbeckia hastulata</i>, <i>Schinus polygamus</i>, <i>Chusquea coleu</i> y los géneros <i>Adesmia</i> y <i>Senecio</i></p>

Fuente: Quintanilla, 1981.

Figura N° 40: Distribución de la vegetación según Schmithüsen, 1956.



Fuente: Quintanilla, 1983.

Quintanilla (1983), clasifica los ecosistemas de Chile bajo un criterio bioclimático, ya que lo considera como el rasgo ecológico más distintivo de su biocenosis; sin embargo también considera la latitud y la orografía. Los territorios antártico e insular son tratados de forma independiente, pues los criterios del resto del país no son suficientemente válidos en ellos. Siguiendo la definición de Pisano (1966), Quintanilla concuerda en distinguir cinco ecosistemas en Chile sudamericano (xeromórfico, mesomórfico, higromórfico, andino y subantártico patagónico), dentro de ellos define ecorregiones (ecosistemas regionales) de acuerdo a consideraciones ecológicas y riqueza biogeográfica.

Quintanilla (1983), incluye a la franja costera semiárida de esta tesis dentro de los ecosistemas de carácter templado mesomórfico, que se extienden entre los 31 ó 32°S (cuenca del río Choapa) hasta los 37°S (cuenca del río Biobío). Distingue aquí siete ecorregiones:

- Ecorregión de las estepas de arbustos espinosos.
- Ecorregión de la estepa desértica de higrófitas primaverales.
- Ecorregión de la estepa costera semidesértica.
- Ecorregión de los bosques de neblina.
- Ecorregión de los bosques laurifoliados esclerófilos.
- Ecorregión del matorral esclerófilo laurifoliado cordillerano.
- Ecorregión de dunas y playas costeras.

Gran parte de los componentes vegetales de este ecosistema al que nombra también como de tipo mediterráneo tiene similitudes en sus componentes vegetales de precordillera a la vegetación europea: arbustos espinosos de hojas coriáceas cubiertas de gruesas cutículas en ocasiones cerosas y hojas de árboles duras y pilosas. Hacia el norte predominan las estepas espinosas, en tanto que al sur bosques esclerófilos algunos muy degradados. En la costa destaca la vegetación psamófila sobre dunas.

En estos ecosistemas el factor ecológico limitante para la vegetación no es precisamente la aridez sino la extrema variación interanual de las precipitaciones. Esta característica, unida a las condiciones climáticas generales de esta región: veranos secos y cálidos de 8 meses de duración e inviernos fríos y lluviosos de 4 meses de largo, dificultan la delimitación de los tipos vegetales nativos más representativos, ya que se encuentran aquí desde formaciones desérticas, hasta bosques higrófilos templados. Por otra parte, el relieve y los efectos que provoca en términos de la exposición de las laderas, agrega otros contrastes observados en las comunidades vegetales. Finalmente, Quintanilla observa la gran antropización de esta región: la que posee la mayor concentración de población del país; el área más extensa de explotación agrícola, la mayor introducción de especies exóticas, y que ha sido sometida a una intensa tala y deforestación desde la época del Descubrimiento y Conquista española, para continuar posteriormente con un importante desarrollo minero y agrícola durante la época de la República y en la actualidad un intenso auge industrial.

La ecorregión de la estepa costera semidesértica, en la que Quintanilla sitúa la franja costera semiárida, objeto de estudio de esta tesis, se extiende entre las localidades de Tongoy (30°15'S) y Quintay (33°11'S), siguiendo las terrazas litorales y los primeros relieves de la cordillera de la costa. Se caracteriza por la presencia de neblinas dada la cercanía del mar, por lo que la vegetación de norte a sur presenta una cubierta densa y variada de arbustos y hierbas adaptadas tanto la salinidad como

a la sequedad. Hacia el sur se presentan especies arbustivas que adoptan caracteres arbóreos.

Quintanilla realiza una muy breve caracterización de la vegetación existente en esta ecorregión encontrando diferencias respecto de las unidades geomorfológicas en las que se encuentran: en las quebradas y depresiones, sitios de concentración de la humedad litoral, se encuentran matorrales esclerófilos frondosos: peumo, litre maitén, colliguay y arbustos como el mitigue, coihue y salvia macho. En los sectores pantanosos se desarrolla vegetación adaptada a sitios húmedos. En las áreas acolinadas de la planicie litoral, se desarrollan comunidades de *Haplopappus foliosus*, acompañada de *Eulychnia castanea*, *Franseria sp.*, *Frankenia sp.*, *Calandrinia sp.*, *Puya venusta* y *Puya berteroaana*, entre otras. Cerca de la costa rocosa se encuentran litre molle, peumo.

Quintanilla publica en el año 1987 la carta fitogeográfica de Chile mediterráneo a la escala de 1:1.000.000, comprendida entre las cuencas de los ríos Huasco (28°S) y Biobío (37°S). Un fragmento de esta carta se puede observar en la Figura N° 5 (Capítulo I)

La clasificación se basa en el criterio de **formación**, considerando la **fisonomía** (o composición florística, que se refiere a los *taxa* y categorías de que está compuesta) y la **estructura de la vegetación** (distribución espacial de los patrones de crecimiento). El mapa de Quintanilla entrega antecedentes sobre el estado en el que se encuentra la vegetación, el uso del suelo y los condiciones del medio: clima y suelo. La vegetación definida es indicativo de las condiciones ambientales dominantes constituyendo muestras representativas de los ecosistemas en las que se encuentra. El enfoque cartográfico de su propuesta en esta región considera la zonificación altitudinal y la presencia de sus formas más características, ya que se expresan de buena forma las condiciones ecológicas existentes. De esta forma se encuentran en esta región las siguientes formaciones, con sus correspondientes pisos asociados (Tabla N° 29):

Tabla N° 29: **Formaciones y pisos vegetacionales de Chile mediterráneo según V. Quintanilla, 1987.**

Formación	Piso
Formaciones vegetales de tipo mediterráneo árido y semiárido.	Costero submontañoso de carácter xérico nuboso.
	Montañoso mediterráneo semiárido y árido al norte de los 30°S.
	Montañosos de tipo mediterráneo semiárido.
Formaciones vegetales de tipo mediterráneo.	Submontañoso húmedo invernal.
	Montañoso (aproximadamente entre los 600 y 1.000 m de altitud).
Formaciones vegetales montañosas de tipo mediterráneo cálido con estación seca y lluviosa en los pisos montañoso y subandino.	Montañoso.
	Subandino.
	Andino.
Formaciones vegetales andinas de tipo mediterráneo húmedo y frío en invierno.	Dos pisos: 900 a 1.200 m y 1200 a 2.000 m

Sectores con vegetación nativa y bajo diversos grados de artificialización en la región mediterránea	
--	--

Fuente: Quintanilla, 1987.

En la franja costera semiárida se encuentran las siguientes formaciones vegetales:

- **Formaciones vegetales de tipo mediterráneo árido y semiárido.** Se encuentran entre el río Huasco (28°30'S) y los ríos Petorca y La Ligua (32°23'S). El piso que caracteriza a esta formación en el litoral es el costero submontañoso de carácter xérico nuboso. Se enfatiza la diferencia latitudinal del piso, por cuanto la precipitación, que aumenta hacia el sur genera las condiciones para el desarrollo de una cubierta vegetal más permanente. En las dunas se encuentra vegetación de especies como *Nolana divaricata* (Lindl) Johnst. *Trragonia maritima* Barn, *Nolana mollis* (Phil) Johnst y *Ambrosia chamissonis* (Less) Greene.
- **Formaciones vegetales de tipo mediterráneo.** Se encuentran desde el río Aconcagua (32°55'S) al río Itata (36°30'S). En el piso montañoso húmedo invernal predomina una estepa arbustiva baja que se encuentra desde la desembocadura del río La Ligua (32°23'S) hasta Quintero (32°46'S), que coexiste con terrenos agrícolas y forestales de especies foráneas. Son importantes aquí especies psamófilas cercanas a la línea de costa como *Carpobrotus aequilaterus* (Haw.) N.E. Broduca y *Ambrosia chamissonis* (Less) Greene. Especies *Nolanáceas* se localizan en sectores semiáridos y costeros rocosos hasta Los Molles (32°14'S). Hacia el interior son comunes los arbustos: *Haploppapus* sp., *Baccharis concava*, *R. et P. Pers*, *Eulychnia castanea* Phil., *Puya venusta* Phil. En las quebradas se encuentran *Pouteria splendens* (A.D.C.) O.K., *Fuchsia lycioides* Andr., *Hippeastrum igneum* (Lindl), *Calandrinia* sp., además de suculentas.

Bajo una óptica biogeográfica y mediante el uso de cartografía con un nivel de detalle que permite obtener el panorama completo de la distribución de las formaciones vegetales para la totalidad de Chile continental, Gajardo (1993, 1995), propone un sistema jerárquico de clasificación de la vegetación natural de Chile, considerando como criterios: el carácter de las formas de vida, las adaptaciones, la estructura espacial, la composición florística, el origen fitogeográfico y los aspectos geográficos más relevantes (Tabla N° 30).

El sistema propuesto considera tres niveles de clasificación: ocho regiones, 21 subregiones y 84 **formaciones vegetales** (agrupación de comunidades vegetales delimitada en la naturaleza por caracteres fisionómicos, dependientes de las formas de vida dominantes y de las formas de ocupación del espacio. Representa la expresión de determinadas condiciones de vida y tiene su base en un determinado tipo de ambiente. Una **comunidad vegetal** es un grupo de plantas que ocupan una cierta área independiente del carácter, composición, y estructura que presenten. Gajardo, 1995) distribuidas en el territorio de Chile continental, al que se agrega el archipiélago de Juan Fernández.

Tabla N° 30: **Clasificación de la vegetación natural de Chile según Gajardo, 1993.**

Región	Subregión	Formación vegetal
Del desierto	Desierto absoluto	Desierto interior
		Desierto del Tamarugal
		Desierto de los Salares y de las Pampas
		Matorral Ripario de las quebradas y de los oasis
		Desierto interior de Taltal
		Desierto estepario de las sierras costeras
	Desierto andino	Matorral desértico con suculentas columnares
		Desierto de los aluviones
		Desierto de la cuenca superior del río Loa
		Desierto montano de la cordillera de Domeyko
		Desierto estepario de El Salvador
		Desierto del salar de Atacama
	Desierto costero	Desierto costero de Tocopilla
		Desierto costero de Taltal
		Desierto costero de Huasco
Desierto florido	Desierto florido de los Llanos	
	Desierto Florido de las Serranías	
De la estepa altoandina	Del altiplano y de la Puna	Estepa altoandina altiplánica
		Estepa altoandina subdesértica
		Estepa arbustiva prealtiplánica
		Estepa arbustiva prepuneña
		Estepa subdesértica de la puna de Atacama
		Estepa desértica de los salares andinos
		Desierto altoandino del Ojos del Salado
	De los Andes mediterráneos	Estepa altoandina de la cordillera Doña Ana
		Matorral preandino de la cordillera de Coquimbo
		Matorral esclerófilo andino
		Estepa altoandina de la cordillera de Santiago
Estepa altoandina de los andes maulinos		
Del matorral y del bosque esclerófilo	Del matorral estepario	Matorral estepario costero
		Matorral estepario interior
		Matorral estepario boscoso
		Matorral estepario arborescente

	Del matorral y del bosque espinoso	Matorral espinoso de las serranías	
		Bosque espinoso abierto	
		Matorral espinoso de la cordillera de la costa	
		Matorral espinoso del secano costero	
		Matorral espinoso del secano interior	
	Del bosque esclerófilo	Bosque esclerófilo costero	
		Bosque esclerófilo de la precordillera andina	
		Bosque esclerófilo montano	
		Bosque esclerófilo maulino	
Del bosque caducifolio	Del bosque caducifolio montano	Bosque caducifolio de Santiago	
		Bosque caducifolio de la montaña	
		Bosque caducifolio maulino	
		Bosque caducifolio de la precordillera	
	Del bosque caducifolio del llano	Bosque caducifolio de concepción	
		Bosque caducifolio de La Frontera	
		Bosque caducifolio interior	
	Del bosque caducifolio del sur	Bosque caducifolio del sur	
		Del bosque caducifolio andino	Bosque caducifolio andino del Biobío
			Bosque caducifolio mixto de la cordillera de los Andes
	Del bosque laurifolio	Del bosque laurifolio de Valdivia	Bosque laurifolio valdiviano
			Bosque laurifolio de los Lagos
Bosque laurifolio de Chiloé			
Bosque laurifolio andino			
Del bosque laurifolio del archipiélago Juan Fernández		Bosque y matorral laurifolio de Más a Tierra	
		Bosque y matorral laurifolio de Más Afuera	
Del Bosque Andino Patagónico	De las cordilleras de la Araucanía	Estepa altoandina subhúmeda	
		Bosque caducifolio altoandino de la cordillera de Chillán	
		Bosque caducifolio altoandino con araucaria	
		Bosque altimontano de Nahuelbuta	
		Matorral patagónico con Araucaria	
	De las cordilleras patagónicas	Bosque caducifolio altoandino húmedo	
		Bosque patagónico con coníferas	
		Matorral caducifolio altomontano	
		Bosque caducifolio de Aysén	
		Bosque caducifolio de Magallanes	

Del bosque siempreverde y de las turberas	Del bosque siempreverde con coníferas	Bosque siempreverde de la cordillera Pelada
		Bosque siempreverde de la Cordillera de los Andes
		Bosque siempreverde con turberas de la Isla de Chiloé
		Bosque siempreverde con turberas de los Chonos
		Bosque siempreverde de Puyuhuapi
	Bosque siempreverde micrófilo	Bosque siempreverde montano
		Bosque siempreverde mixto del Báker
		Bosque siempreverde de Magallanes
		Bosque siempreverde y matorral turboso de la isla Navarino
	De las turberas, del matorral y de la estepa pantanosa	Matorrales siempreverde oceánicos
		Matorrales periglaciares
		Turberas y matorral siempreverde pantanoso del canal Messier
		Turberas y estepa pantanosa de los archipiélagos magallánicos
		Turberas y desierto frío subantártico del cabo de hornos
	De la estepa patagónica	Del matorral y de la estepa patagónica de Aysén
Estepa patagónica de Magallanes		Estepa patagónica de Magallanes

Fuente: Gajardo, 1995.

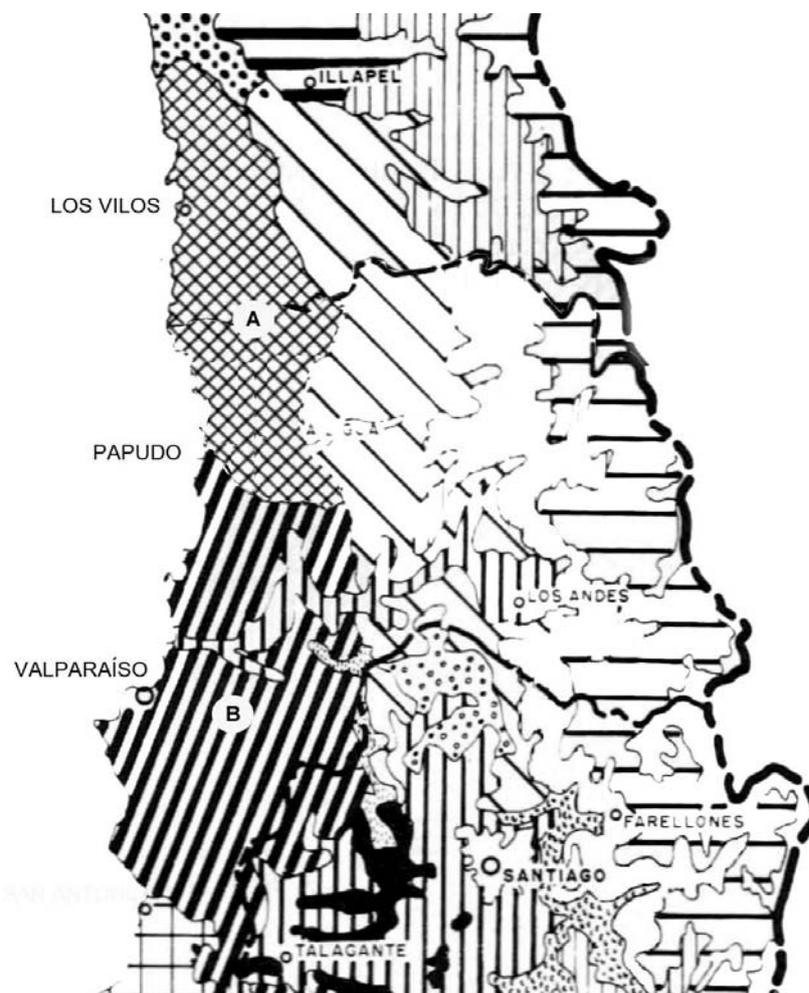
De acuerdo a la clasificación de Gajardo (1995), la franja costera semiárida se encuentra localizada en la Región del matorral y del bosque esclerófilo, comprendiendo dos formaciones, localizadas en subregiones diferentes (Figura N° 41).

- Subregión del matorral estepario, formación de matorral estepario arborecente.
- Subregión del bosque esclerófilo, formación de bosque esclerófilo costero.

Esta región vegetal se extiende en la zona central de Chile, la que de acuerdo a Gajardo, tiene características climáticas de tipo mediterráneo (veranos secos y cálidos e inviernos fríos y lluviosos, con un aumento progresivo de las precipitaciones en el sentido norte sur). La diversidad vegetal y la complejidad de los paisajes de esta región es función de tres elementos:

- Concentración de la mayor densidad poblacional del país, lo que significa en un alto grado de alteración de la vegetación.
- Localización en una zona de transición climática, que permite una fuerte interpenetración de las regiones vegetacionales adyacentes.
- Existencia de comunidades vegetales relictas en la costa.

Figura N° 41: Vegetación natural en la franja costera semiárida según Gajardo, 1995.



A: Formación de matorral estepario arborescente  
B: Formación de bosque esclerófilo costero

Fuente: Gajardo, 1995.

La subregión del matorral estepario presenta fuertes restricciones hídricas debido a las escasas e irregulares precipitaciones. El aspecto actual del paisaje de esta subregión, caracterizado en general por arbustos bajos muy esparcidos y un estrato denso de hierbas anuales, es debido al intenso pastoreo y extracción de leña para combustible.

La formación del matorral estepario arborescente se encuentra desde el río Choapa (31°38'S) hasta los alrededores de Papudo (32°30'S). Se caracteriza por la predominancia de matorrales leñosos altos y subarbóreos. Son frecuentes comunidades típicas de bosques esclerófilos, aunque en el paisaje dominan los arbustos bajos y praderas anuales de gran desarrollo. Se encuentran aquí las siguientes cuatro comunidades:

- *Peumus boldus-Podanthus mitiqui* (Boldo-Mitique). Comunidad arborescente de amplia distribución tanto en el litoral como hacia el interior. Alcanza gran desarrollo en algunas quebradas y laderas de exposición sur.

- *Pouteria splendens-Lepechinia salviae* (Palo colorado-savia dulce). Comunidad escasa y con especies consideradas relictuales, se ubica casi exclusivamente en acantilados o muy cerca del mar.
- *Piptochaetium montevidense-Haplopappus rosulatus* (Coironcillo-Monte negro). Comunidad de pradera con gramíneas en mechón.
- *Nolana paradoxa-Neopteris chilensis* (Suspiro-Quisquito). Comunidad localizada sobre los roqueríos costeros.

La subregión del bosque esclerófilo se caracteriza por el amplio dominio de árboles y arbustos altos, en especial sobre las laderas de la cordillera de la Costa y con una distribución diferenciada de acuerdo a la exposición solar. En su variada composición florística se cuentan especies laurifolias relictas y una alta proporción de especies herbáceas introducidas.

La formación de bosque esclerófilo costero se encuentra desde la latitud de Papudo (32°30'S) hasta la desembocadura del río Maipo (33°41'S), especialmente sobre las laderas de la cordillera costera. Se presenta como una formación muy alterada y con presencia de diferentes estados regenerativos. En ciertos sectores se encuentran restos relictos de bosque laurifolio. Se desarrollan aquí las siguientes siete comunidades:

- *Beilschmedia miersii-Crinodendron patagua* (Belloto-Patagua). Bosque mixto de elementos esclerofilos y laurifolios. Se encuentra junto al cauce de algunos esteros y quebradas y en laderas muy húmedas de exposición sur.
- *Cryptocarya alba-Schinus latifolius* (Peumo-Molle). Comunidad boscosa que se le encuentra en laderas húmedas y/o sombrías, alcanzando en muchos casos gran desarrollo de sus doseles.
- *Jubaea chilensis-Lithrea caustica* (Palma-litre). Comunidad típica de la palma chilena, que se presenta muy localizada sobre la cordillera de la costa.
- *Drymis winteri-Luma chequen* (Canelo-Chequén). Comunidad localizada en el fondo de quebradas, junto a cursos de agua permanente.
- *Lithrea caustica-Peumus boldus* (Litre-Boldo). Comunidad correspondiente al monte bajo del bosque esclerófilo original. Su aspecto es el de un matorral de densidad variable, llegando incluso a un estado arbóreo.
- *Cryptocarya alba-Luma chequen* (Peumo-Chequén). Comunidad característica de quebradas en la exposición sur de las laderas, asociadas a cursos permanentes de agua.
- *Blepharocalyx cruckshanksii-Crinodendron patagua* (Temu-Patagua). Agrupación florística escasa que se encuentra aledaña a cursos de agua, que se presenta en ciertas ocasiones con aspecto boscoso.

La Corporación Nacional Forestal (CONAF), en el año 1999, publica los resultados de un proyecto realizado entre los años 1994 y 1997, sobre un catastro de los recursos forestales nativos (bosques y vegetación natural) del país, realizado en conjunto con la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y con el apoyo del Banco Mundial (BIRF). Este estudio se realizó a mediante el uso de fotografías aéreas, imágenes satelitales y trabajo de campo, sobre la totalidad del territorio de Chile continental, abarcando una superficie de 75.662.560,8 hectáreas. De este valor, el 32,7% corresponde a áreas desprovistas de vegetación (24.727.789,5 ha); praderas y matorrales alcanzan un 27,1% (20.529.673,1 ha) y un 20,7% a áreas de bosques (15.637.232,5 ha). De estas últimas el 85,9% corresponde a bosque nativo; el 13,5% a plantaciones y el 0,5% a bosque mixto (CONAF, 1999).

Luebert y Pliscoff (2006) efectúan una delimitación espacial preliminar de los **bioclimas** (“conjunto de todos los factores climáticos que tienen influencia sobre los organismos vivos”; Luebert y Pliscoff, 2006:279) y de la vegetación natural de Chile continental, utilizando el concepto de **piso vegetacional** como la unidad básica de los tipos de unidades de vegetación (Ver capítulo I). Un **piso bioclimático** está caracterizado por una formación vegetal con especies dominantes y un bioclima en el que estas formaciones pueden encontrarse.

De acuerdo a estos mismos autores, la delimitación con fines cartográficos requiere del conocimiento de la variación geográfica de la composición de especies y de las formas de vida de las comunidades vegetales, sin embargo en el caso de Chile, en el que el conocimiento de la fisonomía y composición florística es escaso, esta delimitación es difícil de realizar.

La caracterización bioclimática de Luebert y Pliscoff se basó en estudios previos realizados principalmente por Rivas-Martínez (varios años, en Luebert y Pliscoff, 2006) la que consistió en una clasificación de macrobioclimas, bioclimas, pisos bioclimáticos y tipos de continentalidad. El análisis y revisión crítica efectuada de este método y las clasificaciones anteriores les permite destacar el sentido ecológico de la propuesta, pues redefine varios conceptos bioclimáticos además de incorporar otros nuevos.

La clasificación se aplicó sobre la información estadística disponible a un conjunto de 647 estaciones pluviométricas y termopluviométricas en Chile continental, realizando diagramas ombrotérmicos y aplicando índices y variables (Tabla N° 31).

Basado en la magnitud y estacionalidad de las temperaturas y de las precipitaciones, existen cinco macrobioclimas a escala mundial de acuerdo a la clasificación de Rivas-Martínez, cada uno de ellos se encuentra también en Chile: tropical, mediterráneo, templado, antiboreal y polar. Es interesante destacar que la definición y caracterización de los macrobioclimas se realiza en una parte importante considerando datos meteorológicos. En razón de esta situación, sin duda la validez de los resultados está condicionada a la escala de trabajo y las observaciones expresadas en la densidad de estaciones meteorológicas consideradas. En este mismo sentido, los bioclimas son determinados a partir de los calores del índice de continentalidad (Ic) y del índice ombrotérmico (Io).

Tabla N° 31: **Variables e índices bioclimáticos utilizados por Luebert y Pliscoff, 2006.**

<b>Variable / índice</b>	<b>Descripción</b>
T	Temperatura media anual (°C)
M	Temperatura media máxima del mes más frío del año (°C)
M	Temperatura media mínima del mes más frío del año (°C)
Tmax	Temperatura media del mes más cálido del año (°C)
Tmin	Temperatura media del mes más frío del año (°C)
P	Precipitación anual (mm)

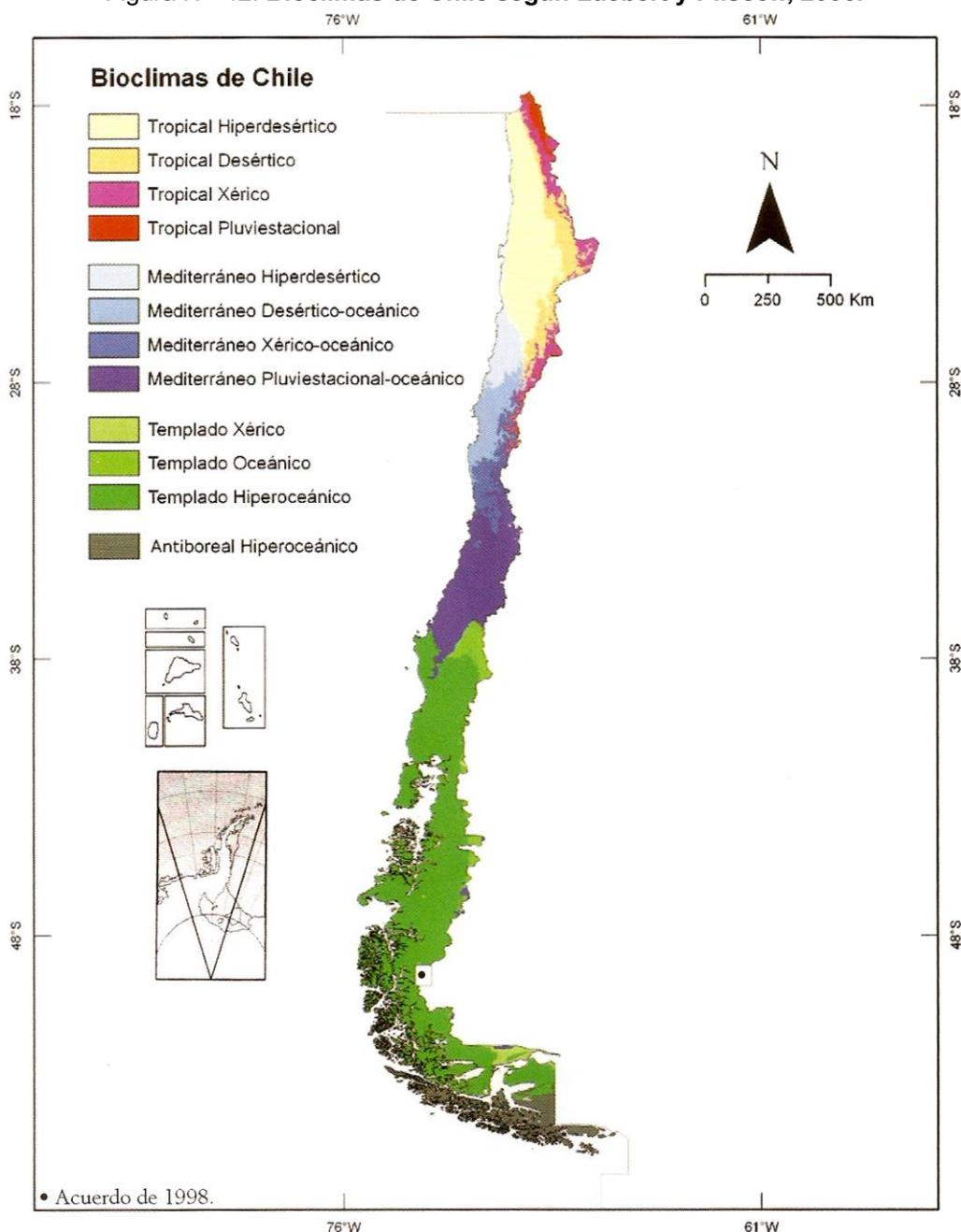
Tp	Temperatura positiva anual: suma de la temperatura media de los meses cuya temperatura media es mayor a 0°C Se utiliza por la correlación que presenta la temperatura acumulada con las fases fenológicas de los organismos
Tps	Temperatura positiva del trimestre más cálido del año (10 x °C)
Pp	Precipitación positiva anual: suma de las precipitaciones de los meses cuya temperatura media es mayor a 0°C (mm)
EP	Evapotranspiración potencial de acuerdo a Thornwaite (1948). Puede ser contrastada con las precipitaciones para evaluar el balance hídrico (P-EP). El cálculo puede ser realizado sobre valores medios mensuales o anuales
Ic	Índice de continentalidad: está definido por la amplitud térmica anual; diferencia entre la temperatura media del mes más frío del año y la temperatura media del mes más cálido del año (Tmax-Tmin)
Io	Índice ombrotérmico: $10(Pp/Tp)$ . Evalúa la disponibilidad hídrica anual, relacionando la precipitación y la temperatura acumulada de los meses con temperatura media mayor a 0°C. Puede ser calculado para periodos mensuales, útil en la definición de bioclimas mediterráneos, en los que interesa conocer la disponibilidad hídrica en la estación cálida
Io <sub>2</sub>	Índice ombrotérmico del bimestre más cálido del verano
It	Índice de termicidad: $10(T+M+m)$ . es una medida de las restricciones térmicas del clima que se define por la temperatura media anual y las temperaturas medias máximas y mínimas del mes más frío del año. Refleja bien la continentalidad de los climas tropicales, sin embargo en zonas extratropicales muy oceánicas o muy continentales se deben incluir valores de compensación; en este caso se usa el índice de termicidad compensado
Itc	Índice de termicidad compensado: $It+C$ , Si $Ic < 9$ , $C=10 Ic-90$ , Si $18 > Ic > 9$ , $C=0$

Fuente: Luebert y Plissock, 2006.

Luebert y Plissock, siguiendo las conceptualizaciones de Rivas-Martínez, entregan los siguientes bioclimas para Chile (Figura N° 42):

- Tropical hiperdesértico
- Tropical desértico
- Tropical xérico
- Tropical pluviestacional
- Mediterráneo hiperdesértico
- Mediterráneo desértico oceánico
- Mediterráneo xérico-oceánico
- Mediterráneo pluviestacional-oceánico
- Templado xérico
- Templado oceánico
- Templado hiperoceánico
- Antiboreal hiperoceánico

Figura N° 42: Bioclimas de Chile según Luebert y Plissock, 2006.



Fuente: Luebert y Plissock, 2006.

La franja costera semiárida chilena, bajo la óptica de Luebert y Plissock, se encuentra localizada en el macrobioclima mediterráneo, en el detalle, bajo el dominio del bioclima mediterráneo xérico-oceánico. De acuerdo a estos autores, la definición del clima mediterráneo es un elemento de principal preocupación en la biogeografía de Chile; sin embargo es difícil de conceptualizar, pues existen variaciones en su delimitación de acuerdo a los criterios de las investigaciones consideradas. Sin embargo existe un acuerdo en considerar como una de sus principales características, la estacionalidad térmica y pluvial.

En Chile, de acuerdo a Luebert y Pliscoff (2006), el bioclima mediterráneo xérico-oceánico se extiende hacia el sur por las vertientes occidentales de la cordillera de los Andes alrededor de los 28°S y desde los 31°S; hasta un poco más allá de los 33°S en la costa. En este bioclima los pisos vegetacionales son variados: matorrales desérticos, matorrales espinosos, bosques espinosos, matorrales esclerófilos, además de algunos bosques esclerófilos pobremente representados y matorrales bajos de altitud (Mapa N° 8).

**Piso vegetacional: Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo costero de *Peumus boldus* (Boldo) y *Schinus latifolius* (Molle)**

**Descripción:** Matorral arborescente dominado por especies esclerófilas como *Peumus boldus*, *Schinus latifolius*, *Lithrea caustica*, *Cryptocarya alba*, y *Azara celastrina*. Son frecuentes arbustos como *Bahia ambrosioides*, *Fuchsia lycioides*, *Podanthus mitigue*, *Eupatorium glechonophyllum*, *E. salvia* y *Lobelia polyphylla*. Se presentan sectores de matorral de *Bahia ambrosioides* y *Puya chilensis*, comunidades herbáceas y matorrales arborescentes de *Pouteria splendens* en los roqueríos de la costa.

**Dinámica:** Es probable que comparta características con los otros los bosques esclerófilos costeros; sin embargo su degradación de favorece la penetración de elementos con afinidades desérticas. En la mayor parte del territorio la vegetación se encuentra en estados sucesionales regresivos.

**Distribución:** Zona litoral del norte de la V región de Valparaíso y sur de la IV región de Coquimbo.

**Piso vegetacional: Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Cryptocarya alba* (Peumo) y *Peumus boldus* (Boldo)**

**Descripción:** Bosque lauriesclerófilo dominado por especies esclerófilas, *Cryptocarya alba* y *Peumus boldus*, que en algunos casos se ven acompañadas por elementos laurifolios como *Dasyphyllum excelsum* y *Persea lingue*. En el estrato arbustivo se destaca *Sophora macrocarpa* y *Lobelia excelsa*. Se destaca por un importante número de epífitas vasculares indicador de su alta humedad. La estructura y composición del bosque está determinada en gran medida por las características del lugar especialmente las condiciones de exposición, observándose situaciones de gran contraste entre laderas contiguas. En las áreas expuestas al norte abundan los matorrales dominados por *Colliguaja odorifera*, con suculentas como *Puya berteroniana* y *Echinopsis chilensis*. En los lugares más húmedos como fondos de quebradas, la composición florística cambia y se agregan otros elementos como árboles: *Beilschmiedia miersii* y *Crinodendron patagua*; arbustos: *Adenopeltis serrata* y *Senna stipulacea*; y epífitas: *Bomarea salsilla*, *Boquilla trifoliata* y *Hydrangea serratifolia*. Se observan en algunos sectores individuos de *Jubaea chilensis*.

- Dinámica:** La degradación del bosque natural se debe a la acción antrópica: incendios y talaje, que inciden en la pérdida de la cobertura vegetal, cambios en la fisonomía de la comunidad (paso de bosque a matorral) e invasión de especies esclerófilas y matorrales espinosos. Sin la acción antrópica la recuperación del bosque se produciría a partir de elementos esclerófilos (litre, quillay), que crean las condiciones para el reestablecimiento de las especies originales dominantes.
- Distribución:** Laderas occidentales de la cordillera de la Costa, desde la región de Coquimbo hasta la región del Libertador General Bernardo O'Higgins, entre los 200 y los 1.200 m de altitud.
- Piso vegetacional:** **Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithrea caustica* (Litre) y *Cryptocarya alba* (Peumo)**
- Descripción:** Bosque esclerófilo dominado por *Lithrea caustica*, al que se asocia *Cryptocarya alba*, *Peumus bolus* y *Schinus latifolius*. Se encuentran también varias especies arbustivas esclerófilas y espinosas como *Colliguaja odorifera*, *Escallonia pulverulenta*, *Eupatorium glechnophyllum*, *Lobelia excelsa*, *Retanilla trinerva*. Las hierbas son escasas, pero se encuentran *Solenomelus pedunculatus* y *Vulpia myuros*; las epífitas prácticamente no existen en este piso. En las laderas secas se encuentran matorrales dominados por *Retanilla trinervia* y *Colliguaja odorifera*. En algunos sectores se asocia con *Jubaea chilensis*. En algunas quebradas se encuentran bosques de *Aextoxicon punctatum*.
- Dinámica:** La degradación inducida por acciones antrópicas provoca una transformación estructural del bosque: se pierde la cobertura y se ve favorecida la llegada de especies arbustivas y herbáceas más xerófitas. En ausencia de las perturbaciones antrópicas puede esperarse una recuperación de la vegetación natural.
- Distribución:** Zonas bajas de la vertiente occidental de la cordillera de la Costa de las regiones de Coquimbo, Valparaíso y del Libertador General Bernardo O'Higgins, entre los 0 y los 1.300 m de altitud.

Mapa N° 8: Pisos vegetacionales de la franja costera semiárida, según Luebert y Plissock, 2006.

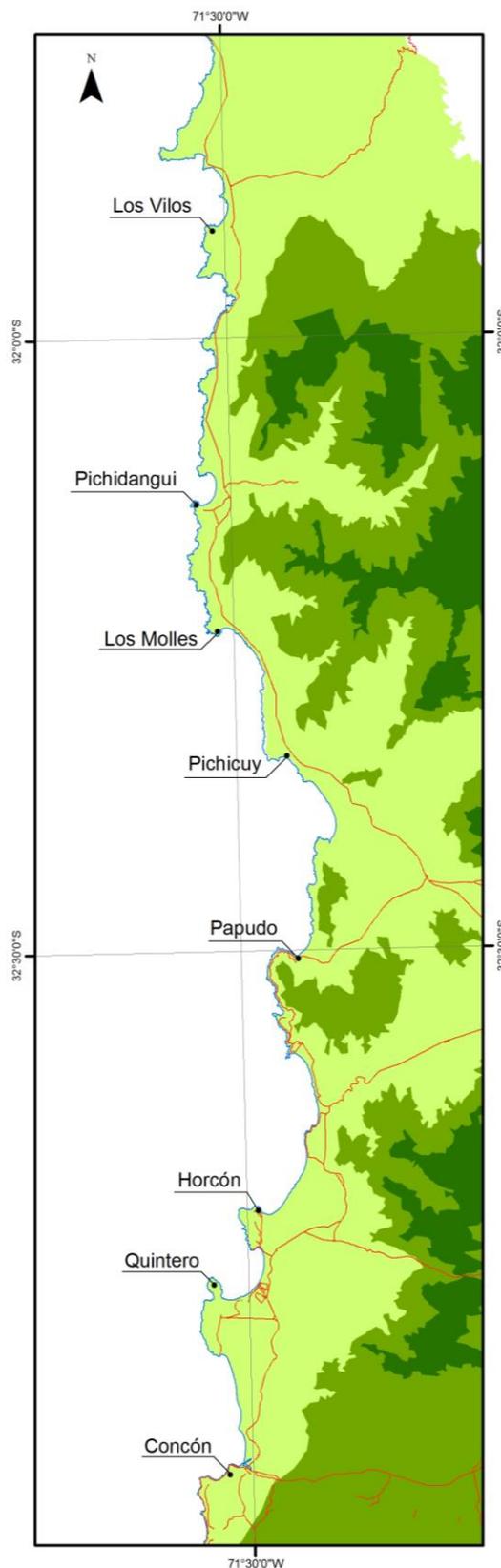
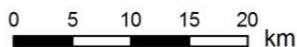
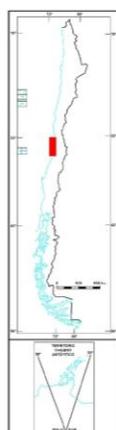
**LEYENDA**

**Pisos Vegetacionales**

-  Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Cryptocarya alba* y *Peumus boldus*
-  Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithrea caustica* y *Cryptocarya alba*
-  Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo costero de *Peumus boldus* y *Schinus latifolius*

**Información Base**

-  Línea de costa
-  Caminos principales



Fuente: Luebert y Plissock, 2006.

## 7.2. La Fauna en el semiárido litoral.

Quintanilla (1983), realiza una recopilación de los estudios zoogeográficos realizados en Chile y esboza en su obra las principales características de la fauna en sus ecosistemas definidos. Así, indica el “Compendio de Zoología, ecología y biogeografía” de Guillermo Mann (1964); “A Preliminary attempt to divide Chile into entomofaunal regions base don the Tenebrionidae (Coleoptera)” de Luis Peña (1966); “The biogeography of Chile throw entomofaunal regions” de Ch. W. O’Brien (1971); y la “Introducción al estudio por computación de las áreas zoogeográficas de Chile continental basado en la distribución de 903 especies de animales terrestres” de Jorge Artigas (1975) (Figura N° 43).

A estos estudios debemos agregar otras importantes contribuciones: “The birds of Chile” de A.W. Johnson (1965); “Reptiles de Chile” de R. Donoso-Barros (1966); “Las culebras chilenas” de H. Núñez (1984) y “Ecología de los vertebrados de Chile” de F. Jaksic (1997).

Las investigaciones y estudios recientes tienden más bien a referirse a especies localizadas en ambientes específicos. Es así como aprovechando la infraestructura disponible se han favorecido las investigaciones en áreas protegidas por el Estado. Por otra parte, es indudable la relación existente entre la distribución de la fauna y las condiciones ecológicas del medio, determinándose así las cadenas alimenticias de los ecosistemas.

Fuenzalida (1950), realiza una muy sintética descripción de las faunas asociadas a las distintas zonas fitogeográficas. Así en la zona mesomórfica, en una progresión altitudinal distingue las siguientes especies:

Roqueríos costeros: Chungungo.

Aves: pájaro niño (*Spheniscus magellanicus*), pato yeco (*Phalacrocorax olivaceus*), pelicano, pato lile (*Phalacrocorax gaimardii*), gaviota común (*Larus dominicanus*), cahuil (*Larus maculipennis*), garuma (*Larus modestus*), golondrina de mar (*Sterna hirudinacea*).

Hacia el interior, en el hábitat de los matorrales, en el dominio de la *Acacia caven* se encuentra la fauna más rica y variada.

Carnívoros: culpeo (*Pseudalopex culpaeus*), chilla (*Pseudalopex griseus*), gato montés (*Lynchailurus pajeros*), quique (*Grison cuja*).

Roedores: ratón chinchilla (*Abrocoma bennetti*), degú (*Octodon degus*), cururo (*Spalacopus cyaneus*), lanchón (*Phyllotis d. darwini*), lauchita de los espinos (*Oryzomys longicaudatus*), chingue (*Conepatus chinga*), coipo (*Myocastor c. coypus*), comadreja (*Marmosa elegans*)

Aves: zorzal (*Turdus flaklandii magellanicus*) tenca (*Mimus thenca*), chercán (*Troglodytes musculus chilensis*) diuca (*Diuca d. diuca*), chincol (*Zonotrichia capensis chilensis*), jilguero (*Spinus barbatus*) chirihue (*Sicalis luteola luteiventris*), mirlo (*Molothrus bonariensis*), trile (*Agelaius thilius*) tordo (*Notiospar curaeus*), loica (*Pezites militaris*), rara (*Phytotoma rara*), turca (*Pteroptochos megapodius*), loro grande (*Cyanoliseus patagonus byroni*).

Aves nocturnas: lechuza (*Tyto alba cuidara*), chuncho (*Glaucidium nanum*).

Rapaces: peuco (*Parabuteo unicinctus*), águila (*Geranoaetus melanoleucus*), cernícalo (*Cerchneis sparveria*), tiuque (*Milvago chimago*), cuervo (*Plegadis falcenellus garauma*)

Reptiles: culebra de cola corta (*Tachymenis peruviana*), lagartijas (*Liolaemus sp.*), iguana (*Callopistes maculatus*).

Mann (1964, en Quintanilla, 1983), indica una relación de escalafón de tallas de los organismos en la medida que las comunidades se enriquecen: ecosistemas desérticos: araña (*Sicarius terrosa*); matorrales desérticos: lagarto (*Liolaemus atacamensis*); espinal o sabana: chacal (*Dusycion culpaeus*); selva austral: puma (*Felis concolor*).

Dentro de la ecorregión de la estepa costera semidesértica identificada por Quintanilla (1983), se identifican aves marinas como el zarapito común (*Numenius phaeopus hudsonicus*), que se alimenta principalmente pulgas marinas; el pilpelén común (*Haematopus ostralegus pitanay*), que se nutre de bivalvos que encuentra en los roqueríos; la gaviota común y la garuma que se alimentan de *Emerita* y bivalvos.

Entre los mamíferos marinos se encuentra el lobo marino común. En las terrazas bajas y roqueríos se encuentran muchos tipos de insectos entre los que se mencionan el pololito de arena (*Phalerisidia maculata*) y las chinitas (*Eriopis connexa*). En tierra, son importantes los roedores además de liebres y conejos introducidos. Destaca la chilla (*Dusicyon griseus*), el degú (*Octogon degus*), que comparten espacios con otras especies como el lagarto del desierto (*Callopistea sp.*). Entre los coleópteros se encuentran los *Meloidae* y los *Tenebrionidae*.

### **7.3. El rol geomorfológico de la vegetación.**

Desde el punto de vista de la geomorfología, podemos considerar a la vegetación como un elemento de protección frente al desarrollo de procesos morfodinámicos. En efecto, la vegetación protege al suelo de la erosión frente a la acción de precipitaciones intensas, evitando su adelgazamiento superficial y a la incisión vertical del terreno por efecto del escurrimiento concentrado.

Por otra parte, la vegetación tiene un rol importante en la estabilización de las formas del terreno, esto se relaciona con las características del sistema radical en especial en aquellas comunidades que tienen mayor cobertura, actuando como un elemento de protección frente a procesos en los que actúan la gravedad y/o los agentes morfogenéticos (Meaza y Cuesta, 2010).

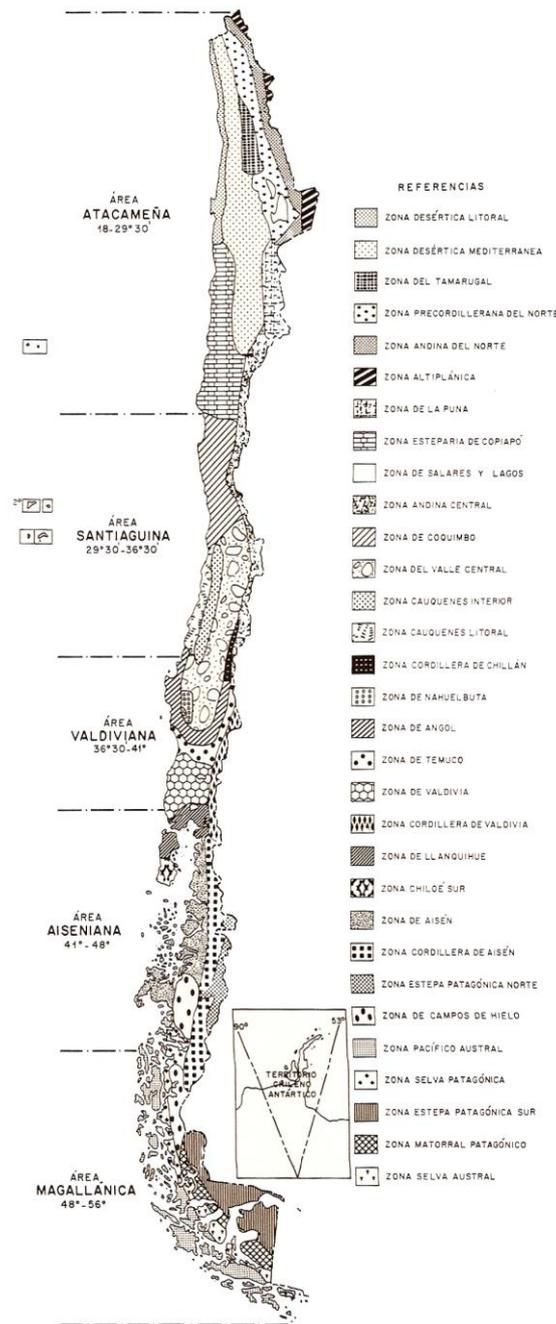
Si consideramos las unidades fisiográficas identificadas en esta investigación (terrazas, acantilados, playas y dunas) y las formaciones vegetales de la franja costera semiárida detalladas ampliamente en este capítulo, se aprecia que el rol de la vegetación cobra importancias diferenciadas.

Las playas, debido a sus características geomorfológicas y dinámica natural, son espacios desfavorables a la ocupación de las plantas. Los acantilados constituyen unidades interesantes desde el punto de vista de la colonización vegetal: las plantas deben adaptarse a un ambiente salino, escaso en nutrientes y suelo, sometido a

fuertes vientos y con tendencia a la verticalidad topográfica, sin embargo a pesar de ello, poco estudiados.

El mayor desarrollo de la vegetación en términos de cobertura y variedad de especies se encuentra sobre las terrazas; su morfología planiforme y ancho facilita la instalación de la vegetación. Dominan aquí especies esclerófilas del tipo matorral arborescente, además de comunidades herbáceas que se extienden y se encuentran fácilmente también en las laderas occidentales de los relieves de la cordillera costera (Fotos N° 19 y 20).

Figura N° 43: Áreas y zonas zoogeográficas de Chile continental según Artigas, 1975.



Fuente: Quintanilla, 1983.

Foto N° 19: **Terraza litoral cubierta con matorral esclerófilo, Pichidangui.**



Fuente: Autor.

Es indudable el efecto protector que sobre las terrazas tiene la vegetación frente a los eventos de precipitación que adquieren en la franja costera semiárida características de torrencialidad. La destrucción de la vegetación natural es reconocida como uno de los factores que provoca la erosión del suelo, que actúa de manera interrelacionada junto con las características climáticas, la naturaleza de las formaciones superficiales y el relieve ondulado. (Castro y Vicuña, 1990).

Las dunas corresponden a ambientes poco amigables para la instalación de la vegetación: la arena constituye un sustrato suelto, seco, con pocos nutrientes y abundantes sales, se calienta mucho expuesta al sol y se generan impactos de los granos de arena desplazados por el viento. Debido a estos aspectos las dunas son ecosistemas muy frágiles, con una vegetación pobre en especies y cobertura. Las plantas de las dunas, por tanto tienen características psamófitas, xerófitas y halófitas (San Martín et al., 1992) y una fauna escasa. La vegetación se presenta como una formación de características azonales, que evoluciona en un proceso de sucesión que corresponde a un psamosere (una sucesión ecológica que comienza en un ambiente arenoso; un sere es un estadio en una secuencia de eventos originado en arena o en un suelo arenoso. <http://www.encyclo.co.uk/define/psamosere>). La vegetación avanza desde fases pioneras de colonización hasta etapas clímax, disponiéndose en franjas paralelas a la línea de costa (Ramírez, 1992).

Foto N° 20: Terraza litoral con matorral esclerófilo, en contacto con la cordillera de la Costa, Los Vilos.



Fuente: Autor.

Müller-Hohenstein (1992), indica que frente a las condiciones abióticas extremas que se presentan en las dunas, las plantas deben poseer una gran capacidad de regeneración y crecimiento, necesitando para ello recurrir a adaptaciones morfológicas y ecofisiológicas especiales para estos ambientes en los que una de sus características principales es el continuo desplazamiento de arena.

Cerca del mar sólo pueden crecer plantas tolerantes a la sal y nitrófilas (diversas especies de *Cakile*). Otras especies que soportan la sal y poseen estolones son la *Agropyron pungens* y *Agropyron junciforme*.

En los lugares con abundante movimiento de arena, las plantas deben adaptarse al golpeteo permanente de los granos y a la constante exposición de las raíces, se adaptan muy bien por tanto plantas que forman rizomas y estolones que se arraigan en la arena.

Müller-Hohenstein (1992), indica que una de las plantas mejor adaptadas es la *Ammophila arenaria*, la que con su rizoma puede retener muy bien la arena, además de formar raíces en los nudos y soportar muy bien la sepultación (Foto N° 22). Similar ejemplo es *Elymus arenarius* que también fija muy bien la arena.

Las plantas en estos ambientes también deben ser resistentes a la sequía debido a encontrarse sometidas a una alta evaporación (esclerófilas y suculentas) especialmente adaptadas se encuentran las plantas de dunas continentales.

San Martín et al. (1992), afirman que la flora de las dunas litorales en Chile está integrada por 186 especies, de las cuales 124 son nativas y 62 introducidas, correspondiendo principalmente a las familias *Poaceae*, *Asteraceae* y *Cichoriaceae*.

La flora psamófila de las dunas chilenas tiene una gran similitud con dunas litorales de la costa pacífica en América del Norte, presentándose especies comunes como: *Ambrosia chamissonis*, *Calystegia soldanella*, *Cardionema ramosissimum*, *Carpobrotus aequilaterus*, *Distichlis spicata*, *Fragaria chiloensis*, *Lathyrus japonicus*, *Scirpus olneyi* y *Poa douglasii* (Kohler, 1970, en San Martín et al., 1992).

Entre las especies nativas que destacan por su capacidad para retener arena, se encuentran: *Lupinus arboreus*, *Carex pumila*, *Rumex cuneifolius*, *Festuca arundinacea*, *Juncus lesueuri*, *J. maritimus*, *Polygonum sanguinaria*, *Poa douglasii*, *P. lanuginosa*, *Scirpus olneyi*, *S. Nodosus*, *Carpobrotus aequilaterus* y *Cristaria glaucophylla* (Foto N° 21). Por otra parte, las especies introducidas con similares capacidades de retención y que han sido utilizadas ampliamente como un método efectivo para el control del avance dunario: *Ammophila arenaria* (Foto N° 22), *Genista hispanica*, *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus*, *Cupressus macrocarpa*, *acacia melanoxyton*, *A. dealbata* y *A. Longifolia*.

De acuerdo con San Martín et al. (1992), la vegetación de las dunas en Chile se encuentra condicionada por la extensión, intervención y morfología superficial del campo dunario. Distingue así dos zonas:

- **Zona de costa:** Morfológicamente corresponde a la playa. Sus características asociadas a la inundación periódica, salinidad del medio, pobreza de materia orgánica y un sustrato arenoso altamente inestable, influyen negativamente en el desarrollo vegetal.
- **Zona de psamosere:** La vegetación existente alcanza un mayor desarrollo dependiendo del grado de tolerancia a la salinidad, que es menor a la existente en la playa debido a que es removida por el viento y las lluvias, la estabilidad del sustrato y de la topografía dunaria. En aquellos lugares en que la morfología dunaria permite el desarrollo de depresiones, la acumulación de agua superficial o la cercanía del nivel freático permiten una vegetación acuática que contrasta con la vegetación de tipo xerófito de las dunas.

En las dunas de Concón, se encuentran en la zona del psamosere tres unidades (Figura N° 44).

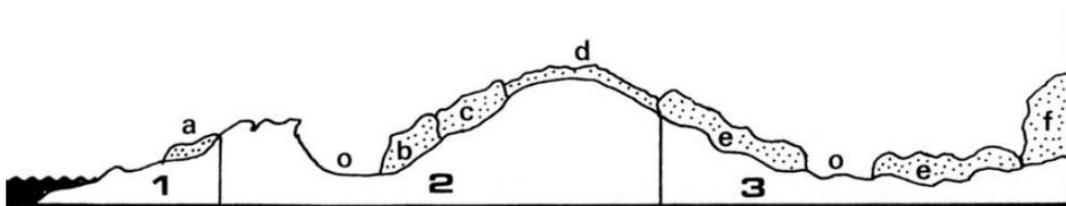
- **Dunas primarias:** Se encuentra vegetación que resiste muy bien la salinidad. La baja cobertura y lo espaciado de su distribución permiten la fácil remoción de arena por el viento. Las especies que se encuentran aquí son: *Nolana paradoxa*, *Carpobrotus aequilaterus*, *Euphorbia portulacoides* y *Rumex cuneifolius*. Cuando las dunas se encuentran sobre terrazas amplias se desarrolla muy bien la *Ammophila arenaria*.
- **Dunas secundarias:** Presenta un mayor número de especies y una mayor cobertura, generalmente ocupa un área de mayor superficie que la duna

primaria. En áreas sin intervención se encuentra *Scirpus nodosus*, *Carex pumila*, *Poa douglassi*, *Festuca arundinacea*, *Bromus hordaceus*, *B. rigidus*, *B. madritensis*, *Hypochaeris taltalensis*, *Plantago hispidula*, *Nosticastrum leucopappum* y *Ambrosia chamissonis*. En áreas intervenidas se suman plantaciones arbustivas.

- **Dunas terciarias:** La mayor estabilización de la duna se debe a los procesos pedogenéticos que le entregan a la duna mayor acidez y materia orgánica. Es una duna muy intervenida con forestación de arbustos y árboles exóticos: *Pinus radiata*, *P. pinaster*, *Cupressus macrocarpa*, *Eucalyptus globulus*, *E. camaldulensis*, *Acacia melanoxylon*, *A. longifolia* y *A. dealbata*. Las especies nativas corresponden a matorrales y bosques esclerófilos.

En las zonas de humedales se encuentran ciperáceas, juncáceas y gramíneas. Son lugares muy utilizados para el pastoreo de ganado.

Figura N° 44: Zonación de unidades dunarias y vegetación en las dunas de Concón.



1: Dunas primarias. 2: Dunas secundarias. 3: Dunas terciarias  
a: *Nolanetum paradoxae*. b: *Myoporus laetus* y *Tamarix gallica*. c: *Neopterio-Colletietum*. d: *Cristario-Ambrosietum*. e: *Baccharis concava* y *Retamilla ephedra*. f: *Eucalyptus globulus* y *Pinus pinaster*

Fuente: San Martín et al., 1992.

Foto N° 21: *Cristaria glaucophylla* Cav., Los Vilos.



Fuente: Autor.

Foto N° 22: *Ammophila arenaria* en primer plano y *Carpobrotus aequilaterus* en segundo plano, bahía Conchalí.



Fuente: Autor.

#### 7.4. Características del subsistema biogeográfico.

Hemos visto hasta aquí que las diferentes investigaciones y estudios de la vegetación en Chile se basan principalmente en criterios climáticos en la definición de sus límites y describir sus características. La influencia del relieve, como factor de la distribución de la vegetación, es considerada en dos dimensiones, tanto desde el punto de vista de la exposición a los rayos solares o al viento, como a la influencia de la altitud; y en este sentido se encuentra más bien relacionado con la cordillera de la Costa. Es por ello que la vegetación de la franja costera semiárida presenta una zonación vertical evidente. Los pisos vegetacionales de bosque esclerófilo se encuentran localizados sobre los relieves de la cordillera de la Costa, aprovechando

las ventajas que ofrecen las laderas y valles para encauzar o hacer frente a las masas de aire cargadas de humedad. El piso vegetacional del matorral arborescente esclerófilo, prácticamente dibuja el desarrollo areal de las terrazas y dunas antiguas en esta franja costera; sin embargo y como así fuera mencionado, presenta una evidente degradación antrópica. Este aspecto será estudiado con mayor detalle en el subsistema de los impactos ambientales.

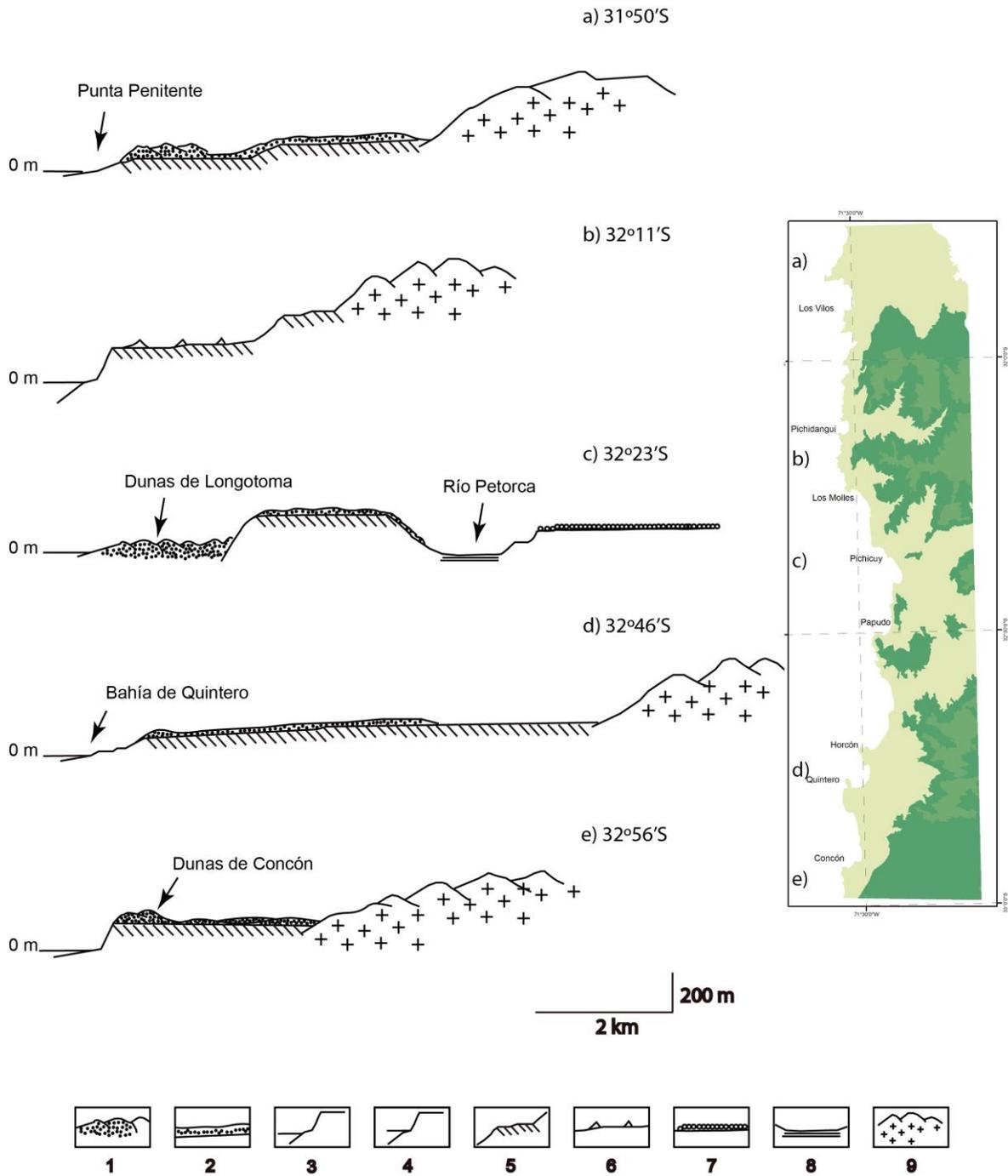
Existe una amplia discusión en el sentido de considerar a la vegetación existente en esta costa bajo condiciones climáticas de tipo mediterráneo; sin embargo estas conceptualizaciones han sido elaboradas en escalas pequeñas enfatizando la búsqueda de una clasificación para el conjunto del país. La irregularidad anual e interanual de las precipitaciones y la falta de agua organizada en escurrimientos permanentes, llevan indudablemente a dar importancia a las condiciones de semiaridez de esta franja. Estas características se han reflejado en la vegetación: las comunidades vegetales típicas de ambientes mediterráneos caracterizadas como asociaciones de tipo boscoso, en esta zona se presentan bajo la forma de matorrales, especialmente aquellas localizadas sobre las unidades geomorfológica de terrazas y dunas antiguas. Por otra parte la cobertura vegetal no adopta la forma de un tapiz continuo sino que se encuentra fragmentado en razón principalmente de la disponibilidad de agua, a lo que se une una degradación de tipo antrópico.

No corresponde a uno de los objetivos de esta investigación elaborar mapas detallados de las asociaciones y/o comunidades vegetales de la franja costera semiárida, ello sólo habría sido posible a través de conocimientos botánicos específicos y un exhaustivo control de terreno con estos fines. Con el objeto de espacializar las relaciones entre la vegetación y las diferentes unidades fisiográficas existentes en el área de estudio, se ha elaborado una secuencia de perfiles morfológicos en un sentido O-E, que caracterizan a algunas de las unidades fisiográficas existentes en el área de estudio y sobre las que se identifican las principales especies vegetales (Figura N° 45).

Las unidades fisiográficas reconocidas y que ampliamente fueron estudiadas en el capítulo V, condicionan de manera muy eficiente el desarrollo de la vegetación, tanto en términos de permitir su instalación como de favorecer diferentes formas de adaptación. elementos que entregan condiciones de fragilidad a la vegetación, especialmente aquella localizada sobre las unidades más dinámicas, como las dunas.

Considerando estos aspectos es indudable asumir la estrecha relación existente entre la vegetación, el clima y la geomorfología de la franja costera semiárida. Los subsistemas geomorfológico, climático e hidrográfico, por tanto, interactúan directamente con el biogeográfico, evidenciándose entonces relaciones funcionales de tipo mesosistémico: formas de adaptación y colonización de la vegetación, en directa relación con las unidades fisiográficas de la costa semiárida bajo un determinado tipo climático. Estas consideraciones deberán ser permanentemente observadas de acuerdo a los actuales escenarios de cambio climático para esta parte del país.

Figura N° 45: Relación perfiles morfológicos y vegetación.



- 1: Dunas. 2: Acumulación de arena. 3: Acantilado muerto. 4: Acantilado vivo. 5: Terraza litoral.  
6: Antiguos escollos. 7: Terraza fluvial. 8: Valle fluvial. 9: Cordillera de la Costa.

(\*) La leyenda del mapa en colores, se encuentra en el Mapa N° 8.

Fuente: Autor.

## 7.5. Bibliografía específica.

**Castro, C. & Vicuña, P.**, 1990. Caracterización de la erosión lineal en planicies costeras de Chile central. *Revista de Geografía Norte Grande* 17:37-45.

**Corporación Nacional Forestal (CONAF)**, 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe nacional con variables ambientales. Santiago, 89 pp.

**Fuenzalida Villegas, H.**, 1950. Biogeografía. *Geografía Económica de Chile*, Corporación de Fomento de la Producción. Capítulo VII, pp. 371-428.

**Fuenzalida Villegas, H.**, 1965. Biogeografía. *Geografía Económica de Chile*, Corporación de Fomento de la Producción. Texto Refundido, Capítulo VII, pp. 228-267.

**Gajardo, R.** 1995. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago, 165 pp.

**Luebert, F. & Pliscoff, P.**, 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, 316 pp.

**Meaza, G. & Cuesta, M.J.**, 2010. Fitoindicación/fitoacción ambiental y territorial. Ensayo de aplicación en la reserva de la biosfera de Urdaibai (País Vasco) *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 54:99-123.

**Müller-Hohenstein, K.**, 1992. Las dunas como ecosistemas: experiencias en Europa, Arabia y África. *Bosque* 13(1):9-21.

**Pisano, E.**, 1966. Zonas biogeográficas. *Geografía Económica de Chile*, Corporación de Fomento de la Producción, Primer Apéndice. Capítulo VI. pp. 62-73.

**Quintanilla, V.**, 1987. Carta fitogeográfica de Chile mediterráneo. Universidad de Santiago de Chile, Área de Geociencias IV, año XVII, N° 70, reedición, 32 pp.

**Quintanilla, V.**, 1983. Biogeografía. Colección Geografía de Chile. Instituto Geográfico Militar, Santiago. 230 pp.

**Quintanilla, V.**, 1981. Carta de las formaciones vegetales de Chile. Universidad de Santiago de Chile, Área de Geociencias I, año XI, N° 47. 32 pp.

**Ramírez, C.**, 1992. Las dunas chilenas como hábitat humano, florístico y faunístico. *Bosque* 13(1):3-17.

**Reiche, C.**, 1934. *Geografía botánica de Chile*. 2 vol. Trad. G. Looser. Imprenta Universitaria. Santiago.

**San Martín, J.; Ramírez, C. & San Martín C.**, 1992. La flora de las dunas chilenas y sus adaptaciones morfológicas. *Bosque* 13(1):29-39.



**CAPÍTULO VIII**  
**LA OCUPACIÓN ANTRÓPICA**



La visión integral del paisaje bajo una óptica sistémica se completa al analizar las características de la población, su crecimiento y evolución. En términos territoriales interesa conocer las tipologías de ocupación y usos del suelo, la distribución en el territorio o las formas de aprovechamiento de los recursos.

Así, como ya se ha mencionado, la franja costera semiárida experimenta una creciente y constante ocupación de la población. La presencia de terrazas es aprovechada para la instalación de viviendas y parcelaciones que poco a poco sirven de motivación para la llegada de nuevos habitantes, en muchos de los casos corresponden a ocupaciones ligadas a una segunda vivienda, que es aprovechada para el turismo balneario estacional o bien como “escapada” de fin de semana. Este comportamiento es facilitado por la existencia de la “Ruta 5”, principal autopista y eje vial que une, bajo la forma de una columna vertebral, la mayor parte del país de norte a sur; la distancia desde la capital Santiago hasta la ciudad de Los Vilos es de poco más de 220 km, la que permite acceder a esta última ciudad en poco más de 2,5 hrs, considerando una velocidad media de unos 80 km/hr.

### **8.1. Ocupación humana en el Holoceno.**

Silva (1980), indica que cultura son todos aquellos elementos creados por el ser humano, incluyendo sus costumbres, hábitos, conocimientos, ideas y creencias, por lo tanto importantes en la definición del grado de desarrollo alcanzado por una sociedad; desde otro punto de vista, la cultura constituye una forma de adaptación al medio físico y al medio biótico y por lo tanto difiere para cada lugar, existiendo vestigios que permiten conocer y comprender los diferentes modos de vida, características y adaptaciones que cada cultura desarrolló durante las diferentes etapas de su propia evolución.

Desde etapas nómades hacia posteriores fases sedentarias, las agrupaciones humanas dependen en gran medida de su ambiente físico y de los recursos que este le provee. Silva (1980), indica que los cambios en las culturas sedentarias respecto de las nómadas, son observables en varias etapas de desarrollo cultural: Paleoindia, Arcaica, Formativa, Clásica y Postclásica, de las cuales sólo las primeras tres lograron desarrollarse en Chile hasta antes de la llegada de los españoles.

Orellana (1994, en Grebe, 1998), identifica las siguientes etapas culturales de la prehistoria de Chile:

- Inca 1.450-1.470 DC
- Agro-alfarero tardío 1.100 DC
- Agro-alfarero medio 200-300 DC
- Agro-alfarero temprano 1.000 AC

- Arcaico tardío 4.000 AC
- Arcaico medio 6.000 AC
- Arcaico temprano 8.600 AC
- Paleolindio 11.000 AC

Por otra parte el Museo de Arte Precolombino de Chile (1997, en Grebe, 1998), identifica los siguientes periodos, incluyendo además áreas culturales:

Periodo	Fechas de inicio	Áreas culturales
Inca	1.438-1.532 DC	
Tardío	1.100 DC	Norte Chico
Intermedio tardío	1.000 DC	Norte Grande
El Vergel	1.000 DC	Centro-Sur
Medio	700 DC	Norte Chico
Pitrén	500 DC	Centro-Sur
Medio	400 DC	Norte Grande
Temprano	300 AC	Norte Chico
Agroalfarero	600 AC	Chile Central
Formativo	1.000 AC	Norte Grande
Arcaico tardío	2.700 AC	Norte Chico
Arcaico medio	3.000 AC	Chile Central
Arcaico temprano	8.000 AC	Norte Chico
	8.000 AC	Chile central
Arcaico	10.000 AC	Norte Grande
	10.000 AC	Chile Central
	10.000 AC	Extremo Sur
	10.500-12.000 AC	Centro Sur
Paleolindio	12.000 AC	Norte Chico

Ampuero (1991) realiza una breve descripción de las culturas antiguas del Norte Chico (27°S-33°S), e identifica los siguientes periodos:

Agroalfarero 300 AC- 1.536 DC	Agroalfarero tardío, Cultura Diaguita	1.000-1.536 DC
	Agroalfarero medio, Complejo Las Ánimas	800-1.000 DC
	Agroalfarero temprano, Complejo El Molle	300 AC-700 DC
Arcaico		8.000-300 AC
Paleolindio		12.000-8.000 AC

Sin llegar a postular una clasificación ni aportar mayores antecedentes a la discusión, el periodo paleoindio se corresponde con los últimos estadios del Pleistoceno y el periodo arcaico con el Holoceno, existiendo durante este último tres subperiodos: Arcaico temprano, Arcaico medio y Arcaico tardío, que se corresponden lógicamente con el Holoceno temprano, medio y tardío respectivamente. En el periodo Arcaico en la costa del semiárido se reconocen tres ocupaciones humanas que destacan: el complejo Huentelauquén en el Arcaico temprano y el complejo Papudo y la cultura del Anzuelo de Concha en el Arcaico medio. Durante el Arcaico tardío se habrían desarrollado los primeros contactos con el Complejo El Molle.

Los humanos de la etapa paleoindia vivían en reducidas agrupaciones familiares que convivieron con fauna hoy extinta (mastodonte, ciervo, caballo americano), generalmente nómades, se guarecían en cuevas, existiendo una división del trabajo por sexo. Las mujeres eran recolectoras de vegetales, en cambio los hombres eran cazadores. Mediante rudimentarias herramientas de piedra lograban herir animales hasta ser rematados al momento de quedar exhaustos por desangramiento. En Chile, las evidencias de esta etapa se encuentran en los alrededores de los Vilos: un sitio relevante es la Quebrada Quereo (31°55'S, 71°30'O, 9.650-9.450 AC, Foto N° 23); Monte Verde (41°30'S, 73°08'O, 12.000-10.000 AC), San Vicente de Tagua Tagua (34°26'S, 71°05'O, 9.420-9.000 AC) y la Cueva Fell (52°S, 70°O, 8.760 AC).

Foto N° 23: **Quebrada Quereo.**



Fuente: Autor.

El descubrimiento de sitios de interés paleoindio obedece en la mayoría de los casos a situaciones de carácter fortuito. Jackson y Méndez (2005), afirman que esta situación impulsó una metodología de tipo inductivo de las primeras investigaciones en Chile, por cuanto, primero aparece el sitio y luego las preguntas de investigación. Uno de los casos más característicos de este hecho, de los muchos existentes inventariados por estos autores, es el asentamiento de Monte Verde, en el sur de Chile en las cercanías de la ciudad de Puerto Montt (41°28'S, 72°56'O), en el que la erosión, producto de la modificación antrópica del estero Chinchihuapi, dejó al descubierto depósitos de terrazas fluviales con evidencias culturales excepcionalmente bien preservadas, consideradas hoy como una de los más antiguas del continente y asignadas al Pleistoceno tardío (12.500 BP).

En función de estos preceptos, Jackson y Méndez (2005), propusieron una metodología de tipo deductiva, en la cual las preguntas de investigación se relacionan con el dónde y bajo qué condiciones paleogeográficas y ambientales se debiese encontrar un determinado tipo de ocupación. Para ello consideraron las siguientes variables:

- Interrelación funcional entre asentamientos.
- Disponibilidad potencial de recursos bióticos (fauna y vegetación) y abióticos (materias primas líticas).
- Variables geomorfológicas locales.
- Procesos de formación de sistemas lagunares y fluviales.
- Eventual interacción entre procesos morfodinámicos de depositación y deflación.
- Formación de paleosuelos y otras unidades sedimentarias.

La selección de estos criterios tiene evidentes sesgos geomorfológicos, por cuanto al parecer, de una forma intuitiva primero, y luego en base a la experiencia, los primitivos ocupantes de las costas preferían ciertos lugares en desmedro de otros. Estos mismos autores concluyen y alientan el carácter predictivo de esta metodología en el hallazgo de sitios arqueológicos correspondiente a los primeros poblamientos.

En la etapa arcaica se aprecia una mayor adaptación al ambiente físico, creando nuevas herramientas y técnicas (morteros, manos de moler, puntas de flecha, anzuelos y redes), intensificando la recolección de vegetales, caza de animales y marisqueo, además de la instalación en zonas litorales y en desembocaduras de ríos, aprovechando la existencia de variados recursos.

En la etapa Arcaica, Silva (1980) delimita las áreas culturales como aquellas en las que las características ecológicas favorecen la adopción de ciertos modos de vida, en las que se aprecian sociedades con expresiones culturales propias y poblaciones que mantienen contactos entre ellas transfiriéndose experiencias, conocimientos y técnicas. Silva (1980), distingue cuatro áreas culturales:

- Área Norte, desde el límite con Perú, hasta el río Copiapó (27°30'S)
- Área de los valles transversales, entre los ríos Copiapó y Aconcagua (33°S)
- Área Central, desde el río Aconcagua, hasta el Canal de Chacao (41°30'S)
- Área Sur, desde el Canal de Chacao hasta el Cabo de Hornos (56°S).

De acuerdo a esta clasificación, la costa semiárida de Chile, en estudio en esta tesis, se encuentra localizada entre los ríos Copiapó y Aconcagua. Estudios similares se han concretado para la zona norte de Chile (Standen et al., 2004) y para

la zona sur (Quiroz et al., 2004; Martinic, 1996). La existencia de cordones montañosos que unen la cordillera de los Andes y de la Costa que dejan valles entre ellos, favoreció durante esta etapa un recorrido anual o trashumancia en sentido este-oeste aprovechando esta connotación topográfica, encontrándose en sectores interiores restos de conchas marinas, que son claros indicios de estas conexiones.

Méndez y Jackson (2004), afirman la existencia de estrechas relaciones entre las ocupaciones humanas y el medio ambiente durante el Holoceno tardío (4.000-3.500 a 2.000 BP), en la costa de los alrededores de Los Vilos (31°54'S) y en litoral de Choapa (31°30'S) (Méndez, 2002a). El Holoceno en la costa semiárida se caracterizó por condiciones climáticas húmedas y frías, que permitieron el desarrollo recolonizaciones arbóreas y pantanosas entre 3.200 y 4.200 BP. En términos de la ocupación humana del litoral, el Holoceno tardío se relaciona con un "clima benigno", de mayor humedad y mayor pluviosidad. Por otra parte el medio litoral se ve influenciado por las fluctuaciones del nivel del mar.

En la costa semiárida en estudio se reconoce a la localidad de Los Vilos y sus alrededores como un área que favoreció la instalación de grupos cazadores-recolectores, seguramente ligados a la abundancia de recursos litorales (Figura N° 46). Las investigaciones sobre la biodiversidad del medio marino en este sector en cuanto a la disponibilidad de invertebrados (moluscos, crustáceos y equinodermos) califican al área de Los Vilos como un área de elevados niveles de riqueza, especialmente si se lo compara con sitios localizados más al norte y más al sur. En esta área los campamentos identificados se localizan no sólo en la zona del estrán ocupando roqueríos, sino también en espacios elevados sobre las terrazas marinas, frente a playas con roqueríos, en quebradas costeras y desembocaduras.

Méndez (2002b), afirma que los depósitos culturales producto de la explotación de litoral en la costa del semiárido, y especialmente en el área de Los Vilos, constituyen registros arqueológicos que entregan valiosos datos sobre las estrategias de subsistencia y la relación que estos grupos tuvieron con su medio ambiente. En este sentido estudia el sitio de Punta Penitente (31°51'S), que presenta una ocupación de por lo menos 6.500 años, desde el Holoceno temprano hasta el Holoceno tardío.

Algunos de los contextos arqueológicos estudiados en el área de Los Vilos son, de norte a sur (Figura N° 46):

- Cabo Tablas-Ñagué (LV. 204).
- Punta Penitente (LV. 14).
- Paso Inferior Conchalí (LV. 034).
- Punta Chungo A (LV. 046a).
- Punta Chungo B (LV. 046b).
- Los Cerrillos (LV 0.77).
- Quebrada de Quereo (LV. 066).
- Fundo Agua Amarilla (LV. 099).
- Quebrada Lazareto (LV. 089).

La característica principal de los sitios revela datos muy relevantes para identificar las modalidades de ocupación de estos grupos. Entre ellos la gran diversidad de restos faunísticos provenientes de la zona del intermareal, los que se encuentran en densas concentraciones que evidencian comportamientos de procesamiento culinario: moluscos, tanto bivalvos como gastrópodos, que reflejan una

explotación intensiva de la biodiversidad malacológica (Méndez y Jackson, 2004). Destaca también la presencia de restos de lobos marinos, ballenas, además de alimentos vegetales. En cuanto a los restos líticos se aprecian guijarros utilizados como instrumentos toscos usados para labores de molienda o soportes con fines habitacionales. Piezas bifaciales utilizadas como cuchillos y puntas de proyectil, también se encuentran aquí, pero muestran una mayor tecnologización e intencionalidad en su manufactura.

Figura N° 46: **Asentamientos del Holoceno tardío en los alrededores de Los Vilos.**



Fuente: Jackson y Méndez, 2004; Jackson et al., 2004.

Las evidencias indican una movilidad residencial y por lo tanto reocupaciones de sitios, en los que se desarrollaron la totalidad de actividades como procesamiento, consumo y habitación. La estrecha relación existente entre las variables ambientales,

con los modos de aprovechamiento de los recursos, se sustenta en las evidencias de dependencias más extractivas que productivas. Esta afirmación se basa en los estudios referidos al cambio climático ocurrido entre el Holoceno medio y tardío en los alrededores de Los Vilos (cambios desde condiciones de tipo cálido y árido hacia condiciones más húmedas y frías). Diversas investigaciones asociadas a esta transición, evaluadas a través de estudios polínicos, diatomeas, registros sedimentarios o isótopos de oxígeno sobre moluscos, fijan este cambio, con variaciones espacio-temporales, entre 4.500 a 3.800 años BP (Méndez y Jackson, 2006). Méndez y Jackson (2006), también destacan la importancia de la geomorfología, por cuanto las terrazas marinas, fueron áreas que favorecieron el asentamiento prehistórico, sin embargo, también es común encontrar para este periodo evidencias de ocupaciones en áreas dunarias, como aquella encontrada en el sector de la quebrada Lazareto (31°57'S).

Estas relaciones cultura-ambiente se expresan en diferentes modalidades de movilidad social, resultado de decisiones que tuvieron como fin contrarrestar situaciones ambientales adversas. Si bien no es la única, destaca por ser una de las más relevantes; entre otras se mencionan las variaciones en el número de miembros de un grupo, métodos de control de la población y cambios en las preferencias de explotación de un determinado recurso. Se plantean dos alternativas: una ocupación transitoria de la costa en épocas estivales con el objeto de acceder a recursos litorales de emergencia (moluscos); o bien ocupaciones de la costa que si bien pudieron soportar una instalación permanente, esto no ocurrió debido a razones culturales (exploraciones de nuevos territorios sin desvinculación de las áreas de origen).

En la etapa formativa aparecen elementos inexistentes previamente, como las herramientas agrícolas y la cerámica. Desde el punto de vista social, la población crece y las sociedades se unen en tribus (Silva, 1980). Aquellas tribus localizadas en el extremo norte del país, continuaron recibiendo influencias andinas desde los territorios de Perú y Bolivia, que presentaban mayor grado de complejidad en su organización social, económica e ideológica (distribución y cultivo de la tierra, ceremonias religiosas, actividades de defensa, elección de jefes). En el norte del país, se encuentran en este periodo los Changos, descendientes de pescadores-recolectores costeros, localizados entre la costa del sur de Perú y Coquimbo (29°57'S), y los Atacameños, que ocuparon sectores cordilleranos en la zona del altiplano, y que poseían una economía mixta de agricultura y ganadería. En el sur de Chile, se desarrollaron los Chonos, Kawashkar, Selk'nam, Tehuelches y Yámanas, que recorrían permanentemente en balsas la costa de fiordos de estos territorios.

En los valles de los ríos Copiapó (27°20'S), Huasco (28°30'S), Elqui (30°S) y Limarí (30°35'S) se desarrolló la cultura Molle (0-600 DC), sus orígenes se encuentran probablemente en la zona del noroeste argentino, y tuvieron una expresión espacial tanto en el Norte Chico como en la zona central de Chile. Desarrollaron de mejor manera la alfarería, la que incluyó innovaciones en diseños y colores (negro, rojo y café); además de conocer el trabajo con metales que les permitió fabricar adornos y utensilios. Los grupos molle habrían desarrollado la agricultura de cultivos de maíz, poroto, zapallo y quínoa y se habrían organizado en aldeas dispersas pero de construcción compleja, introduciendo además innovaciones en los patrones funerarios (cementerios de túmulos), alcanzando un importante grado de sedentarización ([www.precolombino.cl](http://www.precolombino.cl)).

La cultura Las Ánimas (600 a 1.000 DC) es la base de la que posteriormente conformó la cultura Diaguita. Se les encuentra entre los ríos Copiapó y Limarí,

ocupando valles, interfluvios y franja litoral. En el valle del río Copiapó construyeron aldeas fortificadas asociadas a campos de cultivos. En otros valles fluviales se establecieron campamentos menores que presentan restos de recursos marítimos y cordilleranos, lo que evidencia desplazamientos en un sentido este-oeste, con influencias desde el noroeste argentino. Los cementerios se localizan en sectores alejados de las aldeas, sobre terrazas o bien en la zona litoral. Desarrollaron la horticultura de maíz, poroto y zapallo, además de la recolección de frutos de Algarrobos y chañares, con los que obtenían harina. Su economía incluía la pesca la que practicaban mar adentro con la construcción de balsas de cuero inflado de lobo marino ([www.precolombino.cl](http://www.precolombino.cl)).

Los Diaguitas (900-1.500 DC) se localizaron esencialmente entre los ríos Copiapó (27°20'S) y Choapa (31°38'S). Como agricultores desarrollaron sistemas de regadío para el cultivo de maíz, quinoa, porotos y zapallos, además de obtener recursos del mar, los que extraían tanto desde la zona litoral como desde mar adentro. Sus manifestaciones artísticas son bien conocidas por cuanto realizaron cerámicas con diseños geométricos complejos aplicados en dos colores sobre vasijas de diferentes formas. Socialmente estaban organizados en pequeñas aldeas independientes que debieron cambiar su organización al arribo de la invasión Inka, convirtiéndose en agentes importantes de su expansión hacia Chile central.

Los Bato (200-900 DC) se localizaron en la zona costera, valles y zona cordillerana de la zona central de Chile, especialmente entre los ríos Petorca (32°22'S) y Maipo (33°41'S), aprovechando una gran variedad de recursos que cada ambiente les proveía. Se encontraban organizados en grupos familiares independientes pero de gran movilidad, formando caseríos semipermanentes de población reducida. Los grupos Llolleo (200-700 DC) en Chile central se localizaron entre los ríos Aconcagua (33°S) y Cachapoal (34°15'S) y de cordillera a mar, conformando áreas habitacionales en donde cada familia se localizaba a una cierta distancia de la otra, sin presentar jerarquías entre ellas. Al parecer compartieron contactos con Los Bato, con quienes tuvieron similitudes culturales. Practicaban la caza y la recolección, sin embargo la horticultura los hizo una sociedad más sedentaria y compleja ([www.precolombino.cl](http://www.precolombino.cl)).

## **8.2. La población actual.**

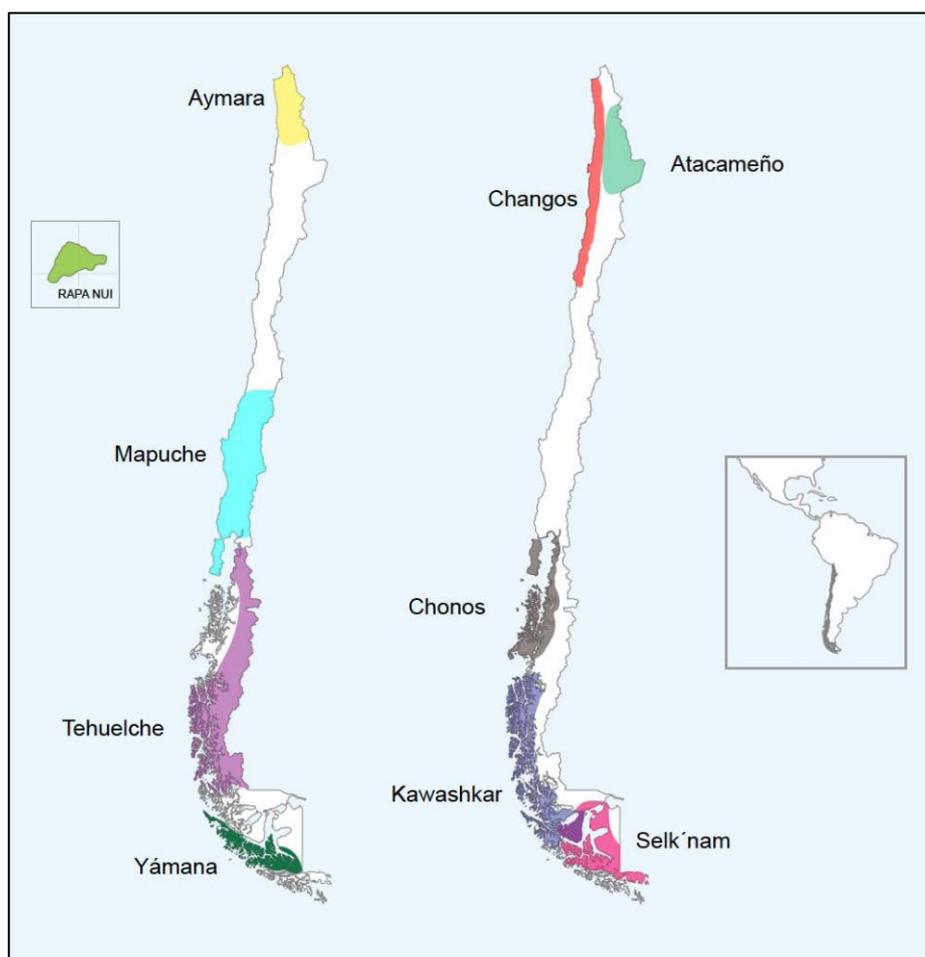
A la llegada de los españoles la economía de subsistencia indígena incluía varias actividades, las que sin duda se adaptaban en función de los recursos disponibles en el medio físico, de las tradiciones culturales y el desarrollo tecnológico de cada grupo (Grebe, 1998):

- Caza-recolección: pewenches, puelches, tewelches y onas.
- Pesca-recolección: changos, chonos, kawéskar y yámanas.
- Pesca-horticultura: cuncos y rapanui.
- Caza-horticultura: poyas.
- Horticultura-pastoreo: mapuche, pikunches y williches.
- Agricultura-pastoreo: aymaras, atacameños y diaguitas.

Ortiz (1983), afirma una tendencia temprana a la homogeneidad étnica y cultural de la población chilena, exceptuando de ello las etnias de los aimaraes del altiplano, los habitantes de isla de Pascua y los alacalufes (Kawashkar) del extremo sur del país. Se consideran como habitantes originarios de Chile a una serie de agrupaciones que tenían diferentes distribuciones sobre el territorio, previo a la llegada

de los españoles (Figura N° 47, [www.precolombino.cl](http://www.precolombino.cl)). La base poblacional que más contribuyó a este proceso de homogenización fueron los Picunches, pueblo indígena que se localizaba entre los ríos Aconcagua (33°S) y el Itata (36°30'S); los Mapuches localizados entre los ríos Maule (35°20'S) y Toltén (39°S); los Huilliches, entre los ríos Toltén y Maullín (41°40'S); y los Cuncos y Chonos en el área de la isla Chiloé (alrededor de los 42°S y 43°S) (Ortiz, 1983).

Figura N° 47: **Localización de los pueblos originarios de Chile.**



Fuente: [www.precolombino.cl](http://www.precolombino.cl)

El primer contacto del europeo con el futuro territorio de Chile fue en el extremo sur del país, en la etapa historiográfica conocida como el “Descubrimiento”. El portugués Hernando de Magallanes, al servicio de España, en la búsqueda de un paso hacia las islas Molucas en Indonesia, cruzó al océano Pacífico por el estrecho que hoy lleva su nombre (52°30'S) el 1 de noviembre del año 1520, realizando escasos reconocimientos de esas tierras. Posteriormente, en el verano del año 1536 el Adelantado Diego de Almagro llegó al valle del río Copiapó en territorio chileno a través de la quebrada de Paipote (27°S) cruzando el altiplano y los encadenamientos montañosos de la cordillera de los Andes, logrando avanzar desde allí hasta el valle del río Aconcagua (33°S).

La llamada “Conquista” de Chile se inicia desde Perú, como una prolongación de las empresas conquistadoras que tuvieron como centro de partida la ciudad del Cuzco; una segunda expedición, encabezada por Pedro de Valdivia inició su viaje desde el Cuzco en el año 1540, pero esta vez siguiendo la ruta del desierto, tomando “posesión” de estos territorios en el valle del río Copiapó, denominando al nuevo país como “Nueva Extremadura”. Avanzó hacia el sur y se instaló en el valle del río Mapocho, fundando la primera ciudad del país, Santiago del Nuevo Extremo (33°28’S, 70°38’O), el día 12 de febrero de 1541, a las que le siguieron posteriormente La Serena (1544, refundada en 1549), Concepción (1550), Valdivia (1552), además de La Imperial, Villarrica, Angol y los fuertes Arauco, Tucapel y Purén.

La penetración española en América tuvo un sentido de consolidación con la fundación de ciudades, así el conquistador español se transformaba en vecino, asumiendo las obligaciones de defensa de la tierra, especial connotación debido a los constantes alzamientos indígenas que tuvieron su máxima expresión en la que se denominó “Guerra de Arauco”. El vecino tuvo de parte de la Corona española, como premio por la participación en la empresa de conquista, un solar para construir la casa, chacras destinadas a la subsistencia y que permitían mantener ganado, hortalizas y árboles frutales, y población indígena utilizada como fuerza de trabajo. En sectores más alejados se concedieron haciendas y estancias. Santiago, considerado como un conjunto territorial se extendía entre los ríos Choapa y Maule (Estellé, 1974).

Las leyes de Indias contenían disposiciones muy claras referentes al sitio y fundación de las nuevas ciudades. Un alarife se encargaba de realizar el diseño del plano. Su trazado por lo general seguía el diseño de una cuadrícula. El centro de la fundación era la plaza de armas, a cuyo alrededor se situaban los edificios de los oficiales de la Corona, o de la iglesia, la catedral, la casa del gobernador, los edificios de la Real Audiencia y las casas del Cabildo (Estellé, 1974). El diseño original de las ciudades también incluía muros, fosos y/o fortificaciones para la defensa.

Durante el periodo colonial (siglos XVII y XVIII), la primera estructura social de Chile incluyó tres elementos formativos: el europeo y su descendencia, el aborígen y los esclavos negros (Retamal, 1980).

El europeo se constituyó como el conquistador. Los españoles destacaron como el grupo más numeroso, entre ellos los castellanos, andaluces, leoneses y extremeños; sin embargo también participaron, pero en menor número, genoveses, portugueses, alemanes y griegos (Retamal, 1980). Los aborígenes constituyeron el grupo trabajador que servía al europeo en labores domésticas o como trabajador de minas y campos (los llamados encomendados) y que también participaban como apoyo durante las guerras. Un tercer grupo aborígen era el considerado enemigo del conquistador y que se rebeló contra la invasión europea. Los esclavos negros, escasos al principio, aumentaron lentamente en número debido a su docilidad, para realizar cierto tipo de trabajos que requerían responsabilidad. A finales del siglo XVII el territorio ocupado por los españoles en Chile sobrepasaba levemente los 150.000 habitantes, distribuidos de la siguiente manera (Retamal, 1980):

- Blancos (españoles y mestizos) 110.000
- Indios de servicio o reducidos 20.000
- Negros, mulatos y zambos 15.000
- Indios pacíficos en Chiloé 7.000
- Total 152.000

Sin embargo, al sur del río Biobío (37°30'S), territorio dominado por el indígena, la estimación de población, entre mapuches y huilliches, alcanzaba unos 270.000 habitantes.

### 8.3. Evolución y distribución de la población.

La información historiográfica referida a la fundación de las ciudades costeras en la franja costera semiárida es escasa, dispersa y de fuentes discutibles. Si bien en Chile los censos de población se inician en el año 1835, cuando la población total del país apenas superaba el millón de habitantes, la información censal sólo comienza a ser útil en términos comparativos, al nivel de las localidades pobladas del área en estudio, en el año 1952. El Instituto Nacional de Estadísticas (INE), servicio público destinado a generar la información censal del país, ha definido una clasificación para diferenciar las entidades de población, las que corresponden a asentamientos humanos situados en una determinada localidad poblada. Las definiciones de la Tabla N° 32 son válidas para los censos de los años 1992 y 2002 y consideradas asimismo por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU, 2004). Desde el punto de vista censal la localidad poblada se define como el ámbito territorial con nombre propio en la que se localizan los asentamientos humanos.

Tabla N° 32: **Entidades de población en Chile.**

Unidad territorial	Asentamiento humano	Categoría	Definición
Localidad poblada	Entidades urbanas	Ciudad	Entidad urbana con más de 2.000 habitantes.
		Pueblo	Entre 1.001 y 2.000 habitantes con a lo menos el 50% de la población económicamente activa dedicada a actividades secundarias o terciarias. Centros turísticos con más de 250 viviendas que no cumplen con el requisito de población.
	Entidades rurales	Aldea	Entidad rural con viviendas concentradas cuya población se encuentra entre 301 y 1.000 hab. Entre 1.001 y 2.000 con menos del 50% de la población económicamente activa dedicada a actividades secundarias o terciarias. Centros turísticos con entre 75 y 250 viviendas concentradas que no cumplen con el tamaño mínimo de población para ser consideradas aldeas.
		Caserío, asentamiento minero, fundo, estancia, hacienda, parcela, hijuela, comunidad	

		indígena, comunidad agrícola, campamento, veranada, majada, aguada, otras viviendas rurales no clasificadas	
--	--	---	--

Fuente: INE, 2002.

A nivel nacional, el hecho fundamental que llama la atención es la notoria tendencia a la urbanización de la población del país, la que experimenta un incremento sostenido prácticamente a partir del censo de población del año 1865. Al mismo tiempo, y por evidente contraposición, la población considerada como rural disminuye progresivamente en cada periodo (Tabla N° 33).

Tabla N°33: Chile, evolución de la población por área urbana y rural según censos.

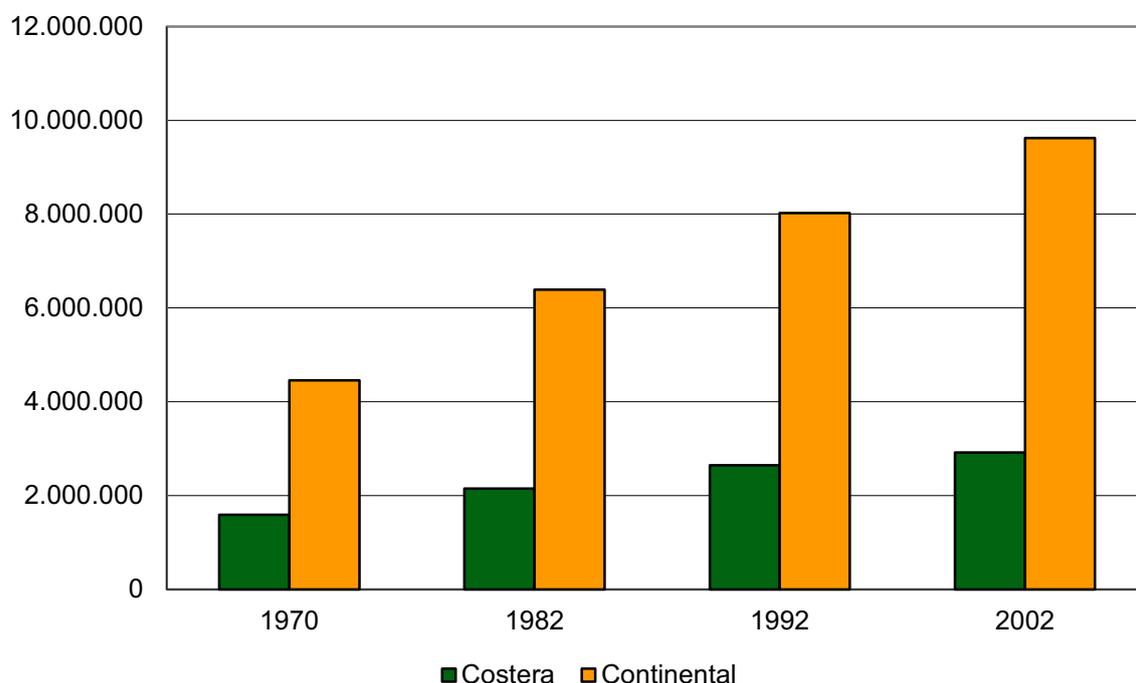
Censo	Total	Tasa de crecimiento intercensal	% incremento	Urbana	%	Rural	%
1865	1.819.223	2,10		520.663	28,6	1.298.560	71,4
1875	2.075.971	1,30	14,1	725.545	34,9	1.350.426	65,1
1885	2.497.797	1,90	20,3	1.041.765	41,7	1.456.032	58,3
1895	2.687.984	0,70	7,6	1.223.407	45,5	1.464.577	54,5
1907	3.220.531	1,50	19,8	1.392.026	43,2	1.828.505	56,8
1920	3.714.887	1,11	15,4	1.723.552	46,4	1.991.335	53,6
1930	4.287.445	1,44	15,4	2.119.221	49,4	2.168.224	50,6
1940	5.023.539	1,60	17,2	2.639.311	52,5	2.384.228	47,5
1952	5.932.995	1,47	18,1	3.573.122	60,2	2.359.873	39,8
1960	7.374.115	2,56	24,3	5.028.060	68,2	2.346.055	31,8
1970	8.884.768	2,00	20,5	6.675.072	75,1	2.209.696	24,9
1982	11.329.736	2,05	27,5	9.316.127	82,2	2.013.609	17,8
1992	13.348.401	1,64	17,8	11.140.405	83,5	2.207.996	16,5
2002	15.116.435	1,24	13,2	13.090.113	86,6	2.026.322	13,4

Fuente: INE, varios años.

La categorización de urbano y rural utilizada por el INE puede llevar a ciertas confusiones, ya que se utilizan umbrales numéricos para clasificar a una determinada entidad. La cifra porcentual de población urbana en Chile para el año de 2002, equivalente a un 86,6% del país, posiciona a Chile en el rango de los países más desarrollados del mundo, es por ello que una revisión de esta definición incorporando otros criterios como la densidad poblacional, la estructura física de estos espacios o un detalle más fino de las actividades económicas de la población pudiese ser necesaria.

Un análisis considerando la variable geográfica de acuerdo a una posición continental o litoral de las entidades de población consideradas como ciudades de todo el país durante los censos de población de 1970 a 2002, nos entrega otra perspectiva para el análisis (Figura N° 48). Al mismo tiempo, la Tabla N° 34 muestra en términos absolutos la población considerada en estas mismas ciudades para cada censo y los porcentajes de incremento correspondientes entre cada uno de ellos. Las cifras son concordantes con el comportamiento de los datos generales a nivel nacional (Tabla N° 33). Si bien es cierto existe un crecimiento positivo de la población nacional, costera o continental, según sea el caso, los porcentajes de incremento tienden a ralentizarse hacia el último periodo considerado.

Figura N° 48: Chile, población censal en ciudades según localización costera y continental.



Fuente: Autor en base a datos INE, varios años.

Tabla N° 34: Chile, población censal en ciudades según localización costera y continental.

Censo	Costera	% incremento	Continental	% incremento
1970	1.588.663		4.459.972	
1982	2.151.509	35,4	6.391.983	43,3
1992	2.645.973	23,0	8.025.823	25,6
2002	2.921.779	10,4	9.622.201	19,9

Fuente: INE, varios años.

Las razones de este comportamiento se encuentran asociadas a la etapa de transición demográfica avanzada en la que se encuentra Chile, caracterizada por un

sostenido descenso de las tasas de natalidad y de mortalidad lo que se traduce también en un bajo crecimiento natural (Tabla N° 35); las causas de esta situación han sido ampliamente discutidas: incorporación de los métodos anticonceptivos, efectos del mayor desarrollo económico, social, educacional y sanitario (Donoso, 2007).

Tabla N° 35: **Chile, Evolución de las tasas de natalidad y mortalidad.**

<b>Año</b>	<b>Tasa de natalidad</b>	<b>Tasa de mortalidad</b>
1970		
1973	28,9	8,0
1980	23,4	6,6
1990	23,5	6,0
2000	16,4	5,1
2009	15,0	5,4

Fuente: INE, 2009.

Para el análisis de la ocupación humana, se tuvo acceso a la información de número de viviendas y población total para las categorías de ciudades, pueblos y aldeas en los censos de los años 1970, 1982, 1992 y 2002. Para el INE, una vivienda es todo edificio destinado a alojamiento permanente o temporal de personas y cualquier tipo de alberque fijo o móvil como lugar de residencia habitual. Para el caso de la franja costera semiárida, se seleccionaron aquellas entidades que se encontraran en la franja litoral o bien muy cerca de ella. La información obtenida se expone en la Tabla N° 36.

Tabla N° 36: **Población y viviendas en la franja costera semiárida, 1970-2002.**

<b>Categoría</b>	<b>Año</b>	<b>N° Viviendas</b>	<b>% incremento</b>	<b>Población Total</b>	<b>% incremento</b>	<b>Número de entidades</b>
Ciudades	1970	6.737		22.393		3
	1982	12.559	86,4	33.002	47,4	3
	1992	21.285	69,5	54.052	63,8	4
	2002	39.719	86,6	80.041	48,1	9
Pueblos	1970	1.438		3.926		3
	1982	2.731	89,9	6.868	74,9	5
	1992	3.673	34,5	4.046	-41,1	8
	2002	4.841	31,8	4.903	21,2	9
Aldeas	1970	1.949		4.418		8
	1982	4.211	116,1	6.912	56,5	15
	1992	1.129	-73,2	3.359	-51,4	6
	2002	733	-35,1	2.115	-37,0	5

Totales	1970	10.124		30.737		14
	1982	19.501	92,6	46.782	52,2	23
	1992	26.087	33,8	61.457	31,4	17
	2002	45.293	73,6	87.059	41,7	21

Fuente: INE, varios años.

Este ejercicio presentó problemas relacionados con la información disponible asociados a: la desaparición de entidades de un censo a otro, diferencias en los nombres de las entidades en cada censo, y la consideración de un mayor o menor número de categorías de entidades en cada periodo. Es muy probable que se hayan presentado situaciones de conurbación (unión física de centros urbanos), absorción (unión de un centro urbano con una aldea o caserío) o fusión (unión de entidades rurales). En función de estos antecedentes, se optó por realizar algunos ajustes en consideración al número de habitantes informados, lo que permitió situar una determinada localidad en una u otra categoría, y con ello utilizar un sólo criterio para el conjunto de los cuatro censos disponibles.

Por otra parte existe un conjunto de otras categorías de entidades rurales que no fueron consideradas en la evaluación de la ocupación de la franja costera semiárida (caseríos, asentamiento mineros, fundos, estancias, etc.) optando dejarlas fuera del análisis debido a que la información no es clara y no se encuentra disponible para todos los censos, considerándose además poco relevante en términos numéricos absolutos. En tal sentido la información analizada corresponde sólo a ciudades, pueblos y aldeas.

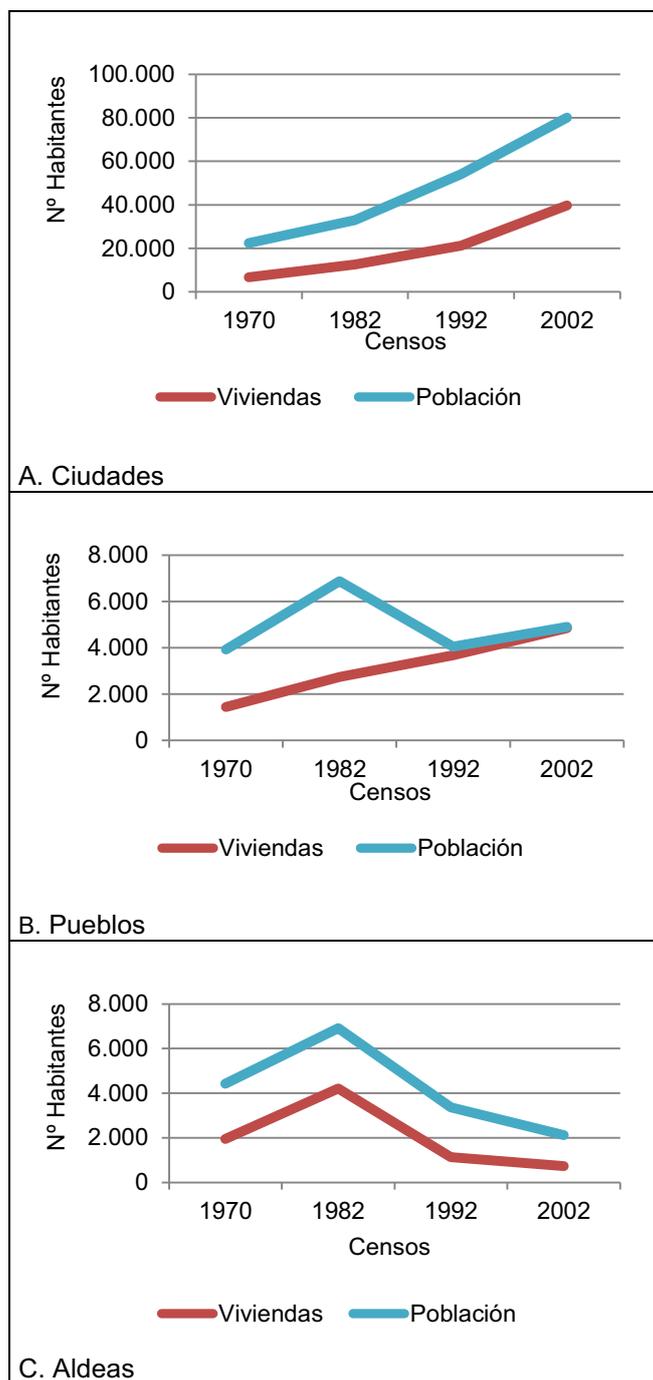
Un primer hecho notable se encuentra atendiendo a los valores totales del conjunto de categorías de entidades consideradas. Se observa un crecimiento constante tanto para el número de viviendas como para la población en cada uno de los censos considerados.

En segundo término los porcentajes de incremento para la categoría de ciudades son notoriamente superiores a los valores consignados para el país en la comparación de población efectuada para el conjunto de ciudades costeras y/o continentales (Tabla N° 34), esta característica se mantiene si se considera para el total de población en las tres categorías de la franja costera semiárida. Sin embargo este comportamiento es errático si se observa la información asociada a pueblos y aldeas, ya que se aprecian en algunos periodos porcentajes de incremento negativos.

Un tercer elemento interesante se refiere a la no correspondencia de los porcentajes de incremento entre número de viviendas y población total en cada censo, observándose para los casos de ciudades y pueblos un mayor crecimiento porcentual de viviendas que de población. En este nivel de análisis el caso de las aldeas presenta incrementos porcentuales negativos para los dos últimos censos considerados.

La Figura N° 49 presenta la evolución de población y viviendas, graficada en términos absolutos para ciudades, pueblos y aldeas en cada uno de los censos registrados en la franja costera semiárida. Llamamos la atención dos hechos. En primer lugar las tendencias son similares entre población y viviendas en ciudades y aldeas, sin embargo en el primer caso las tendencias son positivas, en el segundo son negativas. En segundo lugar, la tendencia creciente en el número de viviendas tanto en ciudades como en pueblos.

Figura N° 49: **Evolución de la población y número de viviendas en la franja costera semiárida.** Censos 1970 a 2002, en ciudades, pueblos y aldeas.



Fuente: Autor en base a datos INE, varios años.

El mayor nivel de detalle alcanzado en este tema se relaciona con la población total habitante en aquellas entidades que cuentan con información censal, así fueron seleccionadas 15 localidades presentes en la franja costera semiárida que poseen información para los censos de 1952, 1970, 1982, 1992 y 2002. Los resultados se presentan en la Tabla N° 37.

Tabla N° 37: **Población de la franja costera semiárida, por localidad, 1952-2002.**

Localidad	Censo					Población comunal y % de la población de las localidades respecto de la población comunal para el año 2002
	1952	1970	1982	1992	2002	
Los Vilos	1.747	4.106	6.686	9.422	10.966	Comuna de Los Vilos: 17.453 75,5% (13.176 hab.)
Quilimarí	414	481	932	834	984	
Pichidangui	205	552	313	900	1.226	
Los Molles	203	217	481	533	636	Comuna de La Ligua: 31.987 3,9% (1.261 hab.)
Pichicuy	42	201	309	642	625	
Pullalli	592	859	1.031	1.110	1.356	Comuna de Papudo: 4.608 94,2% (4.343 hab.)
Papudo	806	1.516	2.050	2.503	2.987	
Zapallar	561	764	1.134	2.240	2.669	Comuna de Zapallar: 5.659 52,3% (2.958 hab.)
La Laguna	254	29	204	93	289	
Maitencillo	203	309	631	1.299	1.578	Comuna de Puchuncaví: 12.954 90,6% (11.731 hab.)
Puchuncaví	610	1.020	955	2.437	3.575	
Campiche	319	442	494	521	621	
Las Ventanas	312	1.390	1.561	5.029	5.957	
Quintero	3.721	9.915	13.157	16.119	18.719	Comuna de Quintero: 21.174 88,4% (18.719 hab.)
Concón	2.036	8.372	13.325	18.739	31.558	Comuna de Concón: 32.273 97,8% (31.558 hab.)
Total	12.025	31.012	44.014	62.421	83.746	

Fuente: INE, varios años.

Dejando de lado las consideraciones metodológicas asociadas a la definición de lo urbano y rural en vista de la información disponible, en el año 1952 sólo tres localidades contaban con más de 1.000 habitantes (Los Vilos, Quintero y Concón), cifra que aumenta a 10 localidades en el año 2002 y que son consideradas evidentemente urbanas. Los antecedentes expuestos avalan la idea de la existencia de un mayor desarrollo poblacional y de viviendas en áreas urbanas que en áreas rurales. Como fue expuesto, la población urbana en Chile ha crecido notoriamente en desmedro de la población rural que lo ha hecho en sentido inverso.

#### **8.4. Contexto normativo de la ocupación en la franja costera.**

En la actualidad no existe un instrumento específico que regule la ocupación humana de los litorales. Los actuales mecanismos corresponden a instrumentos de gestión de los espacios costeros en los cuales tienen competencia e intereses un sinnúmero de organismos. Por lo tanto, el contexto normativo de la ocupación de la población en este espacio, con características geográfico-físicas particulares que lo diferencian y distinguen de cualquier otro, deben ser buscadas en instrumentos o políticas de orden superior que actúan bajo ópticas territoriales diferentes.

En función de lo anterior, existen dos elementos interesantes que surgen de este análisis: las políticas de desarrollo de espacios urbanos y las políticas habitacionales. Sin perjuicio de ello, existen otro tipo de iniciativas que han permitido la instalación de actividades de tipo productivo sobre los espacios costeros y que en conjunto han contribuido a conformar el paisaje que hoy presenta gran parte de la costa chilena.

Una de las preocupaciones de los diferentes gobiernos en Chile ha sido la de disminuir el déficit de viviendas que afecta principalmente a la población de más bajos ingresos. Una de las formas de disminuir esta carencia ha sido a través de la construcción de viviendas sociales. Simian (2010), indica que la política habitacional no ha tenido grandes cambios desde hace varias décadas; los distintos programas de subsidio hacen participar al Estado en dos de cada tres viviendas que se construyen en Chile. En este sentido, identifica varias situaciones que se han generado debido a la política habitacional en Chile (Simian, 2010):

- Expansión de las ciudades.
- Segregación de hogares: los beneficiarios de los programas de subsidios son instalados en la periferia de los centros urbanos, generando aumento de los costos de transporte y la aparición de focos de pobreza y delincuencia.
- Baja movilidad habitacional de los hogares especialmente de las viviendas de bajo precio.
- Falta de calidad de las viviendas, en especial aquellas construidas a través de los programas habitacionales, sin embargo muestra que hacia los últimos años estos se ha revertido mejorándose no sólo la calidad sino también el tamaño de las viviendas.

Sin embargo concluye que el *stock* de viviendas ha aumentado por sobre el crecimiento poblacional, disminuyendo por tanto el déficit. De acuerdo al MINVU (2004), el déficit habitacional tuvo un comportamiento alcista desde los años 50 hasta la década de los años 80, sin embargo el déficit ha disminuido a partir de ese año (Tabla N° 38).

Henríquez et al. (2008), indican que la dinámica de la vivienda social está supeditada al valor del suelo, hecho que explica que este tipo de viviendas se localice en la periferia de las ciudades, espacios que ya poseen tendencias a la segregación.

Tabla N° 38: **Chile, evolución del déficit habitacional.**

Déficit de viviendas (N°)	Fuente de los datos
156.205	Censo de 1952
454.000	Censo de 1960
420.000	Proyección a 1964 según datos del censo de 1960
592.324	Censo de 1970
419.000	Proyección a 1975 según datos del censo de 1970
820.959	Censo de 1982

1.030.828	Proyección a1988 según datos del censo de 1982
888.681	Censo de 1992
543.542	Censo de 2002

Fuente: MINVU, 2004.

En el año 1979 se aprueba la primera Política Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU) que busca aunar los criterios de las políticas de vivienda con las políticas de una economía social de mercado. Esta política considera entre otros aspectos que el suelo urbano no es un recurso escaso, que los sistemas de planificación deben ser flexibles y con una mínima intervención estatal, y que el crecimiento de las áreas urbanas debe seguir las tendencias del mercado. Hacia el año 1985 se rectifica la política nacional (Decreto Supremo N° 31, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 1985), que establecía que el suelo urbano es un recurso escaso, el derecho de propiedad puede tener restricciones en términos del bien común, la planificación estatal se encuentra sobre la libre iniciativa y el mercado y favorece el uso intensivo del suelo evitando el crecimiento en extensión. (MINVU, s/a). El D.S. N° 31 fue derogado en octubre del año 2000 por D.S. MINVU N° 259.

En la actualidad la planificación urbana recae en dos normativas: la Ley General de Urbanismo y Construcciones (D.F.L. N° 458, MINVU, 18 de diciembre de 1975, actualizada por Ley N° 20.443 de 2010) y la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (D.S. N°47, MINVU de 1992).

Sin embargo, existe además una serie de documentos normativos que tienen impactos sobre la ocupación del territorio y que se presentan con especial significación en el caso de la franja costera.

#### 8.4.1. Ley General de Urbanismo y Construcciones.

La Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC) define a la planificación urbana como "..., el proceso que se efectúa para orientar y regular el desarrollo de los centros urbanos en función de una política nacional, regional y comunal de desarrollo socio-económico." (D.F.L. N° 458, MINVU, 1975). En lo particular esta Ley establece cuatro niveles de acción:

- **Nacional:** En este nivel el responsable es el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Mediante la Ordenanza General de Urbanismo y construcciones establece normas específicas para el estudio, la revisión, la aprobación y las modificaciones de los instrumentos a través de los cuales se aplica la planificación urbana en los diferentes niveles de acción.
- **Regional:** Se orienta al desarrollo de los centros urbanos de las regiones, a través de un Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU) que fija roles de los centros urbanos, áreas de influencia, relaciones gravitacionales, metas de crecimiento, etc. Este plan es elaborado por las secretarías regionales ministeriales (SEREMI) de Vivienda y Urbanismo, de acuerdo a las políticas regional de desarrollo socio-económico; aprobado por el Consejo Regional (CORE, integrado por el Intendente Regional y por los Consejeros Regionales, que varían en número de acuerdo a la región; las funciones del CORE son la fiscalizar, decidir y emitir resoluciones en cuanto a elaboración de políticas y

acuerdos en materias de su propia competencia a nivel regional: educación, ciencia y tecnología, arte, cultura, gestión y fiscalización, etc.) y promulgadas por el Intendente. Las disposiciones del PRDU deben incorporarse en los planes reguladores metropolitanos, intercomunales y comunales.

- **Intercomunal:** Regula el desarrollo físico de áreas urbanas y rurales de comunas que se integran en una unidad urbana. Si esta unidad sobrepasa los 500.000 habitantes le corresponde la categoría de **área metropolitana** para los efectos de planificación. En Chile existen actualmente tres áreas metropolitanas: El Gran Santiago, el Gran Valparaíso y el Gran Concepción; estas dos últimas son unidades urbanas costeras. La planificación se realiza a través del Plan Regulador Intercomunal (PRI) o del Plan Regulador Metropolitano (PRM), que es elaborado por la Secretaría Regional de Vivienda y Urbanismo, con consulta a las municipalidades correspondientes y otras instituciones del estado que estime necesario; o bien por las municipalidades involucradas, debidamente autorizadas por la SEREMI. El PRI es aprobado por Decreto Supremo del MINVU, dictado por el Presidente de la República, previa autorización del Intendente y sus disposiciones son obligatorias en la elaboración de los Planes Reguladores Comunales (PRC).
- **Comunal:** Planificación que promueve el desarrollo armónico del territorio comunal, en especial de sus centros poblados, de acuerdo a las metas de desarrollo económico y social y que se realiza a través del Plan Regulador Comunal (PRC). Sus disposiciones "...se refieren al uso del suelo o zonificación, localización del equipamiento comunitario, estacionamiento, jerarquización de la estructura vial, fijación de límites urbanos, densidades y determinación de prioridades en la urbanización de terrenos para la expansión de la ciudad, en función de la factibilidad de ampliar o dotar de redes sanitarias y energéticas, y demás aspectos urbanísticos." (D.F.L. N° 458, MINVU, 1975)

El PRC, contiene una memoria explicativa (antecedentes demográficos, socioeconómicos, desarrollo industrial, objetivos, metas y prioridades de las obras proyectadas); un estudio de factibilidad de ampliación o de dotación de agua potable y alcantarillado en relación con el crecimiento urbano proyectado; una ordenanza local con las disposiciones reglamentarias necesarias; y los planos correspondientes.

El PRC es elaborado por la municipalidad. Previo a su discusión, el Concejo Comunal informa el PRC a diversas instancias públicas, para luego ser discutido, analizadas sus observaciones y finalmente ser aprobado. El PRC aprobado es remitido a la SEREMI de Vivienda y Urbanismo, la que emite un informe sobre sus aspectos técnicos observando su concordancia con los PRM o PRI que existan. Si no existiesen, el PRC es enviado al Gobierno Regional, para la aprobación del CORE, el que finalmente es promulgado por resolución del Intendente.

El Artículo 47 de la LGUC establece que deberán contar con Plan Regulador Comunal:

- "a) las comunas que estén sujetas a Planificación Urbana-Regional o Urbana-Intercomunal;
- b) todos aquellos centros poblados de una comuna que tengan una población de 7.000 habitantes o más;

- c) aquellos centros poblados de una comuna que sean afectados por una destrucción total o parcial, y
- d) aquellos centros poblados de una comuna que la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo respectiva disponga mediante resolución...” (Ley N° 20.443, MINVU, 2010).

El Capítulo III de la LGUC, se aboca a la definición y características del **límite urbano**. Así lo define como “...la línea imaginaria que delimita las áreas urbanas y de extensión urbana que conforman centros poblados, diferenciándolos del resto del área Comunal.” (D.F.L. N° 458, MINVU, 1975)

Este límite urbano deberá estar explicitado en el PRC. Por otra parte, fuera del límite urbano no está permitido “...abrir calles, subdividir para formar poblaciones, ni levantar construcciones, salvo aquellas que fueren necesarias para la explotación agrícola del inmueble, o para las viviendas del propietario del mismo y sus trabajadores, o para la construcción de conjuntos habitacionales de viviendas sociales o de viviendas de hasta un valor de 1.000 unidades de fomento (La unidad de fomento es un sistema de reajustabilidad diaria que varía en función del índice de precios al consumidor, cuyo valor es determinado diariamente por el Banco Central de Chile. 1 UF = \$22.457,37 pesos, para el día 22 de febrero de 2012, equivalente a unos 35 Euros), que cuenten con los requisitos para obtener el subsidio del Estado.” (D.F.L. N° 458, MINVU, 1975).

La Secretaría Regional Ministerial (SEREMI) de Vivienda y Urbanismo tiene entre sus responsabilidades la de prevenir que las subdivisiones y construcciones en terrenos rurales, con objetivos diferentes a los agrícolas, no originen centros urbanos al margen de la planificación urbana-regional. Cuando sea necesario subdividir y urbanizar terrenos rurales, en razón de complementar actividades industriales con viviendas, dotar de equipamiento, habilitar un balneario o campamento turístico, o para la construcción de viviendas sociales o viviendas de hasta 1.000 unidades de fomento, que cuenten con los requisitos para obtener el subsidio del Estado, la autorización que entregue la SEREMI del Ministerio de Agricultura, deberá contar con un informe previo favorable de la SEREMI de Vivienda y Urbanismo.

La OGUC denomina genérica e indistintamente al Plan Regional de Desarrollo Urbano, al Plan Regulador intercomunal o Metropolitano, al Plan Regulador Comunal, al Plan Seccional y al Límite Urbano, como instrumentos de planificación territorial.

#### **8.4.2. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.**

Es el reglamento de la LGUC que contiene las disposiciones para regular el procedimiento administrativo, los procesos de planificación urbana, urbanización, construcción, y los estándares técnicos de diseño y de construcción (D.S. N° 47, MINVU, 1992). Sus disposiciones y modificaciones son realizadas por el MINVU, para lo cual puede realizar consultas a asociaciones gremiales o instituciones ligadas al ámbito del urbanismo y la construcción.

El artículo 1.1.2 de esta OGUC contiene una serie de definiciones de las cuáles se extraen algunas con implicancias en el desarrollo de esta tesis (Tabla N° 39).

Tabla N° 39: **Definiciones de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.**

<b>Concepto</b>	<b>Definición</b>
Área de extensión urbana	Superficie del territorio ubicada al interior del límite urbano, destinada al crecimiento urbano proyectado por el plan regulador intercomunal.
Área rural	Territorio ubicado fuera del límite urbano.
Área urbana	Superficie del territorio ubicada al interior del límite urbano, destinada al desarrollo armónico de los centros poblados y sus actividades existentes y proyectadas por el instrumento de planificación territorial.
Asentamiento humano	Lugar donde habita en forma permanente un grupo de personas, generalmente conformado por viviendas y otras construcciones complementarias.
Crecimiento urbano por extensión	Proceso de urbanización que incorpora nuevo suelo a un centro poblado.
Crecimiento urbano por densificación	Proceso de urbanización que incrementa la densidad de ocupación del suelo originado por la subdivisión predial o por aumento de su población o edificación.
Estudio de riesgos	Documento técnico elaborado por uno o más profesionales especialistas, cuyo objetivo es definir peligros reales o potenciales para el emplazamiento de asentamientos humanos.
Límite de extensión urbana	Línea imaginaria que determina la superficie máxima destinada al crecimiento urbano proyectado por el plan regulador intercomunal.
Límite urbano	Línea imaginaria que delimita las áreas urbanas y de extensión urbana establecidas en los instrumentos de planificación territorial, diferenciándolos del resto del área comunal.
Línea de la playa	Aquella que señala el deslinde superior de la playa hasta donde llegan las olas en las más altas mareas y, que, por lo tanto, sobrepasa tierra adentro a la línea de la pleamar máxima o línea de las más altas mareas.
Playa de mar	La extensión de tierra que las olas bañan y desocupan alternativamente hasta donde llegan en las más altas mareas.
Predio	Denominación genérica para referirse a sitios, lotes, macrolotes, terrenos, parcelas, fundos, y similares, de dominio público o privado, excluidos los bienes nacionales de uso público.
Subdivisión de terrenos	Proceso de división del suelo que no requiere la ejecución de obras de urbanización por ser suficientes las existentes, cualquiera sea el número de sitios resultantes
Terreno de playa	La faja de terreno de propiedad del Fisco de hasta 80 metros de ancho, medida desde la línea de la playa de la costa del litoral y desde la ribera en los ríos y lagos.
Uso de suelo	Conjunto genérico de actividades que el instrumento de planificación territorial admite o restringe en un área predial, para autorizar los destinos de las construcciones o instalaciones.
Zona de protección costera	Área de tierra firme de ancho variable, de una extensión mínima de 80 metros medidos desde la línea de la playa, en la que se establecen condiciones especiales para el uso del suelo, con el objeto de asegurar el ecosistema de la zona costera y de prevenir y controlar su deterioro.

Fuente: MINVU, 2011.

Al igual que la LGUC, la OGUC define los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT), que orientarán y/o regularán el desarrollo de los centros urbanos (Plan Regional de Desarrollo Urbano, Plan Regulador Intercomunal o Metropolitano, Plan Regulador Comunal, Plan Seccional y Límite Urbano). Sin embargo, existen dos alcances importantes: las normas de la LGUC y de la OGUC están por sobre estos instrumentos; los instrumentos de mayor nivel son obligatorios y tienen primacía por sobre los de menor nivel.

De acuerdo a la OGUC, los planes reguladores, deben incluir, si así se estima necesario, áreas restringidas al desarrollo urbano debido a que pueden constituir un peligro potencial para los asentamientos, clasificadas en dos categorías:

- **Zonas no edificables:** corresponden a franjas o radios de protección de obras de infraestructura peligrosa: aeropuertos, helipuertos, torres de alta tensión, embalses, acueductos, oleoductos, gaseoductos y otras similares.
- **Áreas de riesgo:** territorios en los que se determine a través de estudios, la limitación para determinado tipo de construcciones por razones de seguridad contra desastres naturales y que requieran la instalación de obras de ingeniería para mitigar sus efectos. Estas áreas de riesgo, de acuerdo a la OGUC se determinan en base a:
  - Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a tsunamis, a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.
  - Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
  - Zonas con peligro de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas.
  - Zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana.

Por otra parte, la misma OGUC, establece (Artículo 2.1.18) que deberán reconocerse áreas de protección de recursos de valor natural y/o de valor patrimonial cultural.

- **Áreas de protección de recurso de valor natural:** aquellas en que existan zonas o elementos naturales protegidos por el ordenamiento jurídico
- **Áreas de protección de recursos de valor patrimonial:** zonas o inmuebles de conservación histórica definidas por el plan regulador comunal e inmuebles declarados monumentos nacionales.

El artículo 2.1.24 identifica seis tipos de uso del suelo, que deben ser definidos por cada instrumento de planificación territorial:

- **Residencial:** vivienda, hogares de acogida y locales destinados a hospedaje.
- **Equipamiento:** construcciones destinadas a prestación de servicios para complementar las otras actividades, clasificadas en: científico, comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social; y distinguidas en escalas de equipamiento: equipamiento mayor (carga de ocupación superior a 6.000 personas), equipamiento mediano (1.000 a 6.000 personas), equipamiento menor (250 a 1.000 personas) y equipamiento básico (carga de ocupación de hasta 250 personas).

- **Actividades productivas:** industrias e instalaciones similares como depósitos, bodegas o talleres. Son calificadas por la Secretaría Regional Ministerial del Ministerio de Salud como inofensivas, molestas, insalubres, contaminantes o peligrosas.
- **Infraestructura:** Edificaciones o instalaciones y redes o trazados (componentes de conducción, distribución, traslado o evacuación) destinados a infraestructura de transporte, sanitaria o energética.
- **Espacio público:** corresponde al sistema vial, plazas, parques y áreas verdes públicas en su condición de bienes nacionales de uso público.
- **Área verde:** corresponde a parques, plazas y áreas libres destinadas a áreas verdes que no sean bienes nacionales de uso público, cualquiera sea su propietario.

#### 8.4.3. Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

Corresponde a la Ley N° 19.300 del año 1994, (Ley N° 19.300, Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 1994) modificada por la Ley N° 20.417 del año 2010, que crea Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Esta ley es considerada como la primera normativa que aborda al medio ambiente desde una perspectiva global, incorporando a todos los servicios públicos con competencia en estas materias. La nueva ley crea una nueva institucionalidad ambiental conformada por nuevas instituciones:

- Ministerio del Medio Ambiente: tiene como misión el diseño y aplicación de las políticas, planes y programas en temas ambientales y la protección y conservación de la biodiversidad y los recursos naturales renovables e hídricos.
- Consejo de Ministros para la Sustentabilidad: organismo de deliberación de la política pública.
- Servicio de Evaluación Ambiental: organismo técnico encargado de la administración del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Superintendencia del Medio Ambiente: posee funciones de fiscalización y sanción.
- Tribunales Ambientales: Ejercen el control jurisdiccional de las decisiones del SEIA y de la acción de la Superintendencia del Medio Ambiente
- Se encuentra en trámite de conformación el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, que complementará esta institucionalidad.

La nueva ley perfecciona la institucionalidad establecida en la ley N° 19.300 del año 1994. Entre sus muchas modificaciones se encuentran:

- Incorporación de nuevos conceptos que son definidos a instancias de los efectos legales que pudiese significar su uso y aplicación.
- Reemplaza a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y a las Comisiones Regionales del Medio Ambiente (COREMAs), por una Comisión de Evaluación Ambiental.
- Crea y define los Instrumentos de Gestión Ambiental.
- Incorpora el concepto de Evaluación Ambiental Estratégica.
- Agrega proyectos que deben someterse al Sistema de Evaluación Ambiental.
- Incluye procesos de participación ciudadana.
- Define los contenidos y los procedimientos de tramitación de los Estudios de Impacto Ambiental y las Declaraciones de impacto Ambiental.

#### **8.4.3.1. Instrumentos de Gestión Ambiental.**

Corresponden a todos aquellos mecanismos con los que la nueva institucionalidad cuenta para el logro de sus objetivos.

**Educación e investigación:** proceso educativo y enseñanza, destinado a la comprensión y toma de conciencia de la problemática ambiental, incorporando valores, hábitos y conductas.

**Evaluación ambiental estratégica:** procedimiento realizado por un ministerio sectorial con el objeto de que se incorporen las consideraciones ambientales del desarrollo sustentable en el proceso de formulación de políticas, planes normativos, y sus modificaciones sustanciales, con impacto ambiental o la sustentabilidad. En este sentido, la ley establece que siempre deberán someterse a evaluación ambiental estratégica los planes regionales de ordenamiento territorial, planes reguladores intercomunales, planes reguladores comunales, planes seccionales, planes regionales de desarrollo urbano, zonificaciones del borde costero, zonificaciones del territorio marítimo y el manejo integrado de cuencas.

**Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental:** Conjunto de procedimientos administrados por el Servicio de Evaluación Ambiental, en base a un Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, con el objeto de determinar si el impacto de una actividad o proyecto se ajusta a las normativas vigentes. El artículo 10 de la Ley 20.417, deja en claro cuales proyectos deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental; entre ellos se encuentran: proyectos de desarrollo urbano o turístico en zonas no contempladas por alguno de los planes evaluados en la evaluación ambiental estratégica; proyectos industriales o inmobiliarios que se ejecuten en zonas declaradas latentes o saturadas; proyectos de saneamiento ambiental (sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de agua o de residuos sólidos de origen domiciliario, etc.).

Corresponde al titular del proyecto o actividad el presentar una Declaración o Estudio de Impacto Ambiental según corresponda, con el objeto de obtener las autorizaciones correspondientes para su ejecución. Las Declaraciones revisadas y los Estudios de impacto ambiental calificados consideran la opinión fundada de los organismos con competencia ambiental en las materias de ese proyecto o actividad. Ellos son calificados por una Comisión de Evaluación presidida por el Intendente Regional e integrada por los Secretarios Regionales Ministeriales de Medio Ambiente, Salud, de Economía, Fomento y Reconstrucción, de Obras Públicas, de Agricultura, de Vivienda y Urbanismo, de Transportes y Telecomunicaciones, de Minería y de Planificación y el Director Regional del Servicio de Evaluación Ambiental.

El Artículo 11 de la Ley 20.417 establece, por tanto, cuáles serán los proyectos o actividades listados en el artículo 10 que deberán someterse a un Estudio de Impacto Ambiental si generan o producen a lo menos uno de los siguientes efectos:

- Riesgo para la salud de la población.
- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos, suelo, aire y agua.
- Reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de sistemas de vida y costumbres.
- Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos o glaciares que sean

susceptibles de ser afectados así como el valor ambiental de los territorios en los que se pretende emplazar.

- Alteración significativa en cuanto a magnitud o duración del valor paisajístico o turístico de una zona.
- Alteración de monumentos, sitios de valor antropológico, arqueológico, histórico o aquellos que sean pertenecientes al patrimonio cultural.

La diferencia entre una Declaración y un Estudio de Impacto Ambiental radica en que el EIA debe presentar de mayores antecedentes relacionados con la línea base territorial, la predicción y evaluación de los impactos ambientales del proyecto o actividad, las medidas que adoptarán para minimizar esos efectos adversos, la entrega de un plan de seguimiento de las variables ambientales relevantes que dan origen al estudio de impacto ambiental y un plan de cumplimiento de la legislación ambiental aplicable.

**Participación de la comunidad en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental:** a través de un procedimiento coordinado por las Comisiones de Evaluación la comunidad informada públicamente, podrá emitir observaciones sobre el estudio de impacto ambiental del proyecto o actividad, las que consideradas por el SEA, como parte del proceso de calificación, existiendo mecanismos posteriores que aseguran la debida inclusión de esas observaciones en el proceso. El Ministerio del Medio Ambiente ha dispuesto la conformación de un Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), en formato digital, disponible a través de internet, que permite el acceso a la información para que la comunidad conozca cabalmente el proyecto o actividad sometido al proceso.

Normas de calidad ambiental y de la preservación de la naturaleza y conservación del patrimonio ambiental: (Artículo 32 de la ley 20.417) las normas primarias de calidad ambiental se promulgarán mediante decreto supremo a través de las firmas de los ministros del ambiente y de Salud, son de aplicación en todo el territorio, definen los niveles que originan situaciones de emergencia, un reglamento establece el procedimiento para su dictación. El Ministerio del Medio Ambiente es el encargado de administrar la información de los programas de medición y control de la calidad ambiental del aire, agua y suelo. Los programas son regionalizados.

El Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas es el encargado de administrar el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), que incluye parques y reservas marinas, asimismo incentivará la creación de áreas protegidas de propiedad privada, las que estarán sometidas a las mismas obligaciones que aquellas áreas pertenecientes al sistema nacional.

Establece que un reglamento fijará un procedimiento sobre la base de antecedentes científicos para clasificar especies de plantas, hongos y animales silvestres, de acuerdo a las recomendaciones de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), asimismo el Ministerio del Medio Ambiente velará para que los organismos del Estado, con competencia en estas materias, mantengan actualizado un inventario de estas especies a la vez que deberán fiscalizar las normas que imponen restricciones a su corte, captura, caza, comercio y transporte.

El artículo 39 indica que la ley velará para que el uso del suelo se realice en forma racional a fin de evitar su pérdida y degradación.

**Normas de emisión:** Son establecidas por decreto supremo, mediante la firma del Ministro del Medio Ambiente y del ministro competente en la materia específica de la norma. El ministro del Medio Ambiente propone, facilita y coordina la dictación de estas normas considerando además el lugar donde ellas se aplicarán.

**Planes de manejo, prevención o descontaminación:** como premisa establece que cualquier tipo de uso o aprovechamiento de los recursos deberá considerar la capacidad de regeneración y la diversidad biológica asociada a esos recursos. El Ministerio del Medio Ambiente en conjunto con el organismo del estado con competencia, serán los encargados de exigir la presentación y cumplimiento de los planes de manejo. Por otra parte indica que estos planes no se aplicarán sobre aquellos proyectos o actividades en los que se hubiera aprobado un Estudio o Declaración de Impacto Ambiental. Los planes de prevención o de descontaminación se establecerán por decreto bajo firma del Ministro del Medio Ambiente y del ministro sectorial correspondiente. Estos planes deben incluir los niveles de emisión a regular, plazos para la reducción, responsables del cumplimiento, identificación de autoridades para su fiscalización, instrumentos de gestión ambiental que se utilizarán, estimación de costos económicos y sociales, y mecanismos de compensación.

#### 8.4.4. Otros documentos normativos.

Andrade et al. (2008) realizan una revisión de la institucionalidad vigente referente al ordenamiento territorial de la franja costera en Chile, definida como aquellas normas jurídicas de organización del territorio relacionados con los posibles usos del suelo. El ordenamiento territorial se refiere a los objetivos y las directrices (planificación e instrumentos) necesarios para este ordenamiento. La planificación territorial, en cambio corresponde a las medidas y planes para el desarrollo de aquellos objetivos que definen un modelo futuro de ordenamiento.

Andrade et al. (2008) agrupa las normas jurídicas que tienen como objetivo la planificación o el ordenamiento territorial en normas generales de ordenamiento territorial e instrumentos de gestión territorial; ejemplo de las primeras son la Ley General de Urbanismo y Construcciones y la Ordenanza General de Urbanismo y construcciones. Las últimas corresponden esencialmente a normas de administración o gestión del territorio, por cuanto las autoridades competentes establecen, cambian o suprimen permisos para los usos del suelo o el desarrollo de cierto tipo de actividades (por ejemplo los planes regionales de desarrollo urbano, los planes reguladores comunales, etc.)

Las normas de ordenamiento territorial se clasifican en:

- **Directas:** normas que tienen como objetivo principal la regulación del suelo (por ejemplo las normas relacionadas con la planificación urbana)
- **Indirectas:** normas que no se refieren de forma directa a los usos del suelo, pero que inciden sobre él. Pueden a su vez ser de dos tipos:
  - **Orgánicas:** aquellas normas que tratan de la estructura, competencias y funciones de los organismos encargados de la planificación y gestión territorial; por ejemplo, leyes orgánicas de los ministerios que tiene competencia sobre la franja costera.

- **Sectoriales:** normas que condicionan o establecen requisitos para el desarrollo de actividades o uso del suelo; por ejemplo, código de aguas, ley de navegación, ley general de pesca y acuicultura, etc.

En función del ordenamiento y de la planificación territorial la institucionalidad está constituida por:

- **Servicios públicos centralizados:** que dependen de la administración del Estado y que se encuentran subdivididos en los niveles, regional, provincial y comunal.
- **Organismos descentralizados:** organismos diferentes del Estado, con patrimonio propio, pero que sus políticas son definidas por el Estado.

El concepto de zona costera, sin recurrir a consideraciones genéticas, ya abordadas en el Capítulo V de este trabajo, corresponde a una denominación científico-técnica de un espacio de ancho variable en donde ocurren interacciones físico-biológico-antrópicas en el dominio del ambiente atmosférico, terrestre y marino. Debido a esta misma característica su delimitación metodológica puede ser función de diferentes criterios, pero en cualquier caso posee un ancho o ámbito territorial superior a un “borde litoral”.

De acuerdo a Andrade et al. (2008), la franja costera, como una definición jurídica, corresponde a aquel espacio definido en la Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República (D.S. N° 475, MINDEF, 1994) y sobre el cual se realiza la gestión de este territorio en Chile, y que como fuera indicado en la introducción de esta tesis, corresponde simplemente a un “borde”.

Sin perjuicio de esto, la política nacional tiene el mérito de establecer el inicio de una planificación y administración de los espacios costeros y marítimos, sustentadas en los principios de la **Gestión Integrada de Zonas Costeras**.

La gestión integrada de zonas costeras es un sistema para controlar el desarrollo y las actividades humanas que afectan la condición de los recursos económicos y la calidad del ambiente en las zonas costeras (Clark, 1992). La Comisión Nacional de Uso del Borde Costero (CNUBC), dependiente de la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas del Ministerio de Defensa, indica que la gestión integrada de zonas costeras corresponde a un proceso dinámico, permanente y participativo de manejo sustentable de las zonas costeras y oceánicas.

Por otra parte, la política nacional si bien establece cuáles territorios son considerados borde costero, se reconoce que en función de criterios socioeconómicos y ecosistémicos el concepto más apropiado es el de zona costera, que define como “...el área en donde se manifiesta ecológicamente la interacción de la tierra el mar y la atmósfera” (<http://bordecostero.ssffaa.cl/>) y que de acuerdo al Protocolo de Paipa (1989) determina cada estado de acuerdo a criterios científicos y técnicos.

El Protocolo para la Conservación y Administración de las Áreas Marinas y Costeras Protegidas del Pacífico Sudeste, realizado en la ciudad de Paipa, Colombia, el 21 de septiembre de 1989, fue firmado por Panamá, Colombia, Ecuador, Perú y Chile en el año 1989 y ratificado por este último en el año 1993.

En Chile, los organismos con competencia sobre la zona costera son los siguientes (Andrade et al., 2008):

- La Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante y sus autoridades dependientes.
- La Armada de Chile.
- Carabineros de Chile.
- La Subsecretaría de Pesca, dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- El Servicio Nacional de Pesca.
- La Dirección de Obras Portuarias, dependiente del Ministerio de Obras Públicas
- El Ministerio de Bienes Nacionales.
- Las Municipalidades.
- La Subsecretaría para las Fuerzas Armadas. (que reemplazó a las subsecretarías de marina, de guerra y de aviación por la ley N° 20.424 de 2010)
- La Comisión Nacional de Uso del Borde Costero.

De acuerdo a Andrade et al. (2008), en Chile la institución que por esencia se encarga de la planificación y gestión del borde costero es la Comisión Nacional de Uso del Borde Costero (CNUBC), organismo interministerial creado en el año 1994, al amparo de la política nacional. Este organismo tiene una Secretaría Técnica que se encuentra en la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas. Los miembros de esta comisión, sus objetivos y funciones, se expresan en la Tabla N° 40.

Tabla N° 40: **Principales características de la Comisión Nacional de Uso del Borde Costero.**

Miembros	Objetivos	Funciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ministro de Defensa Nacional (presidente).</li> <li>• Subsecretario para las Fuerzas Armadas.</li> <li>• Representante de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo.</li> <li>• Representante de la Subsecretaría de Pesca.</li> <li>• Representante del Ministerio de Planificación.</li> <li>• Representante del Ministerio de Obras Públicas.</li> <li>• Representante del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.</li> <li>• Representante del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.</li> <li>• Representante del</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar los diferentes potenciales del litoral y sus posibles usos en la dirección del desarrollo del país.</li> <li>• Identificar los planes y proyectos de los distintos organismos del Estado, que afecten al borde costero.</li> <li>• Procurar la compatibilización de todos los usos posibles del borde costero, en las distintas áreas y zonas, promoviendo su desarrollo armónico, integral y equilibrado, maximizando su racional utilización, precaviendo posibles requerimientos futuros y tomando en cuenta la realidad actual del uso del mismo.</li> <li>• Posibilitar la realización de inversiones, el desarrollo de proyectos públicos y privados, bajo reglas predeterminadas que permitan su concreción.</li> <li>• Proponer los usos preferentes del borde costero, los que se determinarán teniendo en consideración factores geográficos, naturales, recursos existentes, planes de desarrollo, centros poblados próximos o aledaños, y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proponer la zonificación de los espacios del borde costero.</li> <li>• Elaborar al menos cada dos años un informe de evaluación de la implementación de la política nacional, proponiendo los ajustes necesarios.</li> <li>• Formular proposiciones, sugerencias y opiniones a las autoridades encargadas de estudiar y aprobar los diferentes planes de ordenamiento territorial a fin de que exista coherencia entre estos y los del borde costero.</li> <li>• Solucionar discrepancias que se susciten respecto del mejor uso de éste.</li> <li>• Recopilar los estudios que en diversos servicios estatales se</li> </ul>

<p>Ministerio de Bienes Nacionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Representante de la Armada de Chile.</li> <li>• Representante del Servicio Nacional de Turismo.</li> <li>• Representante del Ministerio del Medio Ambiente.</li> </ul>	<p>definiciones de usos ya establecidos por organismos competentes. Esta proposición deberá elaborarse a partir de los siguientes usos relevantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Puertos y otras instalaciones portuarias de similar naturaleza.</li> <li>○ Industrias de construcción y reparación de naves.</li> <li>○ Regularización de asentamientos humanos y caletas de pescadores artesanales existentes.</li> <li>○ Áreas de uso público para fines de recreación o esparcimiento de la población.</li> <li>○ Actividades industriales, económicas y de desarrollo, tales como el turismo, la pesca, la acuicultura, la industria pesquera o la minería.</li> </ul>	<p>realicen sobre el uso del borde costero.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recomendar dentro de su competencia el mejor uso del borde costero.</li> <li>• Proponer soluciones a los conflictos o discrepancias, que se refieren a la determinación y modificación o adecuación de los usos de los sectores del borde costero.</li> <li>• Servir de instancia de coordinación de las acciones que proyecten o ejecuten las distintos organismos de la administración nacional y regional.</li> </ul>
---	--	---

Fuente: <http://bordecostero.ssffaa.cl/>

Andrade et al. (2008), analizan 87 normas relativas a la franja costera, agrupadas en diferentes materias (Tabla N° 41), correspondientes a diferentes organismos y que tienen incidencia directa o indirecta sobre los usos del suelo, a la vez que extraen algunas conclusiones de este análisis:

- Existe un mayor número de normas indirectas que normas de carácter directo.
- El conjunto de normas deja ver el importante número de organismos, funciones y actividades que contienen, indicador de la multiplicidad de intereses sectoriales que existen sobre la franja costera y que por lo tanto entorpecen su ordenamiento.
- Las normas indirectas orgánicas se refieren a funciones de carácter territorial de algunas instituciones.
- Las normas directas, ya sea de instrumentos de planificación o de gestión territorial, sólo regulan las áreas urbanas.
- Las normas sectoriales se refieren esencialmente a la regulación de actividades productivas o al establecimiento de normas de conservación.
- Algunas normativas no son precisas en la indicación de las facultades de algún organismo, o bien los límites de sus atribuciones no están adecuadamente especificados, lo que provoca la superposición de atribuciones de diferentes autoridades en la planificación o la gestión de un mismo territorio.

Tabla N° 41: **Materias reguladas por normativas sobre la franja costera.**

Acuicultura	Aeródromos
Aeropuertos	Aguas
Aguas lluvias	Aguas minerales
Bienes del estado	Bienes nacionales de uso público
Borde costero	Bosques
Buceo	Catástrofes
Caza	Comunidades agrícolas
Concesiones marítimas	Conservación de suelos, bosques y aguas
Contaminación acuática	Deportes náuticos
Desarrollo indígena	Dirección General de Territorio Marítimo y de Marina Mercante
División de predios rústicos	Fomento forestal
Gobierno y administración regional	Lagos navegables
Medio ambiente (emisiones, normas de calidad, planes de prevención y de contaminación, sistema de evaluación ambiental)	Minería
Ministerios (Defensa, Agricultura, Economía, Obras Públicas, Minería, Vivienda y Urbanismo, Planificación)	Monumentos nacionales
Municipalidades	Navegación
Oficina Nacional de Emergencia	Parques y reservas marinas
Pequeña propiedad raíz	Pesca
Piscinas	Playas de mar, mar territorial y franja de derecho de los uso de los pescadores
Protección agrícola	Puertos
Reglamento General de Orden, Seguridad y Disciplina en las Naves y Litoral de la República	Ríos Navegables
Servicio Agrícola y Ganadero	Servicio Nacional de Turismo
Servicios sanitarios	Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado
Sustancias peligrosas	Urbanismo y construcciones

Fuente: Andrade et al., 2008.

### 8.5. El uso del suelo actual.

Podemos afirmar que la franja costera semiárida mantiene una ocupación que posee una distribución interesante, específicamente sobre las terrazas litorales (Mapa N° 9), en las que indudablemente el uso urbano se aprecia como uno de los más relevantes. Se encuentra definido por la instalación de la población en localidades pobladas que si bien se les encuentra en toda la costa semiárida en estudio, se

mantienen interrumpidas en su continuidad territorial. El uso del suelo industrial se encuentra representado en el Complejo Industrial Las Ventanas en la Bahía de Quintero, en donde no menos de 20 industrias se encuentran allí instaladas en un proceso que se inició en los años cincuenta del siglo veinte, y en punta Chungo, en donde se realiza parte del proceso minero consistente aquí en separar el agua del concentrado de cobre y dejarlo preparado para ser embarcado.

El uso portuario industrial queda representado por Puerto Punta Chungo, puerto privado de propiedad de la Compañía Minera Los Pelambres, localizado inmediatamente al norte de la ciudad de Los Vilos, el Puerto de Ventanas y el Puerto de Quintero en la bahía de Quintero, y las instalaciones de las empresas Oxiquim y GNL.

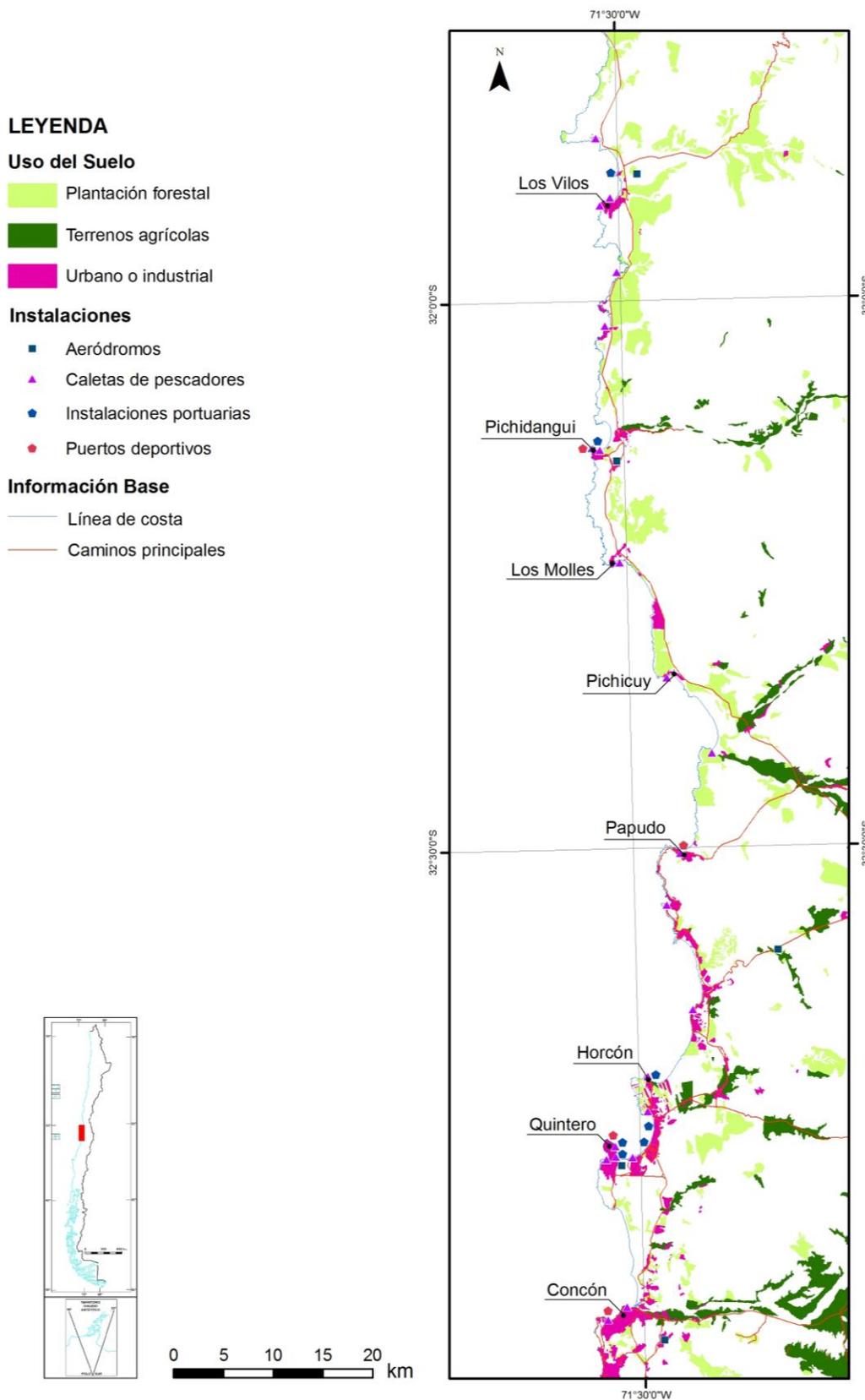
Instalaciones portuario-deportivas se encuentran en menor número: marina Pichidanguí, marina Kon Tiki, (Pichidanguí); marina Papudo (Papudo); club de Yates Quintero (Quintero); club de Yates Higuierillas (Concón).

El uso pesquero artesanal de la franja costera se encuentra relacionado con la localización de actividades e infraestructura de caletas de pescadores. De norte a sur se encuentran 21 caletas: San Pedro, Las Conchas, Cascabeles, Totoralillo Sur, Pichidanguí (comuna de Los Vilos); Los Molles, Pichicuy, la Ligua (Comuna de La Ligua); Papudo (comuna de Papudo); Zapallar (Comuna de Zapallar); Maitencillo, Horcón, Ventanas (comuna de Puchuncaví); La Herradura, Loncura, muelle Fach, El Manzano, Embarcadero, Papagallo (comuna de Quintero); San Pedro, Higuierilla (comuna de Concón); ver Anexo Cartográfico.

La Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR) organismo de la Armada de Chile, tiene entre sus actividades la de otorgar y administrar las concesiones marítimas para "...el uso particular, en cualquier forma, de los terrenos de playa, playas, rocas, porciones de agua, fondo de mar, dentro y fuera de las bahías". (MINDEF, 2005). Estas concesiones se otorgan sobre bienes fiscales o bienes nacionales de uso público a través de un decreto supremo, en donde su control, fiscalización y supervigilancia le corresponde a la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas.

El artículo 11 del Reglamento de Concesiones (MINDEF, 2005) indica que las concesiones se otorgarán sin perjuicio de estudios, declaraciones, permisos o autorizaciones que deban obtenerse de organismos públicos o municipales, incluidos los de impacto ambiental. El artículo 10 establece que si varios interesados solicitan concesión sobre todo o una parte de un mismo sector prevalecerá aquella que mejor represente el uso previsto, de acuerdo con la zonificación de la Política Nacional de Uso del Borde Costero. Por otra parte, este mismo artículo establece que si dos o más solicitudes tienen un mismo objetivo, tendrá preferencia aquella que mejor represente alguno de los siguientes factores, en este orden: seguridad nacional, beneficio fiscal, interés social, generación de empleos o divisas.

Mapa N° 9: **Uso del suelo actual en la franja costera semiárida.**



Fuente: Autor, en base a información de [www.conaf.cl](http://www.conaf.cl); [www.sernatur.cl](http://www.sernatur.cl)

El artículo 24 clasifica las concesiones marítimas en:

- **Concesión marítima mayor:** aquella que involucra un plazo de otorgamiento superior a 10 años o bien con una inversión superior a las 2.500 Unidades Tributarias Mensuales (UTM, unidad correspondiente a un monto de dinero expresado en pesos y determinado por ley, actualizado permanentemente de acuerdo al índice de precios al consumidor).
- **Concesión marítima menor:** aquella que se otorga por un plazo de entre 1 y 10 años e involucre una inversión inferior a las 2.500 UTM.
- **Permiso o autorización:** concesión de escasa importancia y transitoria, cuyo plazo no excede a un año.
- **Destinación:** concesión otorgada por el Ministerio a servicios fiscales para el cumplimiento de un determinado objetivo.

La Tabla N° 42 clasifica las concesiones marítimas vigentes en la franja costera semiárida en 9 categorías de acuerdo a su destino principal, según la información entregada por DIRECTEMAR. Sin considerar aquellas concesiones definidas como destinaciones, que están ligadas en su mayoría a la definición de áreas de manejo recursos bentónicos (zonas delimitadas entregadas por el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) a una o más organizaciones de pescadores artesanales con el objetivo de manejo y explotación de recursos bentónicos, ubicadas en la franja de las 5 millas reservadas a la pesca artesanal), solicitadas en su mayoría por el SERNAPESCA, las categorías portuario, industrial y sanitario, son las que se encuentran en mayor número en el área de estudio, y que son definidas como concesiones marítimas mayores (10 a 50 años). En este mismo sentido, y para este mismo tipo, las concesiones marítimas que se encuentran en trámite de otorgamiento representan un número de 21 solicitudes, de las cuales 17 se reparten entre las comunas de Puchuncaví y Quintero (Tabla N° 43). La bahía de Quintero comprende territorios pertenecientes a estas dos comunas. Las concesiones ligadas a la pesca artesanal y aquellas relacionadas con instalaciones turísticas se entregan generalmente por periodos de 1 a 10 años.

El Mapa N° 10 muestra la distribución espacial de las concesiones marítimas; aquellas ligadas a uso portuario se localizan en torno a la bahía de Quintero y Los Vilos, las relacionadas con pesca artesanal y áreas de manejo, prácticamente en todo el litoral del área de estudio.

Las instalaciones aeroportuarias si bien son existentes en la franja costera semiárida, ellas se reducen sólo a pistas de aterrizaje, con diferentes grados de sofisticación, incluso algunas en notable estado de precariedad. De los 347 aeródromos habilitados o en uso existentes en Chile, 10 son de propiedad Militar, 12 de propiedad municipal y de uso público, 100 son públicos de dominio fiscal y 225 son de uso particular. De norte a sur en la franja costera semiárida se encuentran los aeródromos Punta Chungo (perteneciente a minera Los Pelambres), Pichidangui, Casas Viejas (fuera del área de estudio, sin embargo presta servicios principalmente a las localidades de Zapallar y Cachagua) y los aeródromos de Viña del Mar y Rodelillo, también fuera del área de estudio, cuyos principales usuarios provienen de las ciudades de Viña del Mar y de Valparaíso.

Tabla N° 42: **Concesiones marítimas vigentes a febrero de 2013.**

Categoría	Tipo de concesión			
	1-10 años	10-50 años	Destinaciones	Total
Fuerzas Armadas	0	0	5	5
Industrial	2	7	0	9
Infraestructura	1	1	2	4
Áreas de manejo	2	3	24	29
Organizaciones	1	0	0	1
Pesca artesanal	5	2	9	16
Portuario	0	15	6	21
Sanitario	1	7	0	8
Turismo	14	6	2	22
TOTAL	28	45	54	127

Fuente: [www.directemar.cl](http://www.directemar.cl)

Tabla N° 43: **Concesiones marítimas en trámite a febrero de 2013.**

Comuna	Tipo de concesión				
	1-10 años	10-50 años	Destinaciones	Permisos o autorizaciones	Total
Los Vilos	4	2	11	0	17
La Ligua	0	0	2	0	2
Papudo	3	2	0	2	7
Zapallar	6	0	2	0	8
Puchuncaví	12	12	0	23	47
Quintero	4	5	2	5	16
Concón	6	0	0	0	6
TOTAL	35	21	17	28	101

Fuente: [www.directemar.cl](http://www.directemar.cl)

Las concesiones marítimas son una expresión interesante de estudiar relacionada con la presión antrópica sobre los medios costeros en su fase oceanográfica, y con impactos futuros que pueden ser dimensionados en función de la temporalidad de las actuaciones, sobre todo aquellas relacionadas con las actividades portuario-industriales, permitiendo, por tanto, a visualizar los escenarios futuros de ocupación de la franja costera, e indudablemente a considerar en la planificación de este ambiente.

Mapa N° 10: **Concesiones vigentes y en trámite a febrero de 2013.**

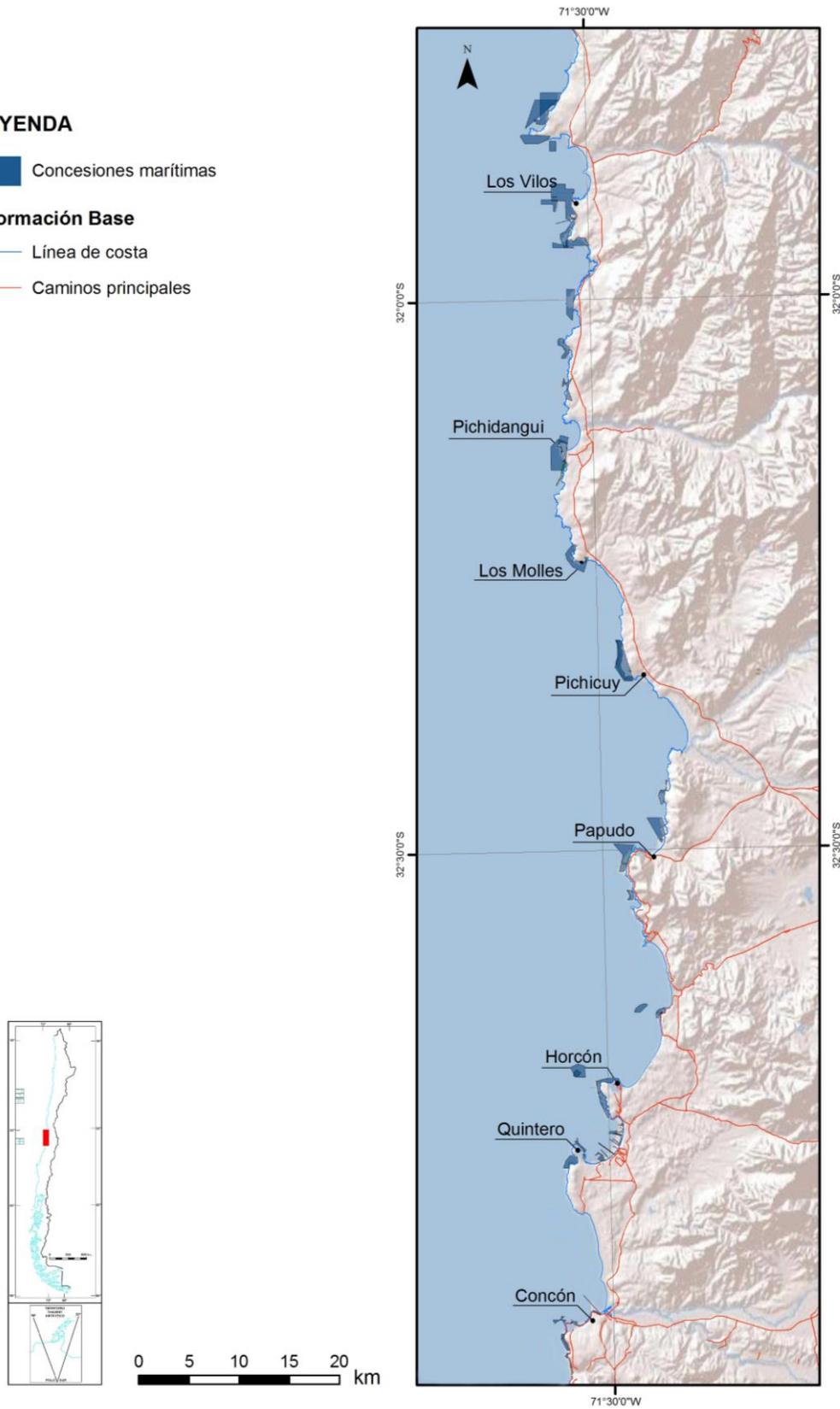
**LEYENDA**

 Concesiones marítimas

**Información Base**

 Línea de costa

 Caminos principales



Fuente: [www.concesionesmaritimas.cl](http://www.concesionesmaritimas.cl)

El uso turístico-recreacional en la franja costera, está ligado principalmente al goce del recurso playa, el cual tiene una estacionalidad marcada. Prácticamente todas las localidades de la franja semiárida tienen a lo menos una o dos playas de arena. Los valles de los ríos o esteros más importantes ofrecen alternativas de tipo esencialmente cultural, sin embargo su promoción depende esencialmente de las municipalidades, que “venden” estos atractivos como una manera de atraer visitantes y turistas a la zona, los que además denominados como “atractivos”, se encuentran fuera del área de estudio. Otro tipo de atractivos turísticos se asocian a funciones del sector servicios principalmente ligados a las ciudades y pueblos de mayor jerarquía.

El uso agrícola es incipiente, dadas las características climáticas de la franja semiárida, la actividad agrícola es poco extensiva, su desarrollo se reduce a ocupar terrenos aluviales en las márgenes de los cursos de agua principales, específicamente en los valles del estero Quilimarí, ríos Petorca, Ligua, esteros Catapilco, Puchuncaví y río Aconcagua.

El uso silvícola, está representado por la existencia de plantaciones forestales de eucalipto y pino insigne y de arbustos de *Atriplex nummularia* sobre las terrazas litorales. Debido a sus características de resistencia en condiciones climáticas de semiaridez, se presenta como una excelente alternativa de forraje durante los periodos secos del año (Meneses et al., 2012). Esta especie fue utilizada en terrenos degradados por uso y pastoreo excesivo en la IV Región de Coquimbo con el fin de aumentar la productividad de praderas, aprovechando la existencia del Decreto Ley N° 701 de 1974, que entregaba incentivos a la actividad forestal, a través de la eximición del pago de impuestos territoriales y una bonificación del 75% de los costos netos de forestación, poda y manejo.

Así a partir de 1975 en la IV Región se plantaron alrededor de 60.000 ha de este tipo de arbustos, más de 10.000 de las cuales pertenecían a comunidades agrícolas. (Anahi, 2006). En la actualidad existen alrededor de 65.000 ha de plantaciones en el área costera de la IV Región, la mayor parte de las cuales corresponden a *Atriplex nummularia*. Otras especies utilizadas son *Atriplex repanda* y *Acacia saligna* (Meneses et al., 2012). En el litoral de la V Región, las plantaciones existentes corresponden esencialmente a eucalipto y pino insigne, ligados a la industria de la madera.

## **8.6. Evolución del subsistema antrópico.**

La evolución de la ocupación antrópica en la franja costera semiárida ha tenido características interesantes si se consideran cuáles han sido los objetivos de la ocupación. En los primeros estadios conocidos, en las etapas Paleoindia y Arcaica, los fines se relacionaban con la provisión de recursos para la subsistencia, a través de la explotación de recursos de la zona del intermareal, además de pesca de orilla mediante incipientes técnicas. Esta ocupación se manifiesta en los amplios depósitos de conchas existentes que permiten reflejar una ocupación estacional de sitios por parte de familias y pequeños grupos. Las evidencias demuestran situaciones de dependencia territorial que se sitúan en el paradigma del determinismo ambiental, por cuanto la instalación de esos primeros habitantes estaba condicionada por la cercanía de recursos que proveían las necesarias condiciones para la subsistencia. Por otra parte, se deducen las influencias que los cambios climáticos del Cuaternario tuvieron sobre estos grupos, que restringían la ocupación en las épocas de mayor sequedad y la facilitaron durante las húmedas.

No existen antecedentes disponibles referentes a cuáles fueron las características de la población costera a la llegada de los españoles, sin embargo, a partir de los registros existentes en la costa árida chilena, ya se había desarrollado una mayor tecnologización de las formas de relacionarse con el medio, significando cambios importantes para la subsistencia de las agrupaciones humanas que habitaban la costa. A las tareas de recolección de vegetales y de moluscos y crustáceos, ya se encontraba desarrollada la pesca a través de embarcaciones (Figura N° 50) y mediante un conjunto más elaborado de herramientas de pesca y técnicas de conservación de alimentos, que posibilitaron además, por extensión, una economía de trueque con las agrupaciones agrícolas existentes hacia el interior del territorio. Desde este punto de vista, estos modos de vida y ocupación, se sitúan en el ámbito del posibilismo cultural.

Borie et al. (2004), realizan un estudio de los asentamientos actuales en la costa de los alrededores de la localidad de Pichidangui (32°08'S) (Pichidangui a punta Huesos), denominados genéricamente como "refugios" ya que constituyen lugares de protección y resguardo, utilizados como espacios de vivienda, pernoctación, ocupación esporádica, espacios de reunión, descanso o áreas de trabajo de diverso tipo. De un total de 15 refugios estudiados, la mayoría se encuentra localizados sobre la primera terraza marina (Foto N° 24) a menos de 50 m de la línea de alta marea, aquellos localizados sobre la terraza más elevada (Foto N° 25), favorecidos por una mayor visibilidad de la costa, se encuentran en conexión con los refugios de las terrazas más bajas. Los refugios utilizan principalmente materiales rocosos, construyendo pircas de diferente altura, aprovechando además como soporte rocas *in situ*, cuevas o arbustos y matorrales altos, sin embargo se aprovechan también en su construcción materiales livianos como plásticos, maderas, cartones, planchas de zinc, etc., que son traídos desde las localidades cercanas.

Los refugios son utilizados por mariscadores y algueros (orilleros), por lo que los objetos inventariados se relacionan con estas actividades, que coexisten con otros implementos relacionados con la alimentación (platos, ollas y teteras, botellas plásticas y recipientes de todo tipo para almacenar y transportar agua) o mobiliario de características precarias.

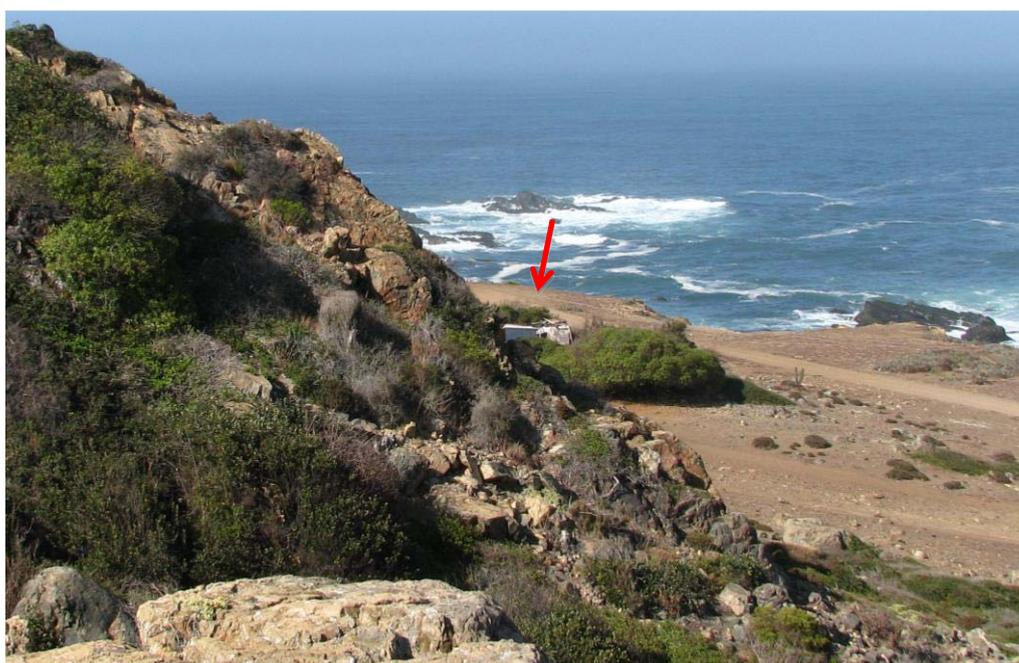
Ya asentados sobre el territorio, los españoles comienzan con lo que posteriormente fue conocido como el auge fundacional del siglo XVIII, reconocida como una característica de los Borbones que se aplicó a todas las regiones de América (Guarda, 1978). En Chile este auge adquiere un gran desarrollo luego de la declinación de los conflictos bélicos con los pueblos indígenas. Esta política de fundación de ciudades, se concentró en áreas definidas: Atacama, Norte Chico valle central, Arauco y Valdivia-Chiloé, sin embargo no tuvo su correspondencia en la costa a excepción de las ciudades más importantes como en el caso de La Serena, Coquimbo y Valparaíso. Durante esta época las normativas existentes sólo daban cuenta de recomendaciones para la ocupación.

Foto N° 24: Refugios localizados sobre la terraza I, al sur de Pichidangui.



Fuente: Autor.

Foto N° 25: Refugio localizado sobre la terraza II, al sur de Pichidangui.

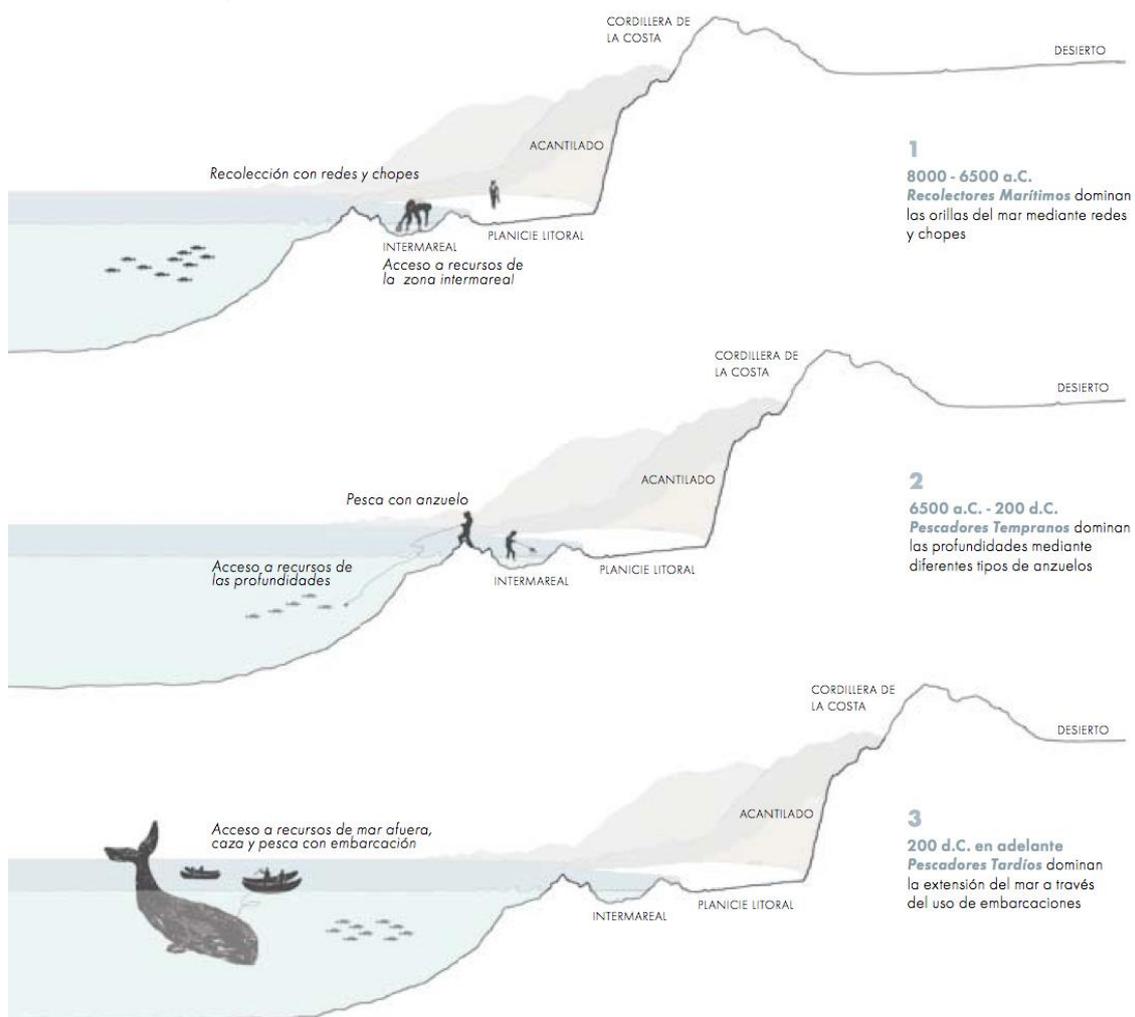


Fuente: Autor.

Guarda (1978), destaca las instrucciones del jesuita Joaquín de Villarreal, fechadas en el año 1743, que sirvieron de base para posteriormente formular leyes que se aplicaron sobre el territorio:

- Representación del Reino de Chile sobre la importancia y necesidad de reducir a pueblos a sus habitantes dispersos por los campos y de los medios de conseguirlo sin gasto del erario ni del gravamen de los particulares.
- Representación del Reino de Chile sobre la importancia y necesidad de sujetar y reducir a pueblos a los indios araucanos, la imposibilidad de conseguirlo perseverando en la conducta pasada y la facilidad con que puede lograrse sin costo alguno del real erario por medio de las providencias que se expresan.
- Informe hecho al Rey Nuestro Señor Don Fernando el VI....sobre contener y reducir a la debida obediencia a los indios del Reino de Chile.
- Instrucción que puede tenerse presente en la fundación de los pueblos que se forman por mandato de Su Majestad en el Reino de Chile, entre los límites del valle de Copiapó y la frontera del río Biobío.
- Instrucción segunda que puede tenerse presente en la fundación de los pueblos de indios y españoles que deben fundarse en todo el espacio medio entre el río Biobío y archipiélago de Chiloé.

Figura N° 50: Evolución de las formas de aprovechamiento de los recursos marinos en la costa norte de Chile.



Fuente: Berenguer, 2008.

En ese siglo XVI y siguiente, se han reconocido las primeras normativas, que más que ser instancias de planificación o de ordenamiento, caen en intenciones urbanísticas y de tipo urbano, referentes a los modos de cómo las ciudades deben levantarse en un lugar.

Respecto del conjunto del proceso, Geisse (1977) indica que los sistemas urbanos de Iberoamérica, resultado de la dominación colonial, fueron creados y evolucionaron bajo objetivos de dominación político y militar, siendo los principales agentes de esta dominación el Estado central (a través del sistema fiscal), los comerciantes (a través de los monopolios concedidos por el Estado) y las instituciones coloniales (la burocracia y el ejército), todos concentrados en la ciudad de la conquista. Posteriormente, con el paso a una mayor conexión con las áreas rurales, organizadas en haciendas, con todo un desarrollo social, la ciudad conquistada pasó a transformarse en la ciudad comercial, en la que se centraron los intercambios comerciales, mineros y artesanales, para mercados internos y externos.

En el siglo XIX, parte de la población se dedicaba a trabajos cuyo producto era destinado a la exportación internacional (producción de oro, plata y cobre con destino a Europa, en la zona norte y producción de trigo a los mercados de Australia y California, en las cercanías de Concepción). A ello se une la exportación salitrera hacia fines del siglo y la incorporación de nuevos territorios a la producción y exportación de trigo (la denominada región de la "Frontera"). En 1865 el 21,9% de la población era urbana y hacia 1900 este porcentaje se acercaba al 35%.

Debido a su configuración física y la facilidad de acceso de todo el territorio chileno al mar, para el transporte por vía marítima, se desarrollaron ampliamente varios puertos, siendo el más importante de ellos Valparaíso, transformándose en el centro comercial y financiero de toda la costa occidental de América del Sur y que logró funcionar de manera autónoma a la ciudad de Santiago. Posteriormente crecieron en importancia, Concepción, Antofagasta e Iquique. La ciudad de Santiago aceleró su crecimiento poblacional; la actividad agrícola y minera del país permitió concentrar parte importante de esos capitales en la ciudad, una parte de los cuales se utilizó en la construcción de casas y edificios, los que además permitieron de forma directa o indirecta la localización de familias propietarias mineras, comerciantes y servidumbre.

En el siglo XX es cuando se comienzan a estructurar normativas de planificación, ordenamiento y de gestión del espacio, ellas actúan en conjunto con el proceso de industrialización, motivado por una economía basada en la exportación de materias primas (Geisse y Valdivia, 1978), el surgimiento de relaciones funcionales campo-ciudad y las migraciones, que se produjeron antes y durante este proceso y que caracterizaron el desarrollo socio económico del país y que permiten explicar la concentración de la población en la ciudad de Santiago.

El proceso de urbanización ocurrido durante el siglo XX es el que permite concentrar tanto actividades económicas como población en las ciudades (especialmente en Santiago); sin embargo también provoca la declinación de las localidades rurales, la dependencia de las ciudades intermedias y el aumento de la pobreza urbana en Santiago. Entre las normativas con orientación hacia la planificación, se encuentran los subsidios para la localización de actividades económicas y la dotación de infraestructura en algunas regiones con miras a lograr un crecimiento industrializador, la localización de plantas industriales estatales y una descentralización político-administrativa.

A esta dinámica urbana y poblacional deben unirse necesariamente los diferentes usos presentes, específicamente el relacionado con el uso silvícola del territorio, como respuesta a la degradación que sobre el medio tuvo lugar en años previos a la década de los años setenta del siglo veinte, debido a la sobreexplotación que el ganado caprino ejerció sobre el suelo, especialmente en los territorios de la IV región, al norte del estero Quilimarí.

A partir del análisis efectuado se aprecia que incluso desde las primeras etapas del desarrollo de Chile, se han elaborado y dictado normas de ordenamiento o degestión del territorio. Si bien en la actualidad el abanico es amplio, las normas específicas de ordenamiento o de gestión territorial sobre la franja costera, son escasas.

En las normativas existentes y en su marcada jerarquía de organización, se encuentran mecanismos interesantes que permiten la regulación de usos del suelo y actividades en el litoral, y la existencia de institucionalidades que tienen competencias conceptuales, pero no suficientemente aplicadas a la gestión integral de la franja costera, sino más bien basadas en posiciones e intereses sectoriales.

El contexto normativo que rige la ocupación actual, si bien es deficiente en considerar la dinámica natural de este territorio, coloca a las relaciones entre estos subsistemas en un plano mesosistémico. El uso del suelo urbano, condicionado por la existencia de determinado tipo de unidades fisiográficas (terrazas litorales, dunas) lleva las interacciones a un plano un poco más de detalle enfrentando al conjunto del subsistema biofísico con el subsistema antrópico, permitiendo el surgimiento de un nuevo subsistema, que es analizado en el mismo nivel jerárquico de organización: el subsistema de los impactos ambientales.

## 8.7. Bibliografía específica.

**Anahi, C.**, 2006. Caracterización y evaluación de los objetivos de forestación de las plantaciones de *Atriplex nummularia* Lindl. Bonificadas mediante D.L. N° 701 de 1974 en cuatro comunidades agrícolas de la región de Coquimbo. Tesis Departamento de Manejo de Recursos Forestales Universidad de Chile.

**Andrade, B.; Arenas, F. & Guijón, R.**, 2008. Revisión crítica del marco institucional y legal chileno de ordenamiento territorial: el caso de la zona costera. Revista de Geografía Norte Grande 41:23-48.

**Ampuero, G.**, 1991. Antiguas culturas del Norte Chico. Diaguitas: Pueblos del norte verde. Museo Chileno de Arte Precolombino. 2ª ed. Santiago, 96 pp.

**Borie, C; Duarte, A. & Lira, N.**, 2004. Una aproximación etnoarqueológica al estudio de los asentamientos costeros. Werken N° 5.

**Berenguer, J.**, 2008. La Costa: un lugar para vivir. Pescadores de la Niebla: los changos y sus ancestros. Museo Chileno de Arte Precolombino. Santiago, 110 pp.

**Clark, J.**, 1992. Integrated management of coastal zones. FAO Fisheries Technical Paper N° 327, Roma, 167 pp.  
<http://www.fao.org/docrep/003/T0708E/T0708E00.HTM>

**Donoso, E.**, 2007. Descenso de la natalidad en Chile: Un problema país. *Revista Chilena de Obstetricia y Ginecología*. 72(2):73-75.

**Estellé, P.**, 1974. *La Conquista, siglo XVI. Historia de Chile*. Editorial Universitaria. Colección Imagen de Chile, edición 1997. Santiago, 869 pp.

**Geisse, G.**, 1977. Origen y evolución del sistema urbano nacional. *Eure* 5(14):37-46.

**Geisse, G & Valdivia, M.**, 1978. Urbanización e industrialización en Chile. *Eure* 5(15):11-35.

**Grebe, M.E.**, 1998. *Culturas indígenas de Chile: Un estudio preliminar*. Pehuén Editores Ltda. Santiago.

**Guarda, G.**, 1978. *Historia urbana del Reino de Chile*. Santiago. Editorial Andrés Bello, 509 pp.

**Henríquez, P.; Castillo, M. J. & Hidalgo, R., (Eds)**. 2008. 1906/2006 cien años de política de vivienda en Chile. Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Nacional Andrés Bello e Instituto de Geografía de la Facultad de Historia, Geografía y Ciencia Política de la Pontificia Universidad Católica de Chile, 2007, 325 pp. *Revista de Geografía Norte Grande* 39:97-99.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 2009. *Estadísticas vitales*, Santiago, 513 pp.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 2005. *Ciudades, pueblos, aldeas y caseríos*. Santiago, 300 pp.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 2002. *Censo 2002. Resultados Vols I y II*.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 1995. *Ciudades, pueblos y aldeas. Censo 1992*. 203 pp.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 1992. *Censo de población y vivienda. Resultados generales*.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 1982. *XV Censo nacional de población y IV de vivienda. Vols I, II y III*.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 1970. *Censo de Población. Total país*.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 1960. *Censo de población. Resumen país*.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 1952. *XII Censo general de población y I de Vivienda. Resumen país*.

**Jackson, D. & Méndez, C.**, 2005. Hallazgo o búsqueda de sitios paleoindios: problemas de investigación en torno a los primeros poblamientos. *Werken* N° 5.

**Jackson, D.; Méndez, C.; López, P.; Jackson, D. & Seguel, R., 2005.** Evaluación de un asentamiento arqueológico en el semiárido de Chile: procesos de formación, fauna extinta y componentes culturales. *Intersecciones en Antropología* Facultad de Ciencias Sociales, UNCPBA, Argentina, 6:139-151.

**Martinic, M., 1996.** La cueva del Milodón (Última Esperanza, Patagonia Chilena). Un siglo de descubrimientos y estudios referidos a la vida primitiva en el sur de América. *Journal de la Société des Américanistes* T. 82:311-323.

**Méndez, C., 2002a.** Orígenes del asentamiento holocénico tardío de cazadores recolectores en el litoral del Choapa: ensayo para la generación de una hipótesis de investigación. *Werkén* N° 4.

**Méndez, C., 2002b.** Cazadores recolectores costeros y sus contextos de tarea: una visión desde el asentamiento holocénico temprano de punta Penitente (LV. 014), Los Vilos. *Chungará (Arica)* 34(2):153-166.

**Méndez, C. & Jackson, D., 2006.** Causalidad o concurrencia, relaciones entre cambios ambientales y sociales en los cazadores recolectores durante la transición entre el Holoceno Medio y Tardío (Costa del semiárido de Chile). *Chungará, Revista de Antropología Chilena*. 38(2):173-184.

**Méndez, C. & Jackson, D., 2004.** Ocupaciones humanas del Holoceno tardío en Los Vilos (IV Región, Chile): Origen y características conductuales de la población local de cazadores recolectores de litoral. *Chungará, Revista de Antropología Chilena*. 36(2):279-293.

**Meneses, R.; Varela, G. & Flores, H., 2012.** Evaluating the use of *Atriplex nummularia* hay on feed intake, growth, and carcass characteristics of creole kids. *Chilean Journal of Agricultural Research* 72(1) January-march 2012: 74-79.

**Ministerio de Defensa Nacional (MINDEF), 2010.** Ley N° 20.424, Estatuto orgánico del Ministerio de Defensa Nacional. Ministerio de Defensa Nacional. Santiago, Chile, 2 de febrero de 2010.

**Ministerio de Defensa Nacional (MINDEF), 1994.** Decreto N° 475, Establece política nacional de uso del borde costero del litoral de la república y crea comisión que indica. Ministerio de Defensa Nacional. Santiago, Chile, 14 de diciembre de 1994.

**Ministerio de Defensa Nacional (MINDEF), 2005.** Decreto N° 2, Sustituye reglamento sobre concesiones marítimas, fijado por Decreto (M) N° 660 de 1988. Ministerio de Defensa Nacional. Santiago, Chile, 3 de enero de 2005.

**Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL), 1995.** Decreto N° 827, Promulga el protocolo para la conservación y administración de las áreas marinas y costeras protegidas del pacífico sudeste. Ministerio de Relaciones Exteriores. Santiago, 27 de junio de 1995.

**Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), 1975.** Decreto N° 458, Aprueba nueva ley general de urbanismo y construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Santiago, Chile, 18 de diciembre de 1975.

**Ministerio Secretaría General de la Presidencia**, 1994. Ley N° 19.300, Aprueba ley sobre bases generales del medio ambiente. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile, 1 de marzo de 1994.

**Ministerio Secretaría General de la Presidencia**, 2010. Ley N° 20.417, Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile, 12 de enero de 2010.

**Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)**, 1992. Decreto N° 47, Fija texto de la ordenanza general de la ley general de urbanismo y construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Santiago, Chile, 16 de abril de 1992.

**Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)**, 2004. Chile, un siglo de políticas de vivienda y barrio. Santiago, Pehuén Editores Ltda. 1ª ed. 359 pp.

**Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)**, s/a. Historia del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Documento electrónico.  
[http://www.minvu.cl/opensite\\_20061113164636.aspx](http://www.minvu.cl/opensite_20061113164636.aspx)

**Ortiz, J.**, 1983. Población y sistema nacional de asentamientos urbanos. Colección Geografía de Chile. Instituto Geográfico Militar, Santiago, 156 pp.

**Quiroz, D. & Sánchez, M.**, 2004. Poblamientos iniciales en la costa septentrional de la Araucanía (6.500-2.000 A.P.). Chungará, Revista de Antropología Chilena. Volumen especial pp. 289-302.

**Retamal, J.**, 1980. La sociedad colonial. Editorial Salesiana, Serie Cuadernos Históricos N° 5. Santiago, 27 pp.

**Silva, O.**, 1980. Culturas y pueblos de Chile prehispano. Editorial Salesiana, Santiago, 51 pp.

**Simian, J.**, 2010. Logros y desafíos de la política habitacional en Chile. Estudios Públicos 117, verano 2010, pp. 269-322.

**Standen, V.; Santoro, C. & Arriaza, B.**, 2004. Síntesis y propuestas para el periodo arcaico en la costa del extremo norte de Chile. Chungará, Revista de Antropología Chilena. Volumen especial pp. 201-212.



**CAPÍTULO IX  
IMPACTOS AMBIENTALES  
SOBRE EL SISTEMA NATURAL**



Podemos considerar al medio natural como un máquina compleja compuesta por una multiplicidad de elementos que interrelacionan de forma directa o indirecta. Los elementos pueden ser clasificados de acuerdo a su origen; las relaciones de acuerdo a sus características de funcionamiento. La “natura” tiene una evolución en la que tanto elementos como relaciones van sucesivamente modificándose en función de su propio comportamiento. Bajo estas ideas, y considerando la óptica de la teoría de sistemas, la natura adopta cualidades sinérgicas en la cual el conjunto posee un equilibrio dinámico en constante cambio y autorregulación.

El paisaje de la franja costera semiárida de Chile (32°S-33°S), puede ser considerado como un sistema que ha tenido una evolución biofísica más o menos bien conocida desde el periodo Cuaternario, considerado como el lapso temporal a partir del cual hoy pueden reconocerse tanto los elementos como las interrelaciones que se allí se han desarrollado. Los capítulos V, VI y VII de esta tesis aportan antecedentes sobre esta evolución.

Los primeros vestigios de la incorporación del ser humano en la evolución de la natura, se fijan durante el Pleistoceno en la etapa conocida como Paleoindia (Capítulo VIII). En aquellos momentos el “hombre”, en términos genéricos, subsistía debido a que lograba aprovechar su conocimiento empírico para encontrar resguardo y alimentación, desarrollando técnicas precarias para facilitar estas tareas y que combinaba con desplazamientos periódicos en el territorio en búsqueda de mejores condiciones ambientales. Este patrón continuó con algunas mejoras técnicas e instrumentales durante el Holoceno, etapa conocida como Arcaica, y que tiene un mejor conocimiento en la actualidad gracias al estudio de restos arqueológicos encontrados en lugares específicos de la costa.

Desde los inicios de esta ocupación litoral, el ser humano ha introducido alteraciones en su funcionamiento natural, sin embargo no ha sido sino hasta tiempos históricos en que estas alteraciones han tenido una magnitud de importancia en términos de su extensión o de su reversibilidad.

### **9.1. Alteraciones de los subsistemas geomorfológico, morfoclimático, biogeográfico y antrópico sobre la franja costera.**

Hails (1977), analizando casos en diferentes lugares del mundo, reconoce la responsabilidad de las obras de ingeniería (muros, defensas, espigones, trabajos portuarios, represas, rotura de cañerías, extracción de áridos) realizadas en o cerca de la línea de costa en la alteración de los equilibrios geomorfológicos, los que se expresan en cambios en las tasas de erosión y sedimentación de playas y dunas. Es por ello que indica que, en el contexto de la geomorfología aplicada a la gestión de la zona costera, son necesarios datos importantes: tasas naturales de sedimentación y

de erosión; tasas y montos de transporte de sedimentos desde los ríos hacia la costa; variaciones en la composición y distribución de sedimentos mar adentro; fuentes de abastecimiento de arena y equilibrio de la línea de costa; tasas de intercambio de arena entre playas y sistemas dunarios; efectos de la construcción de defensas marinas; dispersión de sedimentos mar adentro y los efectos del dragado en la morfología del lecho marino; transporte sedimentario y refracción del oleaje; así como también el estudio y el análisis de las geoformas.

Coccosis (1985), realiza un análisis global de la situación ambiental de los litorales, afirmando que su deterioro progresivo tiene como causas las demandas crecientes de los recursos costeros y el uso no planificado del espacio, lo que se expresa en la contaminación del agua, la extinción de especies, la erosión de playas y la pérdida de áreas de belleza natural; problemas que afectan a muchos países sin importar las fronteras entre ellos. Por otra parte afirma que los problemas del litoral obedecen a situaciones que se relacionan con factores físicos y biológicos, como también contextos socioeconómicos y culturales diferenciados. Por otra parte, al considerar a la costa como una unidad dinámica adyacente al mar y con una amplia variedad de recursos biofísicos y no como una unidad lineal o como un límite entre continente y océano, los problemas que aquí se presentan se extienden hacia el interior del mar y sus profundidades, y hacia el interior de las tierras en directa o indirecta relación con la costa.

Cendrero (1989) considera a la franja costera como un espacio de alta energía con una muy activa y compleja dinámica, en la cual se encuentran registros de gran inestabilidad durante el Cuaternario, y que es acentuada en la actualidad por la intervención humana. Bajo un razonamiento causa-efecto, Cendrero (1989) indica que la amplia oferta de recursos del litoral ha influido en la gran atracción que genera sobre la población que tiende a ocupar esta franja de espacio, en ocasiones de forma anárquica y espontánea, generando condiciones de presión y competencia por los recursos, a menudo con usos incompatibles del espacio y generando, por tanto, una multiplicidad de alteraciones (Tabla N° 44).

Tabla N° 44: Principales alteraciones que afectan a los litorales según Cendrero, 1989.

<p>Ocupación directa de la franja costera</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro del paisaje</li> <li>• Desarrollo de turismo anárquico</li> <li>• Desarrollo urbano e industrial no regulado que interfiere a menudo con otros usos como turísticos y/o agrícolas</li> <li>• Interferencia de las obras costeras con los procesos de transporte sedimentario</li> <li>• Destrucción de ambientes valiosos y sensibles como campos de dunas, barreras costeras, estuarios, deltas, humedales, áreas intermareales, etc.</li> </ul>
<p>Contaminación de aguas costeras y sedimentos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminantes llevados aguas abajo por los ríos (agroquímicos, desechos industriales)</li> <li>• Descargas directas de desechos sólidos y líquidos urbanos e industriales</li> <li>• Contaminación debido a la extracción, transporte y manejo de hidrocarburos</li> <li>• Aguas de refrigeración de industrias</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación asociada a obras portuarias</li> <li>• Descargas de basuras dragadas</li> <li>• Contaminación traída desde la atmósfera por la precipitación</li> <li>• Mareas rojas y otras contaminaciones de tipo biológico inducidas por acción humana</li> <li>• Desechos mineros, que afectan la turbidez y provocan cambios en la temperatura del agua</li> </ul>
Incidencia de la población en riesgos naturales y tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inundación en los cursos bajos de los ríos</li> <li>• Acción de tempestades sobre las construcciones costeras y edificios</li> <li>• Movimientos en masa en acantilados</li> <li>• Terremotos y tsunamis</li> <li>• Volcanismo</li> <li>• Subsistencia de materiales no consolidados</li> <li>• Accidentes de la navegación</li> <li>• Erosión</li> <li>• Ascenso del nivel relativo del mar</li> </ul>

Fuente: Cendrero, 1989, modificado.

Cooke & Doornkamp (1990), señalan que las líneas de costa representan uno de los ambientes más dinámicos del mundo en los cuales interactúan actividades humanas y procesos geomorfológicos, estrechamente conectados con procesos biológicos en diferentes ecosistemas, en donde se desarrollan muchos conflictos humanos ligados a los recursos (extracción material para la construcción, fuente de recursos alimenticios, recreación, recuperación de tierras) y los riesgos (inundaciones generadas por tempestades, problemas de contaminación, alteración del transporte de sedimentos debido a obras de ingeniería). Señalando además, que una de las características de estos problemas es que se superponen a los límites político administrativos (como el transporte sedimentario o la contaminación). Se requieren por tanto estudios que se interesen por conocer las tasas de erosión y sedimentación (de los ríos en el mar, en la costa y costa afuera); la naturaleza de los equilibrios costeros, sus cambios y la evolución a largo plazo, y los efectos de la ingeniería y gestión de sedimentos en la dinámica costera.

De acuerdo a Paskoff (1994), los seres humanos son agentes voluntarios o en ocasiones involuntarios de la evolución de la costa, en donde sus intervenciones han contribuido frecuentemente a la desestabilización de ambientes caracterizados por equilibrios dinámicos precarios. Bajo una concepción geomorfológica, describe y explica las diferentes geoformas que se encuentran en las costas (clasificadas en formas de acumulación, formas de erosión y formas elaboradas por organismos), entregando para cada una ejemplos de actuaciones humanas que han generado impactos negativos sobre ellas.

Desde el punto de vista regional, la Comisión Europea es clara en afirmar que los problemas económicos, sociales y ecológicos de las zonas costeras son mucho más numerosos que en cualquier otra región de la Unión; entre los más relevantes se señala un desarrollo turístico mal planificado, el declive de la industria pesquera, deficiente planificación de las redes de transporte y la creciente urbanización, erosión, contaminación y destrucción de hábitats (Comisión Europea, 2001). Las costas de

Europa se encuentran sometidas a una degradación progresiva ligada a la erosión acelerada por acción antrópica, la contaminación y el conflicto de usos del suelo (Tros-de-Illarduya, 2008). La zona costera, como un espacio frágil, pero estratégico para el desarrollo económico y social, debe ser enfrentada bajo una estrategia territorial basada en el desarrollo sostenible, a través del concepto de una **gestión integrada de las zonas costeras**, según consta en la Recomendación 2002/413/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2002 (Comisión Europea, 2002, en Tros-de-Illarduya, 2008).

Castro y Morales (2006), realizan una síntesis de los problemas ambientales mas comunes identificados en las zonas costeras, que impactan las características del desarrollo sustentable, concluyendo que en relación a los usos que se practican en el litoral, aquellos que tienen un mayor impacto son aquellos ligados al turismo balneario y la urbanización (Tabla N° 45).

Tabla N° 45: Principales problemas que afectan a la zona costera según Castro y Morales, 2006

Categoría	Impacto
Alteraciones de la calidad del ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación de las aguas y tierras adyacentes</li> <li>• Contaminación por residuos sólidos en playas y terrenos de playa</li> <li>• Contaminación por cursos de agua sin control de emisiones a ellos</li> <li>• Contaminación atmosférica de la zona costera por emanaciones</li> <li>• Industriales ribereñas</li> <li>• Eutrofización de cuerpos de agua por aportes de la acuicultura</li> <li>• Extracción de áridos</li> </ul>
Amenazas a la biodiversidad de la zona costera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agotamiento de recursos pesqueros</li> <li>• Insuficientes sistemas de protección para hábitats y especies en peligro</li> <li>• Daños a los hábitats y especies por aplicación de artes de pesca inadecuados</li> <li>• Riesgo de poblaciones de mamíferos marinos por sus efectos a la pesca artesanal</li> <li>• Riesgos ecológicos por introducción de especies exóticas</li> </ul>
Conflictos entre usuarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entre las pesquerías artesanal e industrial</li> <li>• Entre sectores por ocupación de zonas de interés común</li> </ul>
Ausencia de herramientas de información y manejo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insuficiente conocimiento sobre especies, ambientes y procesos de la zona costera</li> <li>• Carencia de sistemas de evaluación de impacto ambiental en la zona costera</li> </ul>
Imprevisión frente a riesgos y catástrofes naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carencia de sistemas de predicción de riesgos y catástrofes</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosión y sedimentación en la zona costera</li> <li>• Efectos por eventos El Niño sobre la flora y fauna costera efectos socioeconómicos de el niño</li> </ul>
Construcciones e instalaciones costeras inadecuadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcciones de mala calidad en la zona costera</li> <li>• Proximidad excesiva de instalaciones de agua</li> </ul>
Operaciones costeras riesgosas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación por movimientos de cargas y operaciones de zonas portuarias</li> <li>• Transporte y movilización de cargas peligrosas</li> <li>• Transporte público en embarcaciones inadecuadas</li> <li>• Operaciones costeras sin aplicación de medidas de seguridad</li> </ul>
Ignorancia pública	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto nivel de ignorancia pública acerca del valor e importancia de la zona costera y sus recursos</li> </ul>
Aumento poblacional en la zona costera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento poblacional permanente y temporal en pueblos y ciudades costeras</li> </ul>
Falta de infraestructura y servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de caminos y accesos a zonas de interés turístico</li> <li>• Servicios insuficientes para el desarrollo en muchas zonas de la costa</li> <li>• Ausencia de electricidad</li> </ul>
Procesos ambientales negativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de dunas costeras</li> <li>• Desertificación</li> <li>• Erosión de la costa</li> <li>• Aumento de irradiación ultravioleta</li> <li>• Aumento de frecuencia e intensidad de mareas rojas</li> </ul>
Alteraciones escénicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación visual o alteración de los escenarios naturales por instalaciones costeras</li> </ul>
Empleo de vehículos y equipos contaminantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de lanchas rápidas y motos de agua en aguas próximas a playas</li> <li>• Uso de vehículos rápidos y sonoros en sectores de playa</li> </ul>

Fuente: Castro y Morales, 2006, modificado.

Algunas consideraciones especiales merecen los impactos del cambio climático sobre los litorales, que se encuentran en especial condición de vulnerabilidad en razón de las dinámicas naturales propias que aquí se desarrollan. Los efectos esperados se relacionan con el aumento del nivel del mar, alteraciones en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones, incremento en las temperaturas del agua y un aumento en la intensidad de los eventos de tormenta (EPA, 2009). Los impactos previstos del cambio climático en las costas incluyen la erosión debido al ascenso del nivel marino, efecto que se verá intensificado por el incremento de la presión humana sobre estas áreas. Por otra parte se esperan impactos sobre millones de personas debido a las inundaciones que provocará el alza del nivel del mar que afectará a las áreas con mayor densidad de población, localizadas en tierras a baja altitud. Especialmente afectados por el cambio climático, serán los ecosistemas de manglares, marismas y arrecifes de coral. (IPCC, 2007).

En términos esencialmente geomorfológicos, el ascenso del nivel marino planetario actual tiene impactos sobre las costas estables y más aún sobre aquellas que tienden a la subsidencia tectónica; al mismo tiempo que incrementa el ataque mecánico de las olas en los acantilados y el retroceso de las playas debido a la erosión (Paskoff, 1994).

Andrade y Castro (1992), establecen una metodología para evaluar los impactos potenciales del ascenso del nivel del mar en la costa de la región de Valparaíso asumiendo escenarios de 1 y 2 m de elevación, constatándose impactos tanto sobre las instalaciones humanas como sobre los recursos de la franja costera. Con 1 m de ascenso, es posible esperar la pérdida de 170 ha de superficie de playa, que se incrementan a 338 ha con un escenario de 2 m. En sus conclusiones indican, por una parte, la necesidad de contar con un mayor detalle para el catastro de la infraestructura antrópica, así como también incrementar el conocimiento del funcionamiento de los sistemas geomorfológicos litorales. En este sentido, existen dos situaciones que deben necesariamente considerarse, en primer lugar es posible esperar un aumento de la carga sedimentaria de los ríos, que transportan sedimentos hacia las playas y por otro los efectos de la tectónica, que para el caso de Chile central condicionan un solevantamiento continuo de la costa.

## 9.2. Situación en Chile.

El informe país sobre el Estado del Medio Ambiente en Chile para el año 2008 (Centro de Análisis de Políticas Públicas, 2010), desde una perspectiva global de la situación ambiental en Chile, reconoce la existencia de macropresiones sobre el medio ambiente:

- **Presiones del crecimiento económico global:** a partir de la crisis de los años 30, el Estado jugó un rol predominante en la creación de oportunidades productivas, tecnología y preocupación social, modelo que en los años 80 y 90 cambia hacia un aumento de la importancia asumida por el mercado y la empresa privada; un modelo de economía orientada hacia mercados externos y la atracción de inversión extranjera, desarrollo de una industria nacional y exportación de productos primarios. Los sectores minero, forestal, pesca agricultura y fruticultura son los de mayor desarrollo, generando por consiguiente una mayor presión sobre los recursos naturales. En este paradigma las inestabilidades económicas internacionales se dejan sentir en Chile, manifestándose en descensos de las tasas de crecimiento, descenso de las exportaciones y disminuciones del producto interno bruto.
- **Presiones derivadas de la expansión de los sectores productivos:** En la minería, si bien se han mejorado los estándares ambientales hay problemas asociados a los desechos de la producción y a los crecientes requerimientos de agua, críticos en la zona norte del país, caracterizado por la aridez climática. La expansión del sector forestal ha significado un proceso de sustitución de áreas de bosque nativo por plantaciones comerciales. El sector pesquero ha aumentado las tasas de captura afectando la biomasa marina y la piscicultura ha provocado efectos adversos sobre los ecosistemas de lagos y fiordos en el sur de Chile. El desarrollo agrícola ha llevado al reemplazo de áreas naturales en artificiales, lo que unido a prácticas productivas poco sustentables y a las formas de tenencia y uso de la tierra agrícola, ha permitido la degradación de suelos, pérdida de potencial agrícola y desertificación. El sector industrial en sus

constantes necesidades de materias primas lleva a una permanente presión sobre los recursos naturales.

- **Presiones ligadas al factor social:** la sobrepoblación de áreas urbanas implica enormes necesidades de espacios para el tratamiento y la disposición de los residuos sólidos y líquidos domiciliarios y la incorporación de suelo agrícola a suelo urbano. Por otra parte surge el tema de la pobreza rural y urbana en términos de su interacción con el medio ambiente, la vulnerabilidad frente a los fenómenos naturales, el acceso a recursos (de todo tipo), la marginalización económica significan problemas ligadas a la equidad social, como una de las variables significativas dentro del concepto de sustentabilidad.

Andrade y Castro (1989, 1990) propusieron un ensayo de cartografía ambiental para parte de la zona costera de Chile central, considerando en su formulación los mecanismos geomorfológicos naturales de la evolución del litoral de Chile central y el grado de interferencia de las presiones antrópicas, definidas a través de un catastro de las obras civiles realizadas sobre las unidades geomorfológicas y los procesos actuales desencadenados por las actividades humanas: erosión lineal, descabezamiento de suelos, removilización de dunas.

Estos mismos autores identifican una serie de actividades antrópicas que generan efectos sobre la franja costera (Tabla N° 46).

Tabla N° 46: **Principales efectos de la actividad antrópica en la franja costera según Andrade y Castro, 1990.**

Actividad	Efecto
Extracción de arena para la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración del balance sedimentario de playas</li> </ul>
Construcción de estructuras perpendiculares a la línea de costa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interferencia en el funcionamiento de la deriva litoral</li> </ul>
Construcción de estructuras paralelas a la línea de costa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflexión del oleaje y erosión en la base de las estructuras</li> </ul>
Deforestación y pisoteo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deflación de arenas</li> <li>• Intensificación de la erosión lineal</li> </ul>
Pastoreo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de la vegetación natural</li> <li>• Deflación de arenas</li> </ul>
Uso recreación de vehículos todo terreno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de la vegetación</li> <li>• Deflación de arenas</li> <li>• Erosión lineal.</li> </ul>
Urbanización de dunas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reactivación de dunas</li> <li>• Inestabilidad de terrenos</li> </ul>
Urbanización de planicies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la escorrentía y transporte de sedimentos</li> </ul>
Acumulación de desechos en vertederos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación</li> </ul>

Fuente: Andrade y Castro, 1990, modificado.

Paskoff y Manríquez, (1997) observan el desarrollo de actividades agropecuarias sobre terrazas marinas, planicies litorales y dunas de la costa semiárida chilena, a partir del periodo colonial (siglos XVII y XVIII), época en la que comienza también la importancia de los puertos de Coquimbo, Valparaíso y San Antonio, que se desarrollaron junto a las áreas urbanas e industriales de esas mismas ciudades. Estos autores reconocen diversos tipos de deterioros que afectan a la costa de Chile central, área en la que se encuentra la franja costera semiárida, objeto de estudio de esta investigación:

- Degradación de la cubierta vegetal natural de terrazas y dunas, debido pastoreo, roce y usos agrícolas, urbanos, residenciales o recreativos, teniendo como consecuencias el descabezamiento de suelos y problemas de erosión.
- Disminución de la biomasa de moluscos, debido a la excesiva recolección, o por la contaminación producida por desagües vertidos al mar sin ningún tipo de tratamiento.
- Contaminación del suelo y del aire por efectos de instalaciones industriales.
- Deterioro del patrimonio arquitectónico tradicional.

Castro y Morales (2006) afirman que el turismo balneario, tipo de ocupación más reciente del litoral, ligado más exclusivamente a las playas que a los acantilados (en razón de los problemas de accesibilidad que tienen) induce rápidamente a una urbanización acelerada que lleva también a la densificación de las vías de acceso al litoral.

A partir de la década de los años ochenta, siguiendo ejemplos internacionales, comienza la instalación de megaproyectos inmobiliario-turísticos en la zona costera de Chile central, los que unidos al aumento de la demanda turística generada por la ciudad de Santiago que se expresa en la construcción de viviendas de segunda residencia, la construcción de condominios y la instalación de infraestructura hotelera y de alojamiento, han contribuido a la disminución de la biodiversidad, la degradación de ciertos recursos naturales, la fragmentación de ecosistemas y a aumentar la presión sobre los servicios existentes, como la distribución y evacuación de agua y la accesibilidad urbana. Esta mayor intensidad de ocupación del territorio litoral de las regiones de Coquimbo y de Valparaíso de Chile se explica también por una mayor demanda de un turismo nacional e internacional (de población principalmente argentina) de rápida dinámica en el contexto de una economía de libre mercado que favorece las inversiones privadas (Paskoff y Manríquez, 1997).

El aumento en el número de viviendas es coincidente con el incremento del acceso a bienes de consumo como son los automóviles, aspecto que se encuentra en directa relación al mayor poder adquisitivo y un mayor acceso al crédito. En el año 2000 en Chile existía un total de 2.128.855 vehículos en circulación, de los cuales 915.480 (43,0%), se encontraban en la Región Metropolitana. En el año 2010, el total de vehículos en Chile aumentó a 3.375.523, de los cuales 1.406.403 (41,6%) se encontraron en la Región Metropolitana de Santiago (INE, 2001, 2011), este hecho es una evidencia del incrementado las capacidades de movilidad de la población.

Castro y Alvarado (2009), afirman que la contaminación de las aguas del litoral es uno de los principales impactos de las actividades antrópicas en la franja costera chilena. Al mismo tiempo reconocen como impactos significativos la disminución de hábitats naturales debido a la expansión urbana y el aumento de actividades turísticas; fragmentación de ecosistemas de playas, dunas y humedales, surgimiento de pantallas arquitectónicas, dificultad para el acceso libre a las playas,

disminución de actividades tradicionales como la pesca artesanal, agricultura y ganadería y reemplazo por otras como la acuicultura, pesca industrial, turismo litoral y agricultura intensiva.

### **9.3. Alteraciones antrópicas en la franja costera semiárida.**

De acuerdo a los diferentes estudios realizados en las zonas costeras de Chile y el mundo, se reconocen las siguientes alteraciones sobre la franja costera semiárida estudiada en esta investigación:

- Expansión urbana e industrial
- Erosión
- Contaminación del agua, del suelo y del aire
- Degradación de la vegetación
- Reactivación dunaria

#### **9.3.1. Expansión urbana e industrial.**

En la franja costera semiárida se ha experimentado un importante crecimiento de las localidades pobladas, que se ha expresado en dos elementos. En primer término un aumento del número de localidades costeras y en segundo lugar un incremento de las superficies ocupadas.

A través de un sistema de información geográfica y utilizando como fuente de información fotografías aéreas e imágenes satelitales de diferentes años, se construyó la cartografía de los centros poblados para los años 1955 y 2010/2012, últimos años disponible con una cobertura confiable y homogénea de información.

En este caso se verifica que en el año 1955, la superficie de los centros poblados alcanza las 292,93 ha, aumentando a 3.117,86 ha en el año 2003, ejemplo de esta expansión se presenta en la Figura N° 51 para las localidades de Los Vilos, Quintero y Concón respectivamente.

Si se contrasta esta información con el número de habitantes de la franja costera, en similar periodo, se obtiene que el incremento porcentual de población en el periodo intercensal 1952-2002 fue de 596,4%, en cambio el incremento porcentual de la superficie ocupada entre los años 1955-2003 fue de 964,37%

Desde el punto de vista de la ocupación de la franja costera semiárida en el año 2010/2012, se muestra claramente que la población tiende a localizarse de manera longitudinal a la línea de costa. Observándose dos situaciones: entre Concón y Papudo la ocupación tiende a disponerse de forma continua, paralela a la línea de costa, interrumpida solamente en el campo de dunas de Ritoque y en las dunas antiguas al sur de Maitencillo (Mapa N° 11).

En segundo término, entre Papudo y Los Vilos la población se localiza puntualmente en sectores específicos de la costa, con una cierta similitud al patrón existente en el año 1955 entre las localidades de Concón y Papudo, sector de la costa que en la actualidad presenta una tendencia a la conurbación de sus localidades.

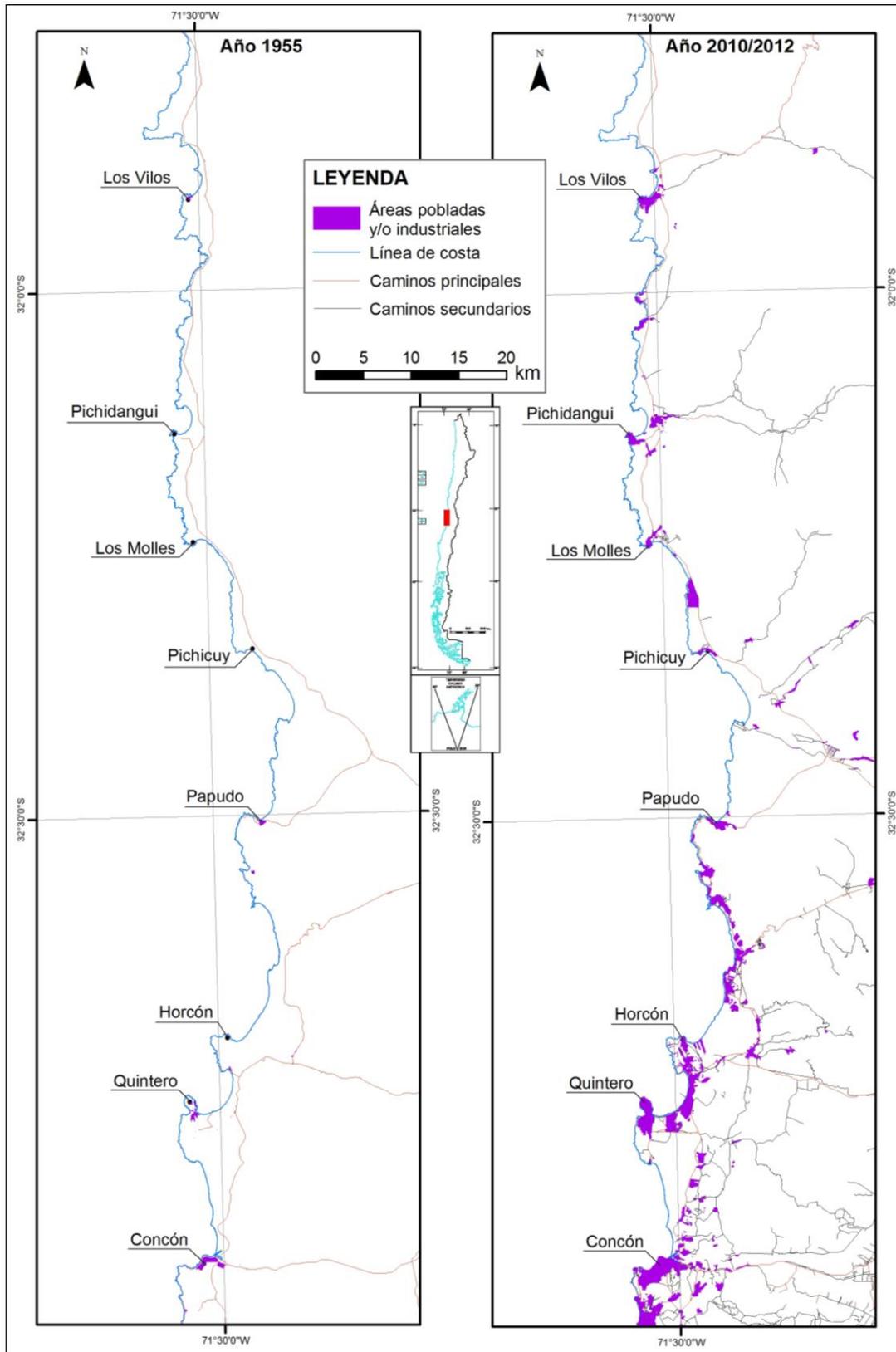
Figura N° 51: **Expansión de la superficie urbana de los Vilos, Quintero y Concón.**  
1955-2012.



Fuente: IGM, 1955; Google Earth 2012.

Por otra parte, es interesante destacar el incremento de la densidad del sistema vial, hecho que se debe por una parte al aumento en el número de localidades y de actividades asociadas, y por otra a una mejora de la calidad de la conectividad con otras ciudades costeras como Viña del Mar y Valparaíso hacia el sur, o Coquimbo y la Serena hacia el norte. La “Ruta 5”, considerada la principal vía de conectividad del país (parte de la Carretera Panamericana que une Alaska con Chiloé en una distancia de más de 22.000 km), se extiende en la costa semiárida chilena desde la localidad de Longotoma hacia el norte. Rutas secundarias conectan transversalmente el litoral con el interior del país, aprovechando los valles que atraviesan los relieves de la cordillera de la Costa. Bajo el esquema expuesto, la red vial atraviesa, planicies y dunas, significando impactos diferenciados en la costa bajo análisis.

Mapa N° 11: Evolución de las áreas pobladas e industriales de la franja costera semiárida. Años 1955 y 2010/2012.



Fuente: Autor.

En consideración a las unidades fisiográficas, la mayor parte de la superficie de las localidades pobladas en toda la franja semiárida, se sitúa sobre las planicies litorales. Sólo en torno a las localidades de Ventanas y Concón, la población se localiza sobre unidades dunarias, principalmente dunas antiguas. Ambas unidades fisiográficas fueron ampliamente estudiadas en el Capítulo V de esta investigación. Estas unidades se caracterizan por ser relativamente planiformes desde el punto de vista topográfico y por no presentar una activa dinámica geomorfológica. Desde otro punto de vista, considerando las evidencias de la ocupación de los grupos humanos que habitaron esta costa durante el Cuaternario, las instalaciones humanas se realizaron en zonas cercanas al estrán, ocupando las terrazas más bajas y sobre unidades de dunas.

El sector de Loncura, en el área de la bahía de Quintero, representa el caso más significativo en la franja costera semiárida de la pérdida definitiva de un espacio litoral. Sobre las dunas vivas que allí existían, hoy se encuentra el desarrollo industrial de numerosas empresas e industrias que comenzó en la década de 1950, las que hoy ocupan un continuo a lo largo de toda la bahía (Figura N° 52). El campo dunario original fue dividido en dos por la construcción de la carretera, sobre el sector occidental comenzaron a construirse las instalaciones del complejo industrial, mientras que el sector oriental fue utilizado para la acumulación de las escorias de la refinería de cobre. La anteduna fue totalmente borrada por la construcción sobre ella de la línea del ferrocarril.

### **9.3.2. Erosión.**

Así como fuera indicado al inicio de este capítulo, existe un evidente reconocimiento por parte de diferentes autores que los problemas de erosión debidos a la acción humana pareciesen ser característicos de los espacios litorales. De acuerdo a lo descrito, es posible caracterizar los fenómenos erosivos en dos categorías. Por una parte problemas erosivos que afectan directamente a las playas y acantilados, ligados a la construcción de obras de ingeniería costera; y problemas erosivos sobre planicies litorales y dunas, debido esencialmente a factores relacionados con la construcción de obras y expansión urbana.

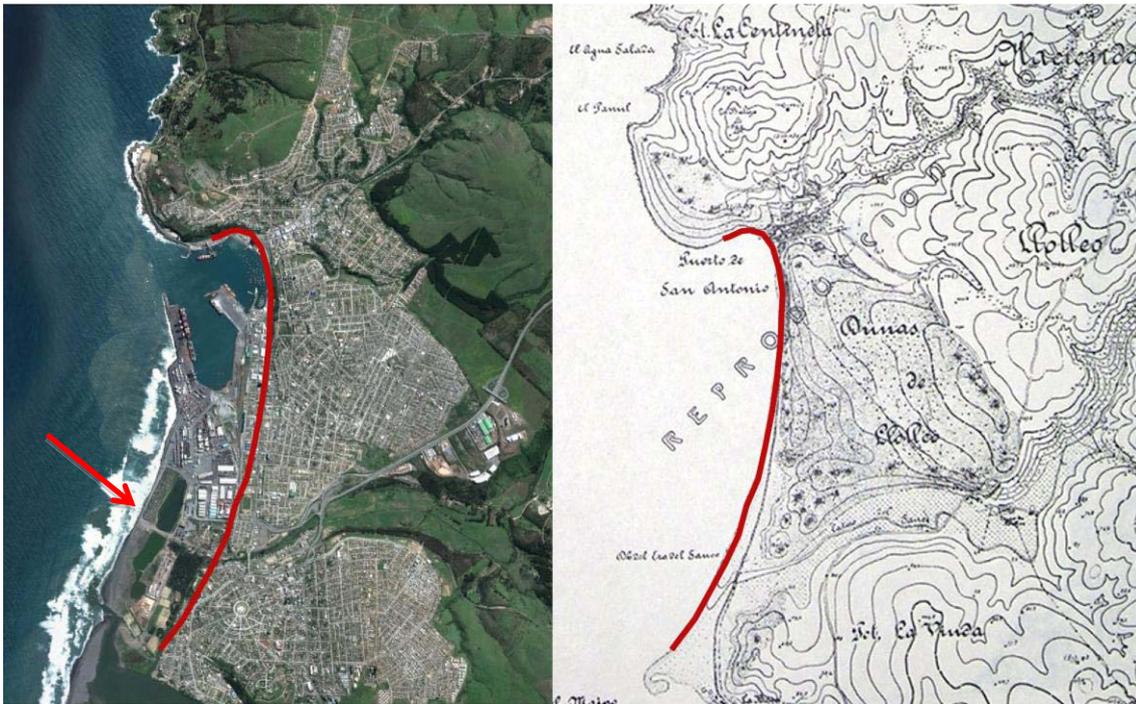
En la costa semiárida las obras de ingeniería realizadas sobre la línea de costa se encuentran muy localizadas, corresponden en general a estructuras del tipo espigones construidos transversalmente o de forma oblicua a la línea de costa. Este tipo de obras de arte, provocan modificaciones en los parámetros de propagación del oleaje cercano a la línea de costa esencialmente cuando constituyen estructuras sólidas, tipo espigones rocosos, causando directamente alteraciones en el balance sedimentario, expresado no sólo en fenómenos de erosión sino también en fenómenos de sedimentación.

Uno de los casos más evidentes en Chile de este tipo de alteraciones es la que se generó en la playa de Lolleo con la construcción del puerto de San Antonio, (33°40'S), hecho que ocurrió entre los años 1912 y 1917. El molo sur del puerto provocó la detención de los sedimentos transportados por la deriva litoral, que llegan a la costa a través de la desembocadura del río Maipo, localizada poco más de 2 km al sur del puerto (Manríquez, 1997). Las observaciones realizadas por Pomar (1962), indican que la playa de Lolleo tuvo una progradación del orden de 600 m. En esta misma área el campo de dunas de Lolleo ha sido totalmente ocupado por la



En las dunas vivas que se encuentran en las localidades de Lolloo, la bahía de Cartagena y entre punta Las Cruces y El Tabo, se interfieren las relaciones dinámicas entre playa y duna, debido a la instalación de casas de veraneo, loteos residenciales y actividades de verano (Castro y Andrade, 1989).

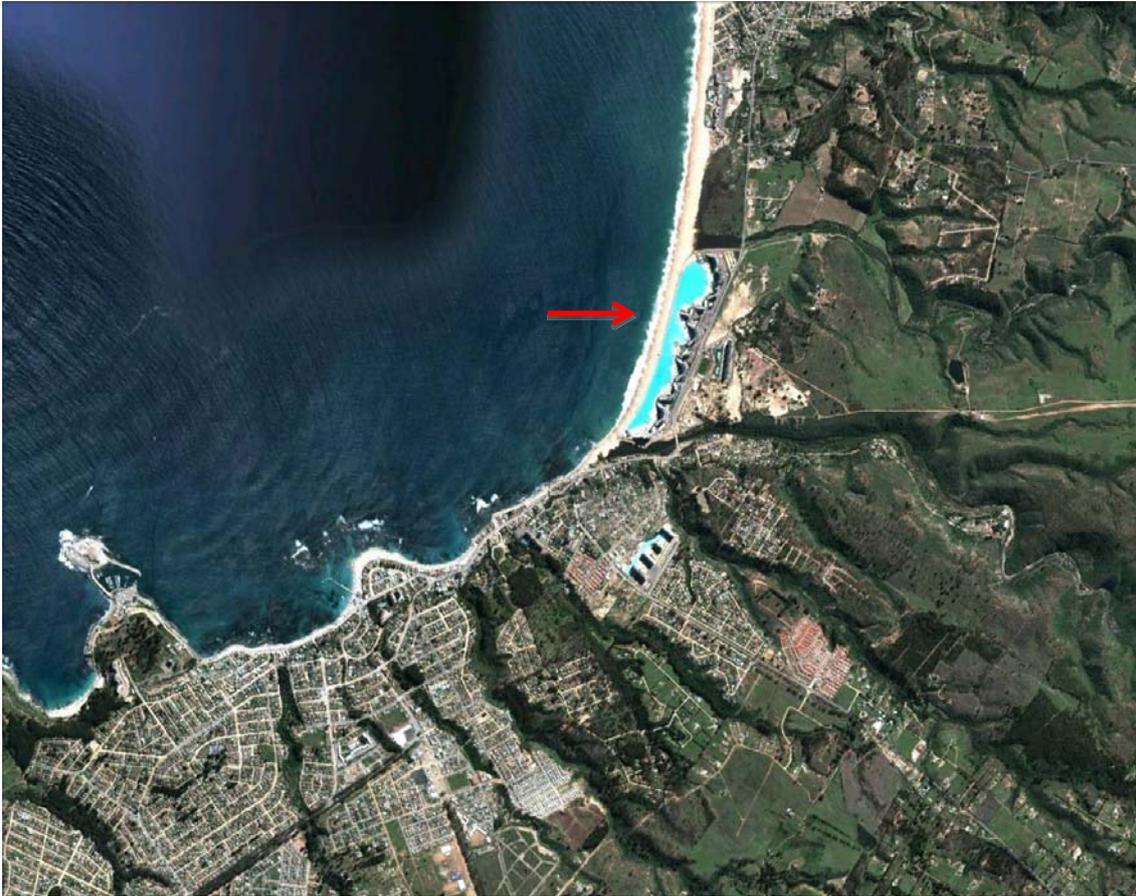
Figura N° 53: Efecto de la construcción del puerto de San Antonio en la progradación de la playa de Lolloo (2013-1902).



Fuente: Google Earth, 2013; Instituto Geográfico Militar, 1902.

Otro caso interesante de destacar, se encuentra un poco más al norte de la ciudad de Algarrobo (33°22'S). El complejo inmobiliario-turístico de San Alfonso del Mar, inaugurado en el año 1993, se destaca a nivel mundial por la existencia de una piscina artificial, de más de 1.000 metros de longitud y 8 m de profundidad, destinada a la práctica de deportes náuticos. El complejo, de 8 hectáreas de superficie, contempla un total de 11 edificios con una oferta total de más de 1.000 departamentos se encuentra sobre la playa inmediatamente al norte del estero San Jerónimo, en la bahía de Algarrobo. Pese a que esta megaestructura ha reemplazado gran parte de la playa original en todo su ancho y de sus formas dunarias superficiales, no existen evidencias claras de adelgazamiento de la playa (Figura N° 54). En este caso en particular la explicación debe encontrarse en una baja pendiente de la zona del infralitoral, una buena alimentación de arena aportada por los esteros existentes y una baja energía del oleaje de rompiente en esa zona. Estudios realizados en la década de los años ochenta por Paskoff y Del Canto (1983) indican que las playas del litoral de Chile central tienden a un estado general de equilibrio en su balance sedimentario.

Figura N° 54: Localización del proyecto turístico San Alfonso del Mar sobre la playa de la bahía de Algarrobo.



Fuente: Google Earth, 2013.

Sobre la línea de costa de la franja semiárida chilena se encuentran una serie de instalaciones ligadas a actividades productivas industriales o pesqueras, de las cuales interesa conocer sus características en términos de los eventuales procesos erosivos o de alteraciones en la dinámica sedimentaria (Tabla N° 47, ver Anexo cartográfico).

Tabla N° 47: Infraestructuras y actividades localizadas sobre la línea de costa.

Nombre, comuna	Descripción	Localización / Alteración
Puerto Punta Chungo, Los Vilos	Lugar de salida del concentrado de cobre del yacimiento de Minera Los Pelambres, localizado en la cordillera de los Andes a 3.600 m. El mineral es transportado a este puerto por gravedad en forma de pulpa mezclado con agua, a través de una tubería subterránea de más de 120 km de longitud. Minera Los Pelambres produce 339.200 tn de concentrado de cobre fino al año.	Localizado sobre estrán rocoso. No se observa alteración geomorfológica

	El mineroducto de 500 m de largo sobre el océano, se encuentra sobre pilares apoyados en el fondo marino.	
Caleta San Pedro, Los Vilos	Caleta de pescadores urbana orientada al norte. Posee con un espigón rocoso de 150 m y una rampa de acceso pavimentada.	Localizado sobre estrán rocoso. No se observa alteración geomorfológica.
Caleta Las Conchas, Los Vilos	Caleta de pescadores urbana orientada al oeste. Posee una rampa de acceso pavimentada.	Localizada sobre estrán rocoso. No se observa alteración geomorfológica.
Caleta Cascabeles, Los Vilos	Caleta de pescadores rural orientada al noreste. Localizada en una playa de bolsillo. No posee obras.	Localizada sobre estrán arenoso. No se observa alteración geomorfológica.
Caleta Totalillo Sur, Los Vilos	Caleta de pescadores rural orientada al noreste. No posee obras.	Localizada sobre estrán arenoso. No se observa alteración geomorfológica.
Caleta Pichidanguí, Los Vilos	Caleta de pescadores urbana orientada al noreste en la zona de abrigo del oleaje. Posee un muelle de 50 m de largo sobre pilares y una rampa de acceso pavimentada.	Localizada sobre estrán rocoso. No se observa alteración geomorfológica.
Marina Pichidanguí, Los Vilos	Instalación deportiva y recreación orientada al noreste y protegida del oleaje.	Localizada sobre estrán rocoso. No se observa alteración geomorfológica.
Marina Kon Tiki, Los Vilos	Instalación deportiva y recreación orientada al noreste y protegida del oleaje.	Localizada sobre estrán rocoso. No se observa alteración geomorfológica.
Caleta Los Molles, La Ligua	Caleta de pescadores rural orientada al sureste, en el extremo norte de la playa los Molles. No posee obras.	Localizada sobre estrán arenoso. No se observa alteración geomorfológica
Caleta Pichicuy, La Ligua	Caleta de pescadores rural orientada hacia al sureste. Construida sobre el estrán rocoso, en el extremo norte de la playa de Pichicuy. Posee un espigón rocoso de 87 m y una rampa de acceso pavimentada.	Localizada sobre estrán rocoso. No se observa alteración geomorfológica.
Caleta Ligua, La Ligua	Caleta de pescadores rural localizada en la orilla sur del río La Ligua. No posee obras asociadas, sin embargo se construyó un muro de enrocados con el objeto de evitar la erosión de las aguas del estero en las laderas del relieve del cerro Piedra Alta.	Localizada sobre estrán arenoso. No se observa alteración geomorfológica.
Caleta Papudo,	Caleta de pescadores urbana localizada	Localizada sobre estrán

Papudo	sobre la playa, orientada hacia el noreste. No posee obras.	arenoso. No se observa alteración geomorfológica.
Marina Papudo, Papudo	Instalación deportiva y recreacional tipo plataforma pavimentada. Orientada hacia el noreste y protegida por el relieve del cerro Piedra Partida.	Localizada sobre estrán rocoso. No se observa alteración geomorfológica.
Caleta Zapallar, Zapallar	Caleta de pescadores urbana orientada hacia el noreste. Posee un muelle 30 m y una rampa pavimentada.	Localizada sobre estrán rocoso. No se observa alteración geomorfológica
Caleta Maitencillo, Puchuncaví	Caleta de pescadores urbana localizada sobre la playa y orientada al norte, con protección de rocas y escollos. No posee obras.	Localizada sobre estrán arenoso. No se observa alteración geomorfológica.
Muelle bahía Pelícanos, Puchuncaví	Muelle de 50 m elevado sobre maderos, casi sin uso, en deficientes condiciones.	Localizado sobre estrán arenoso. No se observa alteración geomorfológica.
Caleta Horcón, Puchuncaví	Caleta de pescadores urbana localizada sobre la playa y orientada al norte, con protección de un promontorio rocoso.	Localizada sobre estrán arenoso. No se observa alteración geomorfológica.
Caleta Ventanas, Puchuncaví	Caleta de pescadores urbana localizada en el extremo norte de la playa de Ventanas. No posee obras.	Localizada sobre estrán arenoso. No se observa alteración geomorfológica
Acopio de materiales	Instalación de materiales metalmecánicos y trabajos, constituido por un cerco metálico perimetral y una estructura transversal elevada sobre la línea de costa.	Localizada sobre estrán arenoso y playa. Se observan alteraciones en el transporte sedimentario de la deriva litoral a uno y otro lado de esta instalación.
Tuberías AesGener, Quintero	Tuberías elevadas sobre pilares, de 375 m de largo. Extrae agua de mar para enfriar turbinas del proceso de generación de electricidad de Central Termoeléctrica Ventanas.	Localizada sobre estrán arenoso. No se observa alteración geomorfológica.
Puerto de Ventanas, Quintero	Gran muelle elevado sobre pilares, de 970 m de largo, con 5 sitios de atraque. Destinado principalmente al embarque y desembarque de graneles, concentrados de cobre, carbón y combustibles.	Localizada sobre estrán arenoso. No se observa alteración geomorfológica
Tuberías Oxiquim, Quintero	Tuberías elevadas sobre pilares, de 875 m de largo, destinadas a la transferencia de graneles líquidos, almacenaje, carga y descarga, pudiendo recibir naves de hasta 42.000 tn.	Localizada sobre estrán arenoso. No se observa alteración geomorfológica.
Espigón de pesca	Enrocado para pesca deportiva artesanal	Localizada sobre estrán

de playa La Herradura, Quintero	de 100 m de largo, localizado sobre la línea de costa en la playa de La Herradura.	arenoso. Se observan alteraciones en el transporte sedimentario de la deriva litoral a uno y otro lado del enrocado.
GNL Quintero, Quintero	Muelle elevado de 1.878 m de largo, destinado a la recepción de gas natural licuado, pudiendo recibir naves de 120.000 a 180.000 m <sup>3</sup> de capacidad, con posibilidades de expansión para recibir barcos de hasta 265.000 m <sup>3</sup> .	Localizado sobre estrán arenoso. No se observa alteración geomorfológica.
Caleta Loncura, Quintero	Caleta de pescadores urbana, localizada a sobre la playa, aprovecha la existencia de un tómbolo para su instalación y protección. No posee obras.	Localizada sobre estrán arenoso. No se observa alteración geomorfológica.
Muelle Fach, Quintero	Espigón de cemento de 90 m de largo en el área de protección de la península de Quintero.	Localizado sobre estrán rocoso. No se observa alteración geomorfológica.
Caleta El Manzano, Quintero	Caleta de pescadores urbana en el área de protección de la península de Quintero. Posee un espigón de cemento de 90 m de largo.	Localizada sobre estrán rocoso. No se observa alteración geomorfológica.
Club de yates Quintero, Quintero	Plataforma encementada en área de protección por la península de Quintero.	Localizada sobre estrán rocoso. No se observa alteración geomorfológica.
Caleta Embarcadero, Quintero	Espigón de cemento de 150 m de largo, en área de protección por la península de Quintero.	Localizado sobre estrán rocoso. No se observa alteración geomorfológica
Caleta Papagallo, Quintero	Caleta de pescadores urbana orientada al oeste y localizada sobre playa. No posee obras.	Localizada sobre alta playa No se observa alteración geomorfológica.
Caleta San Pedro, Concón	Caleta de pescadores urbana. Orientada al noreste. Posee una rampa de acceso pavimentada.	Localizada sobre estrán rocoso. No se observa alteración geomorfológica.
Caleta Higuierilla, Concón	Caleta de pescadores urbana orientada al noreste. Posee un espigón rocoso de 130 m y una rampa de acceso pavimentada.	Localizada sobre estrán rocoso. No se observa alteración geomorfológica
Club de yates Higuierillas, Concón	Puerto deportivo orientado al noreste. Posee múltiples instalaciones marinas, espigones y sitios de protección.	Localizada sobre estrán rocoso. No se observa alteración geomorfológica.

Fuente: Recopilación del autor.

El catastro de instalaciones y actividades sobre la línea de costa, muestra que prácticamente no existen alteraciones relevantes expresadas como fenómenos erosivos, aún cuando existe un amplio abanico de actuaciones, desde caletas rurales sin ningún tipo de infraestructura sobre la playa, hasta complejas instalaciones metálicas ligadas a actividades portuario-industriales que se apoyan sobre la playa y/o estrán y que se extienden sobre el océano incluso en varios cientos de metros.

Las alteraciones reconocidas en la bahía de Quintero corresponden a instalaciones de material sólido construidas sobre el estrán y playa, que obstaculizan la dinámica de funcionamiento de la deriva litoral y deriva de playa, significando un adelgazamiento de la playa debido a la erosión.

La erosión de acantilados ocurre de forma natural en aquellos lugares en que se encuentran atacados por el oleaje en su pie. Los acantilados vivos retroceden haciendo eventualmente peligrar por derrumbe las construcciones que se encuentran en su parte alta. El tipo de roca es factor fundamental en esta dinámica, por cuanto pueden verse incrementadas las velocidades de erosión y por lo tanto de retroceso de su perfil, si las rocas son más blandas que otras (Ver Capítulo V).

Las construcciones existentes en los sectores altos, cercanos a las cornisas de los acantilados, representan una sobrecarga adicional de la forma, los desagües o la irrigación de jardines permite la infiltración y eventualmente la alimentación de las napas subterráneas. La construcción de caminos en el frente del acantilado altera su pendiente de equilibrio pudiendo provocar deslizamientos de terreno (Paskoff, 1994).

Los acantilados vivos que se encuentran entre las localidades de Maitencillo y Horcón, elaborados en las areniscas terciarias de la formación Horcón representan la evolución geomorfológica más evidente de este tipo de formas en toda la franja semiárida. Las rocas blandas de estos acantilados son fácilmente erosionables debido al ataque de las olas en su base, al mismo tiempo estos acantilados se encuentran en franco desarrollo inmobiliario el que se observa sobre sus cornisas y caras.

En el sector de caleta Papagallo, al sur de Quintero, los acantilados vivos se encuentran elaborados en rocas plutónicas jurásicas diaclasadas. el ataque del oleaje en la base de estos acantilados ha obligado a construir defensas de contención para defender las construcciones que se encuentran en su parte superior.

Los acantilados muertos presentan una dinámica natural diferente ligada exclusivamente a procesos subaéreos, la estabilidad de las formas se logra por la definición de una pendiente de equilibrio, siendo la vegetación un excelente indicador de esta estabilidad. Las obras de ingeniería, como la construcción de caminos, movimiento de tierras o la ampliación de terrenos con fines de urbanización, pueden reactivar la dinámica geomorfológica de las formas.

Como ha podido observarse, la erosión actual debido a la acción del mar no es relevante en la franja costera semiárida, no representa riesgos extendidos para los asentamientos de la población, salvo en situaciones especiales y localizadas en las que se ha realizado algún tipo de actuación. La costa acantilada tiene velocidades de retrocesos diferenciados de acuerdo a la composición material. Por otra parte la costa arenosa se presenta estable, sólo observándose alteraciones de la dinámica sedimentaria en aquellos casos en que se han construido obras que alteran los parámetros oceanográficos cercanos a la línea de costa.

Castro y Vicuña (1990), identifican las características de los procesos de erosión lineal sobre las planicies litorales en Chile central, concluyendo que si bien corresponden a procesos fundamentalmente antrópicos, se reconoce la participación de varios factores, entre ellos la intensidad de la precipitación, el tipo de material del suelo, la ausencia de vegetación y la topografía.

- **Clima de tipo mediterráneo.** Las precipitaciones invernales, torrenciales y concentradas, actúan sobre suelos desprovistos de vegetación debido a las condiciones de sequedad estival, primero actuando como un fenómeno en manto, para luego concentrarse y definir morfologías lineales sobre el terreno.
- **Naturaleza de las formaciones superficiales.** Corresponden a materiales sueltos o posteriormente consolidados que recubren una roca *in situ* y que pueden soportar un suelo si es el caso. Pueden resultar de la alteración (alteritas), la fragmentación de la roca (regolita), o por el transporte a través de una ladera (George, 1991). En las planicies litorales de Chile central se encuentran formaciones de tipo maicillo (alteritas, producto de la descomposición de rocas cristalinas), depósitos marinos y arenas eólicas, que constituyen materiales fácilmente erosionables, por cuanto son muy homogéneos desde el punto de vista granulométrico y de una muy baja permeabilidad.
- **Destrucción de la vegetación natural.** La vegetación disminuye el impacto de la lluvia, además que facilita su infiltración en el suelo. La pérdida de esta cubierta protectora deja al suelo expuesto al desarrollo del proceso erosivo.
- **Relieve ondulado.** Las planicies constituyen terrenos sinuosos y ondulados que se alejan de una superficie tabular, permitiendo a los procesos de erosión iniciarse con ciertos umbrales de pendiente.

Dos tipos de formas de erosión se reconocen sobre las terrazas litorales y dunas antiguas, una erosión de tipo areal (difusa o en manto), responsable de adelgazar progresivamente los suelos y otra de tipo lineal, expresada en regueras y cárcavas. Ambas corresponden a incisiones verticales del terreno, de algunos centímetros de ancho y profundidad las primeras, y de hasta varios metros las segundas, pudiendo tener hasta varias decenas de metros de longitud.

En el desarrollo del capítulo V hemos podido estudiar las características biofísicas de la costa semiárida. Desde el punto de vista climático, es indiscutible la relación existente entre el clima y el modelado del relieve, presentando importancias diferenciadas de acuerdo al lugar, que se expresan como procesos morfogenéticos que caracterizan un ambiente morfoclimático. Si bien existe una marcada estacionalidad de la precipitación, uno de los aspectos notables dice relación con la enorme variación de los montos totales anuales e interanuales de precipitación en la costa semiárida. Prácticamente en todas las estaciones costeras analizadas la estacionalidad es un factor importante que permite destacar el periodo en el cual se presentan las precipitaciones, hecho que también es evidente en términos de la concentración de la precipitación y los valores a los que es posible llegar.

Las terrazas marinas de la costa semiárida chilena, están formadas por mantos de alteración de rocas cristalinas descompuestas (maicillo), arenas eólicas, o bien por depósitos marinos, todas correspondientes a formaciones superficiales poco consolidadas que favorecen la erosión y el escurrimiento.

Las dunas antiguas se presentan bajo la forma de un relieve ondulado de arenas alteradas no cementadas y con desarrollo de un suelo superficial sobre el que se ha instalado vegetación, aspectos que en conjunto han permitido su estabilización.

La pendiente topográfica constituye una variable de medición objetiva. Diferentes estudios y en diferentes ambientes se han correlacionado el desarrollo de procesos morfogénicos (erosión, movimientos en masa) con determinados umbrales de pendiente (Young, 1972; Andrade y Castro, 1981; Castro y Vicuña, 1990; Castro et al., 1995; Castro et al., 2001; Chávez, 2005). Un umbral de pendiente topográfica puede ser considerado como un punto crítico para que un determinado proceso se desarrolle y por lo tanto manifiesta el potencial de energía interno del relieve.

Sobre las planicies litorales, Castro y Vicuña (1990), establecen que procesos areales de erosión se evidencian alrededor de los 3° de pendiente, las regueras se presentan a partir de los 4° y las cárcavas son frecuentes entre los 8 y 15° de pendiente (Mapa N° 12). Una morfología especial de erosión, denominada bad-lands, ocurre en aquellos casos en que se desarrolla un sistema de cárcavas, conformando una verdadera red de drenaje. En el caso de dunas antiguas, Castro et al. (2001), indican que la presencia de regueras y cárcavas constituyen un indicador de la erosión de terrenos con pendientes sobre 6°. En pendientes superiores, en torno a los 20°, se facilitan procesos de movimientos en masa.

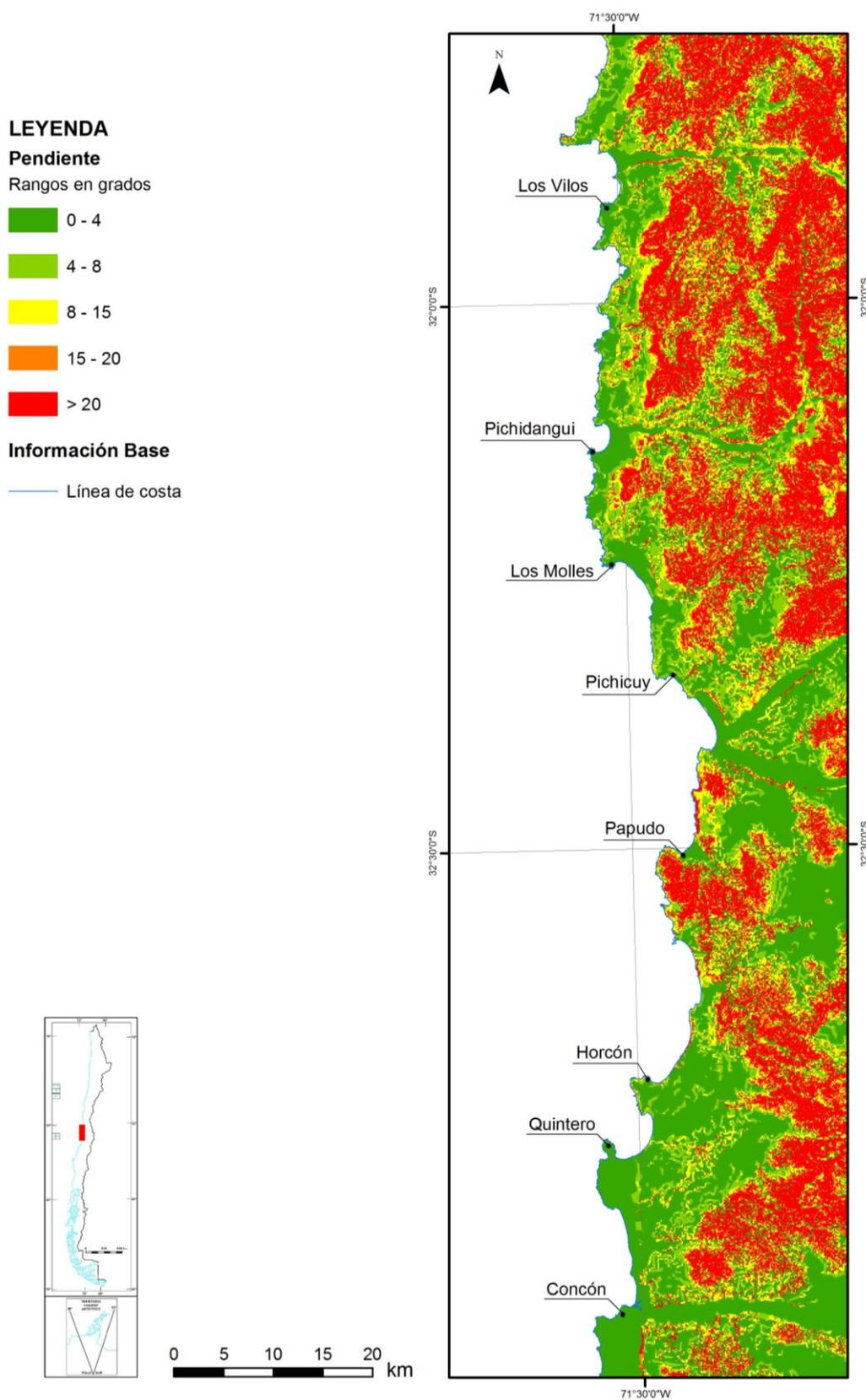
Los factores naturales y actividades humanas tienen una relación indudable en términos del desarrollo de procesos erosivos. Castro y Vicuña (1990) y Castro et al. (2001), identifican una serie de elementos o acciones que los desencadenan y que afecta de forma diferenciada en términos de sus intensidad a planicies litorales y dunas antiguas (Foto N° 26): concentración de flujos de agua debido a la construcción de la ruta costera; desagües y ductos de infraestructura urbana y caminera; calles no pavimentadas con topografía ondulada; cortes artificiales en laderas para la construcción; remoción de vegetación; formación de senderos espontáneos.

Foto N° 26: **Cárcava debido a un desagüe sobre duna antigua, Cachagua.**



Fuente: Belisario Andrade J.

Mapa N° 12: Pendientes en la franja costera semiárida.



Fuente: Autor.

### 9.3.3. Contaminación del agua, del suelo y del aire.

La franja costera semiárida no queda ajena a los problemas de contaminación que se generan, esta situación se encuentra relacionada estrechamente con el rápido crecimiento económico e industrial del país. Las actividades humanas generan desechos que deben ser tratados o dispuestos de forma que no signifiquen una alteración de ecosistemas y no se transformen en problemas para la población.

La institucionalidad ambiental en Chile ha logrado, luego varios años de perfeccionamiento de instituciones y normativas, disminuir el impacto de la polución del agua, del aire y del suelo, a través de la adopción de medidas consideradas como internas, que apuntan a reducir las emisiones, o externas, dirigidas a su tratamiento con el fin de cumplir con las normativas ambientales vigentes.

#### 9.3.3.1. Agua.

De acuerdo a la legislación chilena los servicios de producción y distribución de agua potable, además de los de recolección y de disposición de aguas servidas sólo pueden otorgarse en zonas urbanas o urbanizables. Los servicios sanitarios en Chile se encuentran distribuidos en las 15 regiones del país, abarcando un universo de 15,4 millones de habitantes principalmente urbanos, de los cuales el 95,5% es atendido por empresas privadas y el 4,5% por empresas concesionarias del Estado, municipalidades o cooperativas; totalizando 57 empresas sanitarias (de servicios de agua potable y alcantarillado). A nivel nacional la cobertura de agua potable alcanza el 99,8%, mientras que la de alcantarillado alcanza el 96,1% (Tabla N° 48).

A nivel de país el número de inmuebles servidos se empina por sobre los 4,5 millones de clientes distribuidos en las siguientes categorías:

- Residencial: 4.318.782 (94,4%)
- Comercial: 215.645 (4,7%)
- Industrial: 9.356 (0,2%)
- Otro: 30.668 (0,7%)
- Total país: 4.574.451 (100,0%)

Las áreas rurales son abastecidas por cooperativas o comités de agua potable, no sometidas a las regulaciones urbanas, pero que forman parte del Programa de Agua Potable Rural del Ministerio de Obras Públicas. Bajo este sistema, existen alrededor de 1.600 clientes equivalentes a un total aproximado de 1,8 millones de habitantes en todo el país (SISS, 2011).

Tabla N° 48: Características del sistema de agua potable y alcantarillado en localidades urbanas de la franja costera semiárida.

1	Los Vilos	Pichidanguí	Los Molles	Cachagua	Concón	La Laguna	Papudo	Puchuncaví	Quintero	Zapallar	País
2	5.580	992	821	915	14.449	942	2.713	1.254	7.762	1.150	4.317.977
3	1	0	17	0	50	14	0	0	29	0	8.798
4	5.581	992	838	915	14.499	956	2.713	1.254	7.791	1.150	4.326.775
5	15.894	1.041	828	1.305	39.769	346	3.846	3.458	14.224	1.793	15.395.991

6	15.891	1.041	812	1.305	39.632	341	3.846	3.458	14.171	1.793	15.370.444
7	100,0%	100,0%	98,0%	100,0%	99,7%	98,5%	100,0%	100,0%	99,6%	100,0%	99,8%
8	5.492	417	173	416	13.472	355	2.165	1.132	7.045	604	4.129.541
9	89	575	665	499	1.027	601	548	122	746	546	197.215
10	15.640	438	171	593	36.952	129	3.069	3.122	12.862	942	14.801.478
11	98,4%	42,0%	20,6%	45,5%	92,9%	37,1%	79,8%	90,3%	90,4%	52,5%	96,1%
12	0	416	173	416	13.472	355	2.165	1.132	7.045	604	
13	0	438	171	593	36.952	129	3.069	3.122	12.862	942	
14	15.640	438	171	593	36.952	129	3.069	3.122	12.862	942	
15	5.492	416	173	416	13.472	355	2.165	1.132	7.045	604	
16	0,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

1. Localidad
2. Clientes residenciales de agua potable
3. Inmuebles residenciales no conectados a la red de agua potable
4. Total de inmuebles residenciales
5. Población urbana estimada
6. Población urbana abastecida de agua potable
7. Cobertura de agua potable
8. Clientes residenciales de alcantarillado
9. Inmuebles residenciales no conectados a la red de alcantarillado
10. Población urbana saneada alcantarillado
11. Cobertura de alcantarillado
12. Inmuebles cuyas aguas servidas reciben tratamiento
13. Población urbana cuyas aguas servidas recolectadas recibe tratamiento
14. Población urbana saneada alcantarillado
15. Clientes alcantarillado
16. Cobertura Clientes TAS/Clientes alcantarillado

Fuente: [www.siss.cl](http://www.siss.cl)

En Chile existe un total de 268 plantas de tratamiento de aguas, la mayor parte de los cuales opera mediante la tecnología de lodos activados. Los tipos de sistemas de tratamientos de aguas servidas disponibles en Chile y sus porcentajes de plantas de tratamiento se presentan a continuación (SISS, 2011):

- Lodos activados 55%
- Lagunas aireadas 53%
- Emisario submarino 32%
- Primario + desinfección 13%
- Lagunas de estabilización 8%
- Reactor biológico secuencial 7%
- Zanjas de oxidación 4%
- Lombrifiltro 2%
- Biodisco 1%
- Biofiltro 1%

En el área de estudio de la franja costera semiárida existen cuatro empresas sanitarias, que prestan servicio a una o a varias localidades según se indica. Por otra

parte sólo algunas localidades cuentan con plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) (Tabla N° 49).

- Aguas del Valle: Los Vilos.
- Empresa de Servicios Sanitarios San Isidro S.A. (ESSI): Pichidangui.
- Empresa de Agua Potable Los Molles: Los Molles (Debido a deficiencias del servicio se decretó la caducidad de empresa en el mes de junio de 2012, siendo reemplazada por un administrador provisorio que se encargará de la concesión sanitaria en esta localidad).
- Empresa Sanitaria de Valparaíso S.A. (ESVAL): Concón, Quintero, Puchuncaví, Papudo, Zapallar, Cachagua, La Laguna.

Tabla N° 49: **Sistemas de tratamiento de aguas servidas autorizados.**  
(al 5 de septiembre de 2012)

Empresa	Nombre de Planta	Localidad que atiende	Tipo de tecnología	Cuerpo receptor
ESSSI	PTAS Pichidangui	Pichidangui	Lombrifiltro	Quebrada Seca
ESVAL	PTAS Punta Puyai	Papudo	Lodos activados	Estero Agua Salada
	PTAS Zapallar	Zapallar	Reactor biológico secuencial	Estero Quebrada de Cadillos. Lodos a PTAS La Ligua
	PTAS Cachagua	Cachagua	Lodos activados	Riego jardines y prados Club de Golf. Lodos a PTAS La Ligua
	PTAS La Laguna	La Laguna	Lodos activados	Estero Catapilco - Tranque riego Condominio Costa Cachagua
	PTAS Puchuncaví	Puchuncaví	Lagunas aireadas	Estero Puchuncaví
	ES Quintero	Quintero	Emisario submarino	Mar
	ES Higerillas	Concón Poniente	Emisario submarino	Mar
	ES Concón	Concón Oriente	Emisario submarino	Mar

Fuente: [www.siss.cl](http://www.siss.cl)

La Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) es un servicio dependiente del Ministerio de Obras Públicas encargado de otorgar concesiones de servicios sanitarios; la fijación de tarifas por los servicios de agua potable y alcantarillado; y la fiscalización de la calidad del servicio de las empresas sanitarias y de los establecimientos industriales generadores de riles (residuos industriales líquidos).

La SISS fiscaliza el cumplimiento de normas bajo su competencia además de participar en el Sistema de Evaluación Ambiental. Las normas ambientales en el área de la competencia de la SISS en cuanto a riles son:

- D.S. N° 90, SEGPRES, 2000. Norma que regula todo tipo de descargas a aguas marinas y continentales superficiales.
- D.S. N° 46, SEGPRES, 2002. Norma que regula las descargas de residuos líquidos a aguas subterráneas.
- D.S. N° 609, MOP, 1998. Norma que regula descargas de residuos líquidos a los sistemas de alcantarillado.

De acuerdo a la SISS el siguiente es el catastro de empresas identificadas que poseen descargas de riles en la franja costera semiárida (Tabla N° 50).

Tabla N° 50: **Catastro de empresas con descargas de riles en la franja costera semiárida.**

Establecimiento	Comuna	Norma
Estación de Servicio Copec (Concón)	Concón	D.S. N° 609, MOP, 1998
Estación de Servicio Shell (Concón)	Concón	D.S. N° 609, MOP, 1998
Santa Isabel (Concón)	Concón	D.S. N° 609, MOP, 1998
Supermercado Santa Isabel (Bosques de Montemar)	Concón	D.S. N° 609, MOP, 1998
Pesquera Papudo Ltda.	Concón	D.S. N° 609, MOP, 1998
Estación de Servicio Copec (Quintero)	Papudo	D.S. N° 609, MOP, 1998
Pesquera Parramar	Quintero	D.S. N° 609, MOP, 1998
Sociedad Pesquera Marlimar	Quintero	D.S. N° 609, MOP, 1998
Coca Cola Embonor S.A. (Concón)	Concón	D.S. N° 90, SEGPRES, 2000
Lipigas S.A. (Concón)	Concón	D.S. N° 90, SEGPRES, 2000
Hidroeléctrica La Higuera S.A. (Central de Respaldo El Colmito)	Concón	D.S. N° 90, SEGPRES, 2000
Copec S.A. (Planta Concón)	Concón	D.S. N° 90, SEGPRES, 2000

Fuente: [www.siss.cl](http://www.siss.cl)

La disposición de desechos líquidos en la franja costera semiárida requiere indudablemente de una delicada atención. Si bien todas las localidades analizadas poseen coberturas de agua potable superiores al 98%, el promedio de cobertura de alcantarillado para la franja semiárida es de sólo 64,95%, muy por debajo del promedio del país que llega al 96,1%, en este sentido son críticos los caos de Pichidangui, Los Molles, Cachagua y La Laguna con una cobertura de alcantarillado bajo el 50%.

Las plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) utilizan tecnologías variadas en la franja costera semiárida así como también variado es el cuerpo receptor de las aguas tratadas. En este sentido interesante es destacar que dos de las localidades costeras con mayor población de la franja semiárida, Quintero y Concón, vierten sus aguas de desecho tratadas al mar a través de emisarios submarinos. Por

otra parte la localidad de Los Vilos no posee una planta de tratamiento de aguas, vertiendo sus desechos directamente al mar.

Un exiguo número de establecimientos se encuentran en el catastro de la SISS como empresas que generan desechos líquidos tanto a sistemas de alcantarillado como a aguas superficiales. Sin embargo las mediciones realizadas a ellos arrojan como resultado cumplimientos permanente de las normas ambientales.

### **9.3.3.2. Suelo.**

Chile no está ajeno a la preocupación que significa la contaminación de los suelos. La importancia del desarrollo urbano, las características esencialmente mineras del territorio y la actividad agrícola lo hacen muy proclive a que se produzcan este tipo de problemas ambientales. La Comisión Nacional del Medio Ambiente (2009) identifica y detalla las principales actividades con impactos negativos sobre el suelo:

- En cuanto a la minería, las descargas, producto de sus procesos y actividades son altamente tóxicas, especialmente en aquellos sitios en donde ellas son acumuladas. Unas de las principales características es la larga persistencia de su residencia en los suelos. Así los tranques de relave de faenas mineras abandonadas constituyen uno de los principales elementos en los que se debe prestar atención.
- La industria forestal protege a la madera aserrada del efecto nocivo de hongos que afectan su resistencia y coloración. Muchos de los compuestos químicos que se les aplican, de alta toxicidad, son solubles al agua y llegan directamente al suelo descubierto.
- Estaciones de servicio de combustible, sus actividades incluyen venta y cambio de combustibles y servicios de lavado de maquinas y vehículos. Los residuos generados contienen altas dosis de aceites, grasas, detergentes e hidrocarburos entre otros muchos desechos. Las actividades de las estaciones de servicio incluyen también el transporte y el almacenamiento de líquidos.
- El relativo aislamiento biogeográfico del país, y la mantención de barreras fitosanitarias ha evitado que el país sea vulnerable a la propagación de plagas, ello ha significado un menor uso de plaguicidas.

El Ministerio del Medio Ambiente (2012), en su informe anual, destaca que además de las causas actuales de contaminación de los suelos, deben agregarse aquella generadas en épocas pasadas, ocurrida bajo escenarios que no exigían una mayor preocupación ambiental, como el abandono de faenas mineras, o bien el uso de compuestos hoy considerados como peligrosos, como el pentaclorofenol en actividades forestales.

El Centro de Análisis de Políticas Públicas (2010) al referirse a la contaminación de los suelos en Chile, indica que es el empleo de pesticidas organoclorados en el control de plagas de cultivos y el riego con aguas con metales pesados provenientes de la minería, o utilizadas en procesos industriales, los que han afectado la calidad química de los suelos. En cuanto a los primeros, la información es incompleta, sin embargo afirma que estos compuestos que disminuyen de norte a sur del país, presentándose altos valores en la región de Valparaíso.

Respecto de los segundos, el impacto está asociado al uso en riego de aguas de actividades mineras o industriales, no tratadas y descargadas a los cauces. En este caso se afirma que el cobre es uno de los minerales más comunes en los suelos del país, debido a los residuos que deja la minería y que son transportados por los ríos (Tabla N° 51).

Tabla N° 51: **Contenidos totales promedio de sustancias mineras en los estratos superficiales del suelo.** (mg/kg ss)

Río (Región)	Cobre	Plomo	Cinc	Cadmio	Arsénico	Manganeso	Molibdeno
Huasco (III)	31	15	81	<2,5		739	<10
Elqui (IV)	87	31	179	<2,5		876	<10
Limarí (IV)	65	33	92	<2,5		-	<10
Ligua (V)	72	8	81	0,19	8,2	-	-
Aconcagua (V)	128	56	29	0,3		-	-
Puchuncaví (V)	543	53	95	0,91	43,3	-	-
Mapocho (RM)	197	29	150	1,02		-	<10
Maipo (RM)	72	24	107	0,45		921	<10
Cachapoal (VI)	427	26	136	<5		678 (rib.N) 726 (rib.S)	<10 <10
Tinguiririca (VI)	54	20	95	<3		687	<10
Mataquito (VII)	38	18	82	<1		696	<10
Maule (VII)	28	21	65	<1		688 (rib.N) 702 (rib.S)	<10 <10
Biobío (VIII)	31	16	67	<1		957	<10
Simpson (IX)	13	-	50	<1		888	<5

Fuente: SAG & Uchile, 2005, en Centro de Análisis de Políticas Públicas, 2010.

Los vertederos constituyen una manifestación dual de un problema. Existen los vertederos legales a los que les son exigidos el cumplimiento estricto de normas, y vertederos ilegales, localizados generalmente en las cercanías de canales y ríos, al costado de bermas de caminos o líneas de ferrocarril, en sectores periféricos o marginales o bien en terrenos baldíos, y que reciben cualquier tipo de residuos, involucrando problemas de olores, vectores sanitarios, además de la contaminación de suelos y aguas.

La Ley N° 19.300 de Bases del Medio Ambiente entrega la tipología de proyectos que deben ser sometidos a las normativas ambientales que tengan entre otros elementos efectos adversos sobre la población o sobre los recursos naturales, entre ellos se encuentran la instalación de vertederos.

En el año 2009 se aprobó por el entonces Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) la "Política nacional para la gestión de sitios con presencia de contaminantes". Esta política define a estos sitios como aquellos

lugares delimitados donde se encuentran evidencias de la existencia de contaminantes que puedan significar riesgo para la salud humana o al medio ambiente. Esta política surge por la necesidad de identificar y controlar sitios contaminados y que complementa la "Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2005) y la Política Nacional de Seguridad Química (2008).

En esta política nacional se identifican como causas que dan origen a suelos o aguas subterráneas contaminadas:

- Deficiente gestión de residuos: vertidos incontrolados, acumulaciones incorrectas.
- Deficientes prácticas en instalaciones industriales: fugas, incorrecto almacenamiento.
- Accidentes en el transporte o almacenamiento de productos químicos.
- Emisión de contaminantes al aire que luego caen y son infiltrados en el suelo.

En la franja costera semiárida dos son los casos que tienen importancia desde el punto de vista de la contaminación sobre los suelos: la gestión de desechos, y el problema de la contaminación en la bahía de Quintero-Ventanas. Este último caso se verá más adelante, dado el impacto integrado del problema de contaminación que representa.

A nivel de país, más del 60% de los residuos se disponen en rellenos sanitarios bajo normas ambientales definidas. La política de gestión integral de residuos sólidos tiene como filosofía evitar la generación de residuos, minimizarlos si esto no es posible (reducir, reciclar, reutilizar), o bien tratarse si esto último no es factible. De este modo la disposición final debiese ser la última alternativa. Las municipalidades son las encargadas de la gestión de los desechos domiciliarios, sin embargo ven constantemente trabas en su responsabilidad debido a vacíos legales, deficiencias institucionales o económicas o bien por ausencia de instrumentos y criterios que integren la planificación territorial con la sustentabilidad ambiental. Por otra parte, con respecto los residuos no domiciliarios, de responsabilidad de los propios generadores, han existido problemas asociados al rol que le compete a la autoridad para crear condiciones de mercado para facilitar su gestión (CONAMA, 2005).

La información referente a la generación, recolección y disposición de residuos sólidos municipales es deficiente, dispersa y escasa para el área de estudio. La CONAMA (2010) estima una cifra de 6,5 millones de toneladas de residuos sólidos municipales para el año 2009 en todo el país, representando un incremento de 28% respecto del año 2000. Por otra parte, indica que aproximadamente 333.000 toneladas fueron dispuestas en sitios no autorizados o basurales. La Tabla N° 52, entrega una estimación de los residuos generados en la franja costera semiárida, considerando el número de habitantes existentes.

Tabla N° 52: **Generación de residuos sólidos municipales y estimación para las localidades costeras de la franja costera semiárida.**

Comuna	Generación de residuos ton/año (año 2009)	Población comunal (año 2002)	Residuos por habitante (kg/año)	Población en localidades costeras (año 2002)	Residuos en localidades costeras (ton/año)
Los Vilos	3.959	17.453	226,8	13.176	2.988,3
La Ligua	12.550	31.987	392,3	1.261	494,7
Papudo	1.827	4.608	396,5	4.343	1.722,0
Zapallar	2.336	5.659	412,8	2.958	1.221,1
Puchuncaví	5.299	12.954	409,1	11.731	4.799,2
Quintero	8.461	21.174	399,6	18.719	7.480,1
Concón	18.218	32.273	564,5	31.558	17.814,5
TOTAL				83.746	36.519,9

Fuente: CONAMA, 2010; INE, 2012.

A nivel de país, la generación de residuos per cápita para el año 2009 fue de 383,25 kg/año. A excepción de la comuna de Los Vilos, todas las comunas de la franja costera semiárida superan este valor, obteniéndose un total de 36.519,9 tn/año para el total de localidades la franja costera semiárida consideradas en esta investigación, equivalentes a 436,1 kg/año por habitante.

En la actualidad, la autoridad tiene como política materializar el cierre gradual de los vertederos existentes para ser reemplazados por rellenos sanitarios en donde se realice una adecuada gestión del desecho. La situación actual de los vertederos de la franja costera semiárida se muestra en la Tabla N° 53.

Tabla N° 53: **Situación actual de los vertederos de la franja costera semiárida.**

Nombre relleno o vertedero	Características
Vertedero de Los Vilos	Recibe los residuos de las localidades de Los Vilos y Pichidangui. En funcionamiento desde el año 1997. Ocupa una superficie de 2 ha. Se estima que recibe un promedio de 7.500 tn/año.
Vertedero de Papudo	Cerrado. Recibía los residuos sólidos de las comunas de La Ligua, Papudo y Zapallar, esta última comuna envía sus desechos al relleno sanitario Loma Los Colorados en la comuna de Tiltil, en la Región Metropolitana de Santiago.
Vertedero de Longotoma	Cerrado.
Vertedero de Quintero	Vertedero municipal sin autorización sanitaria. Ingresó al SEA como proyecto para su cierre, pero fue rechazado en enero de 2011 por no cumplir con las normativas referentes a

	condiciones sanitarias y de seguridad básica de los rellenos sanitarios. El botadero tiene una superficie de 11,17 ha en una superficie total del predio de 50,8 ha. Se estima una recepción de 10.920 tn/año al 2011.
Vertedero Puchuncaví	El proceso de cierre, sellado y manejo fue aprobado por el SEA en 2010. Entró en funcionamiento en el año 1993 recibiendo los residuos domiciliarios y asimilables a urbanos. Fue autorizado por el Servicio de Salud de Viña del Mar-Quillota por Resolución 2086 de 11.jun.1993 Superficie 7,23 ha.

Fuente: Recopilación del autor.

Los costos de transporte y de disposición sumado al aumento progresivo del volumen de desechos ha permitido surgir dos alternativas. En primer lugar que se produzcan convenios de asociatividad entre municipalidades, como el que existe entre los municipios de Puchuncaví, Concón y Quintero, que acopian sus desechos en un mismo vertedero y en segundo término los proyectos de creación y establecimiento de centros modernos de disposición de desechos. En este sentido se presenta como una alternativa modelo el “Centro de Tratamiento y Disposición Final para Residuos Sólidos Domiciliarios y Residuos Sólidos Asimilables a Domiciliarios”, Relleno Sanitario El Molle, situado inmediatamente al sur de la ciudad de Valparaíso en el sector del camino La Pólvora y que cumpliera las normativas ambientales del Sistema de Evaluación Ambiental (SEA).

Este se constituye como el primer relleno sanitario de la región de Valparaíso, generando una intervención en una superficie de 35 ha, con una inversión inicial de 6 millones de dólares y una vida útil de 18 años. Su construcción comenzó en el mes de agosto de 2012 (<http://seremi5.redsalud.gob.cl/?p=4707>).

La normativa respecto de la disposición de desechos se centra en unos pocos instrumentos específicos:

- D.F.L. N° 725, Código Sanitario, 1967.
  - Artículo 80: Corresponde al Servicio Nacional de Salud autorizar la instalación y vigilar el funcionamiento de todo lugar destinado a la acumulación, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase.
  - Artículo 11: sin perjuicio de las responsabilidades del Servicio Nacional de Salud, le corresponde a las municipalidades:
    - Proveer a la limpieza y a las condiciones de seguridad de sitios públicos, de tránsito y de recreo.
    - Recolectar, transportar y eliminar por métodos adecuados, a juicio de la autoridad sanitaria, las basuras, residuos y desperdicios que se depositen o produzcan en la vía urbana.
- D.S. N° 685, Ministerio de Relaciones Exteriores, 1992.
  - Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.
- D.S. N° 594, Ministerio de Salud, 2000.
  - Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

- D.S. N° 148, Ministerio de Salud, 2004.
  - Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos.
- Ley N° 18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades, 2006.
  - Artículo 3
    - f) Las Municipalidades tienen la función privativa de prestar el servicio de aseo y ornato de la comuna.
- D.S. N° 45, Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2007.
  - Establece norma de emisión para incineración y co-incineración.
- D.S. N° 189, Ministerio de Salud, 2008.
  - Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básica en los rellenos sanitarios.
- D.S. N° 4, Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2009.
  - Reglamento para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas.
  -
- D.S. N° 6, Ministerio de Salud, 2009.
  - Reglamento sobre manejo de residuos de establecimientos de salud.

A estas normas se pueden agregar otras que se relacionan directamente con los impactos sobre el suelo:

- Decreto Supremo N° 78, Ministerio de Salud, 11 de septiembre de 2010.
  - Reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas.
- D.S. N° 41, Ministerio de Minería, 2012.
  - Reglamento de la ley de cierre de faenas e instalaciones mineras.

Se elabora también el anteproyecto de Ley que incluye un instrumento de gestión de residuos denominado “Responsabilidad extendida del productor” (Ministerio del Medio Ambiente, 2012).

### **9.3.3.3. Aire**

Sin lugar a dudas la contaminación sobre el sistema atmosférico es el que tradicionalmente ha ocasionado una mayor conmoción sobre la población. El Centro de Análisis de Políticas Públicas (2010), caracteriza el país de acuerdo a las emisiones a la atmósfera y los problemas de contaminación que significan:

- **Zona norte:** emisiones de material particulado, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno de fuentes mineras y centrales termoeléctricas.
- **Zona central:** emisiones de material particulado y ozono provenientes de la actividad industrial, fuentes móviles, emisiones residenciales y centrales termoeléctricas.
- **Zona sur:** emisiones de material particulado proveniente del consumo de leña para calefacción domiciliaria.

El Ministerio del Medio Ambiente (2012), señala como las principales causas de: muertes prematuras, enfermedades cardiorespiratorias, además de efectos ambientales como disminución de la visibilidad, daño a materiales y daños e impactos sobre la flora y fauna; elevadas concentraciones de material particulado (MP<sub>10</sub> y MP<sub>2,5</sub>), ozono troposférico (O<sub>3</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y plomo (Pb).

Las primeras normas de emisión y calidad del aire se dictan en 1961 y 1978 (D.S. N°144 y Resolución N° 1.225, del MINSAL). En la actualidad existen normas de calidad ambiental de alcance nacional para estos contaminantes. Estas normas establecen las concentraciones y periodos máximos y mínimos permisibles de estos compuestos.

Desde otro punto de vista, las emisiones de contaminantes pueden ser clasificadas de acuerdo a su origen en fuentes fijas (quema de combustibles por actividades industriales, generación energética y calefacción, incendios forestales), móviles (emisiones de gases de escape de vehículos y desgaste de frenos y neumáticos) y fugitivas (emisiones no canalizadas a partir de calles pavimentadas y sin pavimentar, emisiones a partir de la demolición de construcciones, etc.).

A partir de la promulgación de la Ley N° 19.300, se intensificó la preocupación para enfrentar los problemas de contaminación y de calidad del aire que incluyeron normas de emisión y planes de prevención y descontaminación; indudablemente a esto ayudaron las evidencias de los graves problemas de contaminación del aire de la ciudad de Santiago. Actualmente en Chile existen varias normativas de emisión para fuentes fijas y móviles:

- D.S. N° 165, Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 1999.
  - Establece norma de emisión para la regulación del contaminante arsénico emitido al aire.
- D.S. N° 75, Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2008.
  - Modifica norma de emisión para la regulación del contaminante arsénico emitido al aire
- D.S. N° 167, Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2000.
  - Establece norma de emisión para olores molestos (compuestos sulfuro de hidrógeno y mercaptanos: gases TSR) asociados a la fabricación de pulpa sulfatada.
- D.S. N° 13, Ministerio del Medio Ambiente, 2011.
  - Establece norma de emisión para centrales termoeléctricas
- D.S. N° 66, Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2010.
  - Revisa, reformula y actualiza plan de prevención y descontaminación atmosférica para la Región Metropolitana
- D.S. N° 4, Ministerio de Salud, 1992.
  - Establece norma de emisión de material particulado a fuentes estacionarias puntuales y grupales
- D.S. N° 54, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 1994.
  - Establece normas de emisión aplicables a vehículos motorizados medianos que indica.
- D.S. N° 55, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 1994.
  - Establece normas de emisión aplicables a vehículos motorizados pesados que indica
- D.S. N° 104, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2000.
  - Establece norma de emisión para motocicletas.

- D.S. Nº130, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2002.
  - Establece norma de emisión de monóxido de carbono (CO), hidrocarburos totales (HCT), hidrocarburos no metánicos (HCNM), metano (CH<sub>4</sub>), óxidos de nitrógeno (NOX) y material particulado (MP) para motores de buses de locomoción colectiva de la ciudad de Santiago.
- D.S. Nº 211, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 1991.
  - Normas sobre emisiones de vehículos motorizados livianos.
- D.S. Nº 149, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2007.
  - Establece norma de emisión de NO, HC y CO para el control del NOX en vehículos en uso, de encendido por chispa (ciclo otto), que cumplen con las normas de emisión establecidas en el D.S. Nº 211 de 1991 y D.S. Nº 54 de 1994.
- D.S. Nº 4, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 1994.
  - Establece normas de emisión de contaminantes aplicables a los vehículos motorizados y fija los procedimientos para su control.

Debido a las especiales características climáticas de la franja costera chilena, los problemas ambientales asociados a la contaminación del aire son más bien escasos. La permanencia de los vientos al acercarse a la costa desde el océano, mantienen permanentemente “limpio” el aire litoral de Chile.

El único caso realmente relevante como problema ambiental asociado al aire, es el que se produce en la bahía de Quintero, en el Complejo Industrial Las Ventanas, también conocido como Parque Industrial de Ventanas, lugar que desde la década de los años cincuenta constituye un sitio para el emplazamiento de actividades de tipo industrial.

En el año 1950 comienza la construcción del plantel industrial Ventanas de la Empresa Nacional de Minería, debido a la presencia de agua, la cercanía de los puertos de Quintero y Valparaíso, y la equidistancia a los centros y proyectos mineros de la época.

En la actualidad, existen cerca de 20 empresas e industrias que se localizan en esta área constituyendo un polo industrial consolidado y reconocido a nivel nacional e internacional:

- AES Gener S.A., constituida por tres centrales termoeléctricas Ventanas 1 (inicio de operaciones en 1964, turbinas de carbón-vapor y una potencia de 120,0 MW); Ventanas 2 (inicio de operaciones en 1977, turbinas de carbón-vapor y una potencia de 220,0 MW); y Nueva Ventanas (inicio de operaciones en 2010, turbinas de carbón-vapor y una potencia de 272,0 MW) (AES Gener, 2011).
- Cemento Melón S.A., industria de producción y comercialización de cemento y productos asociados; la construcción de la planta localizada en Ventanas finalizó en el año 2011 (Melón, 2011).
- Gasmar S.A. Compañía dueña del terminal de embarque, desembarque y almacenamiento de graneles líquidos y gases licuables, así como de su compra, venta y transporte. Cuenta con cuatro estanques refrigerados de GLP (Gases licuados del petróleo) uno de 10.000, dos de 20.000 y uno de 35.000 m<sup>3</sup> cada uno y un sistema de carga y descarga en el muelle, con capacidades para enviar

por oleoducto, despechos hacia Santiago o cargar camiones repartidores ([www.gasmar.cl](http://www.gasmar.cl)).

- Puerto de Ventanas, principal puerto privado de la zona central del país, cuenta con un terminal ferroviario al interior de sus instalaciones. Es el puerto más cercano de la ciudad de Mendoza, Argentina distante a 320 km. Contempla 4 sitios de atraque con capacidades para recibir naves de hasta 70.000 tn, con calados máximos de 14,3 m. Además cuenta con un depósito aduanero para graneles, bodegas y patios de acopio (Puerto Ventanas S.A. 2011).
- Codelco División Ventanas, complejo industrial que incluye una fundición y una refinera de cobre, además de una planta de metales nobles que produce oro y plata. Su construcción se inició a finales de 1950 y fue inaugurada en 1964. Tiene una capacidad de fundición de 115.000 tn métricas de cobre fino (lugar número 38 a nivel mundial); 220.000 tn métricas de ánodos (refino a fuego) y 380.000 tn/año (ácido sulfúrico). Por otra parte tiene una capacidad de refinera de cobre electrolítico de 402.000 tn métricas de fino/año (lugar número 7 a nivel mundial).
- Oxiquim S.A, Es una empresa que se dedica a la fabricación de resinas, a la distribución de productos químicos para la industria y la minería y a los servicios de almacenaje, carga y descarga de naves de graneles líquidos en sus terminales marítimos, uno de los cuales se ubica en la bahía de Quintero. Este terminal cuenta con un terminal marítimo, con un muelle que puede recibir naves de hasta 42.000 DWT, 225 m de eslora y un calado de 12,4 m. Cuenta con 30 estanques con capacidades que van desde 160 a 12.000 m<sup>3</sup>. Por este terminal se transfieren alrededor de un millón de tn al año, siendo los principales productos los combustibles limpios y químicos como ácido sulfúrico y soda cáustica ([www.oxiquim.cl](http://www.oxiquim.cl)).
- Enap, empresa que posee una planta de regasificación de GNL (gas natural licuado), destinada a procesar 2,5 millones de tn de m<sup>3</sup> por año de GNL. Produce unos 10 millones de m<sup>3</sup> de gas natural por día, los cuales se inyectan a la red de gasoductos para la distribución en la zona central de Chile. Entre otros países el GNL proviene de Trinidad y Tobago, Guinea Ecuatorial, Egipto y Argelia, entre otros. Fue inaugurado en el mes de octubre de 2009. ([www.enap.cl](http://www.enap.cl)).
- Comercial Catamutún S.A.. Empresa dividida en dos áreas, la división de vapor y la división carbón esta última está dedicada a la importación, distribución y cribado de carbón térmico y actividades relacionadas. En el puerto de Ventanas tiene uno de los terminales que puede descargar 40 a 55.0000 tn a ritmos de entre 8 y 15.000 tn diarias. Con una capacidad de almacenamiento de 150.000 tn en cada terminal.
- Otras empresas son Copec (que mantiene en operación una planta de lubricantes donde se realiza el calentamiento de fluidos), Shell, Endesa, Epoxa y Pacsa (Terminal de combustible y asfalto).

El conflicto ambiental en la zona de la bahía de Quintero-Ventanas-Puchuncaví, ligado a aspectos económicos (pérdida de productividad de cultivos, falta de mercados), poblacionales (disminución progresiva de la población rural que migra hacia otros lugares), y de la salud de la población (problemas respiratorios), se arrastra prácticamente desde inicios de la instalación de las principales industrias en el

área; en un constante enfrentamiento entre la comunidad cercana y las empresas que progresivamente han ido ocupando esta zona, específicamente la fundición y la planta termoeléctrica, en lo que pasado a denominarse el conflicto ambiental de Puchuncaví.

Ya en el año 1993 estas dos empresas presentaron y se obligaron a un plan de descontaminación aprobado por D.S. N° 252, 1992 del año 1993, que fijaba un cronograma de reducción de emisiones de SO<sub>2</sub> y MP<sub>10</sub>, con metas de emisión a los años 1998 y 1999.

En la actualidad, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) es el organismo encargado de llevar adelante los planes y normas dictados conforme a la ley N° 19.300, entre ellos se encuentran las normas de calidad, las normas de emisión y los siguientes planes de prevención y descontaminación existentes en la actualidad, entre los que se encuentra el del Complejo Industrial las Ventanas (Tabla N° 54).

Tabla N° 54: **Planes de prevención y descontaminación en Chile.**

<b>Materia</b>	<b>Norma</b>	<b>Fecha de publicación</b>
Señala los procedimientos técnicos y normas que deberán cumplir el estado, la Compañía Minera Disputada de Las Condes S.A. y otras fuentes emisoras, para evitar la contaminación atmosférica por el anhídrido sulfuroso en el área circundante de la Fundición de Chagres.	D.S. N° 28, Ministerio de Agricultura.	5 de junio de 1991.
Aprueba plan de descontaminación del complejo industrial Las Ventanas propuesto conjuntamente por la Empresa Nacional de Minería, Fundición y Refinería Las Ventanas y la Planta Termoeléctrica de Chilgener S.A.	D.S. N° 252, Ministerio de Minería.	2 de marzo de 1993.
Aprueba plan de descontaminación de la División Chuquicamata de Codelco-Chile.	D.S. N° 32, Ministerio de Minería	9 de julio de 1993.
Aprueba plan de descontaminación de la fundición Hernán Videla Lira de Enami.	D.S. N° 180, Ministerio Secretaría General de la Presidencia.	9 de enero de 1995.
Establece plan de descontaminación para las localidades de María Elena y Pedro de Valdivia.	D.S. N° 164, Ministerio Secretaría General de la Presidencia.	4 de mayo de 1999.
Establece plan de descontaminación para la zona circundante a la Fundición de Potrerillos de la División Salvador de Codelco Chile.	D.S. N° 179, Ministerio Secretaría General de la Presidencia	14 de junio de 1999.
Establece nuevo plan de descontaminación para la zona circundante a la Fundición Chuquicamata de la División Chuquicamata de Codelco Chile.	D.S. N° 206, Ministerio Secretaría General de la Presidencia.	4 de octubre de 2001.
Reformula y actualiza plan de prevención y descontaminación atmosférica para la Región Metropolitana.	D.S. N° 58, Ministerio Secretaría General de la Presidencia.	29 de enero de 2004.

Fuente: [www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl); [www.leychile.cl](http://www.leychile.cl).

Debido a los altos índices de contaminación, el Ministerio de Agricultura, a través del D.S. N° 346 de 1993, declaró **zona saturada** por anhídrido sulfuroso y material particulado respirable la zona circundante al complejo, estableciendo claramente los límites territoriales involucrados (Figura N° 55). Una zona saturada es aquella en la que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas. Según el artículo N° 43 de la ley N° 19.300, el primer requisito para el desarrollo de un plan de descontaminación o de prevención es la declaración de una zona saturada con límites perfectamente definidos.

Figura N° 55: Límite de zona saturada en torno al área del Complejo Industrial Las Ventanas.



Fuente: [www.redmonitoreoventanas.cl](http://www.redmonitoreoventanas.cl).

Las empresas Codelco Ventanas y AES Gener, debieron considerar medidas estructurales a través de la instalación de precipitadores, disminución de los contenidos de azufre y ceniza, implementación de una planta de ácido sulfúrico y de un horno eléctrico. Por otra parte las empresas debieron presentar el proyecto de una red de monitoreo continuo con el objeto de medir las concentraciones de  $\text{SO}_2$  y PM respirable en la zona circundante.

La red consta de 6 estaciones de monitoreo distribuidas al interior del polígono que delimita la zona saturada, las que son de propiedad y mantenidas por estas empresas: Quintero, La Greda, Puchuncaví, Los Maitenes, Valle Alegre y Sur. La información es accesible en línea directa y de forma pública desde [www.redmonitoreoventanas.cl](http://www.redmonitoreoventanas.cl).

Estas medidas contribuyeron a la reducción de material particulado. A partir del año 2000, las emisiones se encuentran bajo las 1.500 tn/año (equivalentes al 37,5% de las emisiones autorizadas por el plan de descontaminación; las emisiones medidas en el año 1994 equivalieron a 26.705 tn/año); y de SO<sub>2</sub>; a partir del año 2000, las emisiones son menores a 40.000 tn/año (equivalentes a un 32% de las emisiones del año 1996) (Comité Técnico del Aire, 2007).

El creciente interés mundial en la creación de registros de contaminantes llevó a Chile a que a partir del año 2002 se evaluara la incorporación de los Registros de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) en la gestión ambiental. Este interés se materializó en un estudio llevado a cabo durante el año 2003, y que tuvo como resultados la identificación de los usos de RETC y la infraestructura disponible para su implementación. En la actualidad RETC entrega información en un sitio web público que contiene una base de datos que permite capturar, ordenar y difundir la información sobre emisiones, residuos y transferencias de contaminantes, tanto de fuentes fijas como de fuentes móviles para emisiones al aire, agua y transporte de residuos peligrosos para tratamiento o disposición final (Ministerio del Medio Ambiente, 2011).

Varias empresas, en conjunto con varios organismos públicos de estas suscribieron un “Acuerdo de Producción Limpia”, cuyo objetivo esencial apunta a la reducción de la contaminación y el incremento de la eficiencia productiva, a través de la incorporación de tecnologías que tiendan a la reducción de emisiones en los procesos productivos, implementación de programas de eficiencia energética y de producción limpia, acciones de responsabilidad social, de protección de la biodiversidad y de mejora de la información para el control de las emisiones atmosféricas, entre otros aspectos (Gobierno de Chile et al., 2011). Este acuerdo define acciones específicas para cada empresa firmante del documento.

Las complejas aristas del problema ambiental en la zona de Quintero-Ventanas-Puchuncaví, llevó a que el día 6 de abril de 2011 la Cámara de Diputados del Parlamento chileno aprobara una solicitud para que la Comisión de Recursos Naturales, Bienes Nacionales y Medio Ambiente, investigara con el objeto de analizar y determinar la participación de Codelco y sus empresas asociadas en la contaminación ambiental de este sector, junto a las medidas adoptadas durante los últimos 20 años y que han tenido como fin reducir los niveles de contaminación. Esta moción presentada sucedió algunos días después de ocurrido el incidente ambiental de la División Ventanas de Codelco el día 23 de marzo de 2011, en el cual por fallas de los equipos, los gases fueron emitidos directamente al ambiente sin ningún tipo de proceso y debido a las especiales condiciones meteorológicas de ese día, fueron trasladadas a baja altura a zonas donde se encuentra localizada la población.

Entre las conclusiones del mencionado informe se afirma que, si bien se han cumplido las metas de emisiones, hay estaciones de la red de monitoreo que mantienen estados de alerta en algunos de los parámetros de medición, específicamente en lo señalado a las normas secundarias de calidad del aire. Sin embargo señala que el plan de descontaminación implementado en el año 1992 se refiere sólo a dos empresas, siendo que en la actualidad se encuentran 17 empresas diferentes, lo que ha sido posible debido entre otros aspectos a los permisos otorgados en base al Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso, vigente desde 1965 y a las modificaciones aprobadas en los años 1984, 1987, 1998 y 2002.

Si bien en la actualidad, continúa el mismo informe, no existe un estudio oficial acerca de los impactos asociados al funcionamiento del complejo industrial, se evidencian fenómenos de contaminación por MP y SO<sub>2</sub> en el aire y en el suelo, entre los que se encuentran metales pesados como arsénico, cobre, selenio, mercurio, cromo y plomo. Residuos contaminantes en la bahía de Quintero producto de las emisiones y desechos arrojados directamente en la zona litoral y contaminación de la mayoría de los recursos marinos como locos, lapas y erizos. 144 ex trabajadores de Enami han fallecido de acuerdo a los registros, 60 por infartos al miocardio, 35 por cáncer y otros debidos a accidentes laborales. Impactos sobre la agricultura, la pesca artesanal y el turismo.

El informe es claro en indicar la responsabilidad del Estado en la contaminación histórica del área de la bahía de Quintero, no solamente por los efectos de la operación de la fundición de Codelco, sino también por efectos de la permisividad de organismos del Estado que han autorizado el funcionamiento de las empresas sin considerar aspectos de responsabilidad social empresarial. Por otra parte, sigue, critica la falta de compromiso de los municipios en la sensibilización de las autoridades respecto de los daños que las empresas provocan sobre el medio ambiente, así como faltas a los procedimientos establecidos en cuanto a la otorgación de permisos de edificación y de patentes de funcionamiento.

#### **9.3.4. Degradación de la vegetación y reactivación dunaria.**

Paskoff y Manríquez (1997), señalan que la degradación de la vegetación natural es el rasgo más notable de la alteración del medio en la franja costera chilena, la que habría comenzado a expresarse a partir de la época colonial, en que comienzan a desarrollarse las actividades agropecuarias de manera sistemática y extensiva. Así, afirman que en la región de Valparaíso la degradación de la vegetación nativa de tipo esclerófila, que se encontraba en las terrazas litorales, sin considerar aquellos lugares en donde actualmente existe desarrollo urbano, terrenos de cultivo o plantaciones forestales de pino o eucalipto, ha dado paso a formaciones de espinal (*Acacia caven*). Por otra parte, en la región de Coquimbo, las actividades pastoriles y el roce han degradado la vegetación litoral.

El Plan Regional de Desarrollo para la Región de Coquimbo (IGM, 1988), atendiendo a la dotación y aprovechamiento de los recursos naturales existentes, define para la franja costera semiárida una aptitud forestal, ganadera y pastoril de temporada. La semiaridez característica de esta área, las abundantes neblinas litorales y las actividades humanas tradicionales favorecen esta definición.

En la región de Coquimbo, la tenencia de la tierra en espacios rurales se encuentra organizada en **comunidades agrícolas**. Corresponden a una forma especial de propiedad y tenencia de terrenos rurales, en la que la tierra permanece sin división en un grupo de propietarios llamados comuneros. Esta forma de tenencia, ocurre sobre suelos de escasa productividad agrícola. Tiene sus orígenes en las mercedes de tierra que los gobernadores españoles entregaban al conquistador como retribución por los servicios prestados al Reino. En estos sectores, debido a poco eficientes técnicas de manejo y explotación del suelo ha resultado en la destrucción de la vegetación natural. De acuerdo a Bahre (1979), esta destrucción se asocia tanto a la sobre explotación ganadera como a la extracción masiva de leña como combustible. El uso energético de la biomasa ha implicado la desaparición de algunas especies, la desprotección del suelo y la necesidad de emplear cada vez un mayor esfuerzo y

tiempo en su obtención. IREN (1979), indica que la vegetación ha sufrido una regresión en la que el ser humano es el único responsable debido a la acción de eliminación la vegetación nativa (deforestación) y roturación de las tierras a través de una explotación caprina incontrolada.

Burschel et al. (2003), identifican cuatro etapas en el proceso de deforestación en Chile:

- **Periodo Precolombino.** Desde la época postglacial hasta la llegada del conquistador español. No evidencia impactos ambientales relevantes sobre los bosques, debido a la falta de instrumentos de metal; el impacto sobre la vegetación se relacionaba al uso de leña y a la recolección de ramas para la construcción de botes, flechas y postes.
- **Periodo de Colonización.** Desde el 1500 al 1900, el deterioro vegetal se intensifica a partir de la época de la Colonia, debido al uso intensivo de madera para la construcción, leña y el roce para despejar terrenos para el desarrollo de la agricultura. En la zona centro sur del país, el deterioro de los bosques se intensifica en razón de cubrir las necesidades de la economía del país; ya en esa época se dictaron algunas normas legales de protección del bosque dada la destrucción masiva e irracional de los bosques.
- **Periodo Preindustrial.** Desde 1900 a 1950. Se caracteriza por el desarrollo de las técnicas de aprovechamiento de la madera aserrada y del floreo (corta selectiva en un bosque con el fin de encontrar los mejores ejemplares de una especie). Por otra parte se evidencia la explotación ilegal de bosque nativo en las reservas y áreas protegidas del Estado. Es en esta época cuando se pone en evidencia la vocación forestal del país.
- **Periodo Industrial.** A partir del año 1950. Se reemplaza el bosque nativo como proveedor de madera por las plantaciones, experimentándose un crecimiento exponencial de la industria forestal en el país (Foto N° 27). Se consolida el sistema de áreas protegidas del Estado, entre cuyas áreas cobra relevancia especial la vegetación natural. Por otra parte, se experimenta el aumento del número y superficie de incendios que destruyen vegetación nativa y plantaciones del país (Tabla N° 55).

Tabla N° 55: Ocurrencia y daño causado por incendios forestales en Chile.

Temporada (nov-abr)	Número de incendios	Superficie afectada (ha)
1963-64	435	19.600
1970-71	669	22.603
1980-81	4.197	32.056
1990-91	5.194	50.273
2000-01	5.376	10.921
2011-12	5.509	90.279

Fuente: CONAF, 2012.

Foto N° 27: **Plantaciones forestales sobre dunas vivas y dunas antiguas, Longotoma**



Fuente: Autor.

En la franja costera semiárida, en cada temporada comprendida entre los meses de noviembre y abril, se produce algún incendio que afecta tanto a plantaciones forestales como a las áreas de vegetación natural. Dadas las superficies involucradas, los incendios afectan en mayor medida a las áreas naturales (Tabla N° 56).

Tabla N° 56: **Ocurrencia histórica de incendios por comuna, periodo 1985-2012 (ha).**

Comuna	N° incendios	Plantaciones forestales				Vegetación natural				Total otras superficies	Total superficie afectada
		Pino insignne	Eucalipto	Otras	Total	Arbolado	Matorral	Pastizal	Total		
Los Vilos	346	0,5	11,2	201,7	213,4	3.248,18	6.300,45	5.921,9	15.470,53	0,11	15.684,04
La ligua	643	28,11	241,01	6,16	275,28	2.474,22	4.324,73	2.832,42	9.631,37	16,59	9.923,24
Papudo	65	0,5	4,49	0	4,99	41,4	123,27	230,9	395,57	0,01	400,57
Zapallar	71	10,0	51,16	0	61,16	552,13	1.397,78	1.493,63	3.443,54	0	3.504,70
Puchuncaví	100	93,85	416,99	0	510,84	491,69	1499,71	1.054,94	3.046,34	48,06	3.605,24
Quintero	266	132,32	340,20	0	472,52	983,72	1.746,74	1.700,26	4.430,72	14,08	4.917,32
Concón	237	147,56	196,44	0	344,00	235,7	457,62	472,15	1.165,47	7,69	1.517,16
Viña del Mar	5.933	914,53	611,14	1,31	1.526,98	1.293,38	3.070,24	4866,57	9.230,19	30,26	118.288,2

Fuente: [www.conaf.cl](http://www.conaf.cl)

Desde otro punto de vista, las estadísticas de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) para el periodo comprendido entre los años 2003 a 2011, indican que las causas principales de los incendios forestales en el país se relacionan con el tránsito de personas y vehículos e incendios intencionales, que en conjunto sobrepasan el 50% de las causas de incendios del país (Tabla N° 57).

Tabla N° 57: **Chile, distribución de la ocurrencia de incendios según causa.**  
Periodo 2003-2011.

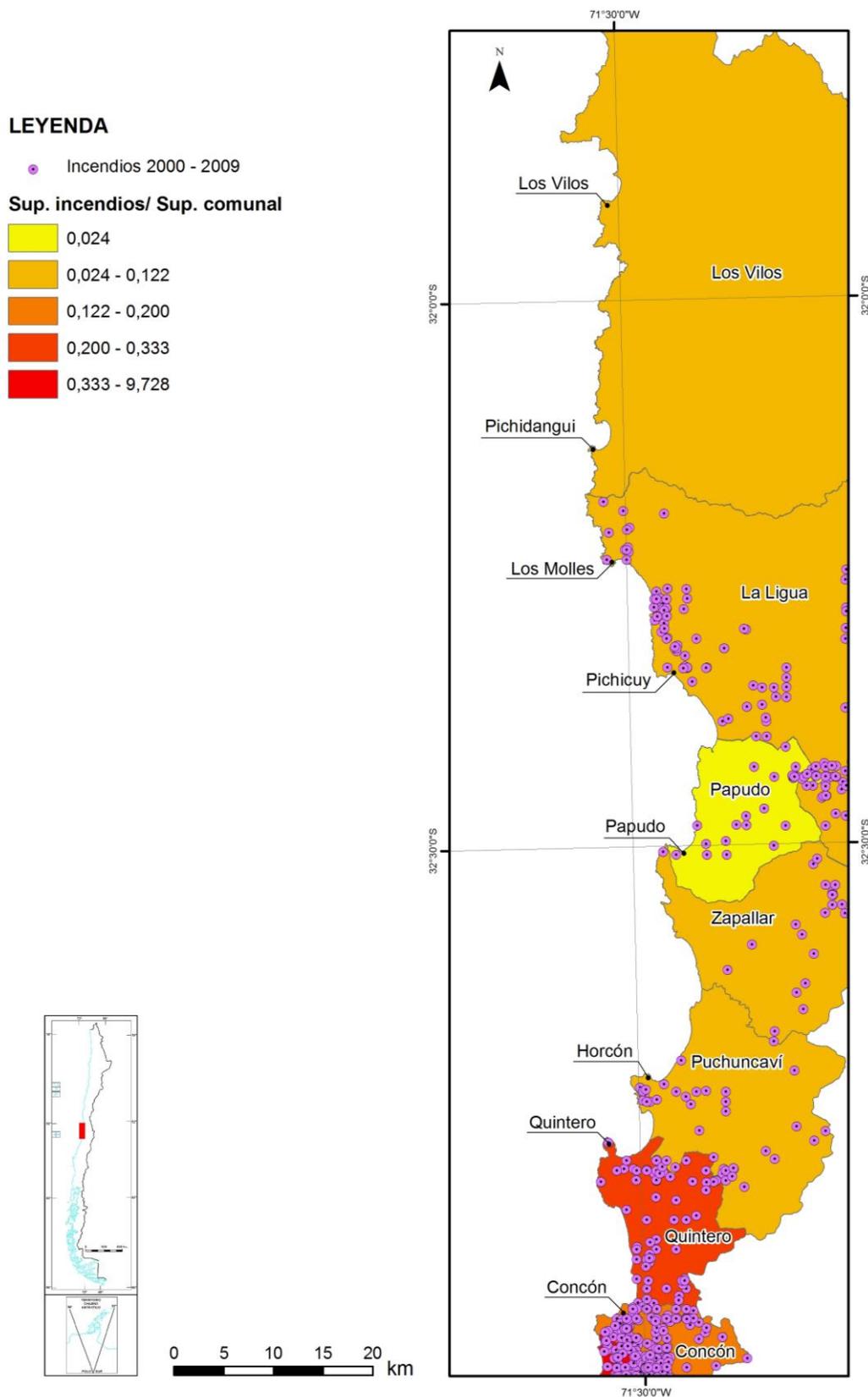
Causa	Total	%
Faenas forestales	1.872	3,51
Faenas agrícolas y pecuarias	2.397	4,49
Confección y/o extracción productos secundarios del bosque	894	1,68
Actividades recreativas	5.167	9,69
Operaciones en vías férreas	220	0,41
Actividades extinción incendios forestales, incendios estructurales u otros	423	0,79
Tránsito de personas, vehículos o aeronaves	15.126	28,35
Quema de desechos	1.842	3,45
Accidentes eléctricos	803	1,51
Otras actividades	601	1,13
Incendios intencionales	15.002	28,12
Incendios naturales	138	0,26
Incendios de causa desconocida	8.862	16,61

Fuente: [www.conaf.cl](http://www.conaf.cl)

Se cuenta con la información de la localización de la ocurrencia histórica de incendios forestales para las comunas costeras de la V Región de Valparaíso entre los años 2000 a 2009. El Mapa N° 13 muestra que la mayor parte de los incendios se localizan al sur del área de estudio, principalmente en las comunas de Viña del Mar y Concón. Un núcleo importante de concentración de incendios también se encuentran en la comuna de La ligua, en torno a la ciudad del mismo nombre. Desde otro punto de vista, la misma figura expresa la relación existente entre la totalidad de superficie quemada acumulada de incendios forestales para el periodo 1985-2012, respecto de cada una de las superficies comunales. Las comunas de Viña del Mar, Quintero y Concón son las que tiene una mayor proporción de superficie de incendios respecto de sus propios territorios comunales. Esta relación disminuye de sur a norte.

La degradación de la vegetación natural también es evidente sobre dunas antiguas, las que en muchos casos ha dado paso a usos forestales, agrícola-ganaderos, urbano-residenciales o recreativos.

Mapa N° 13: Características espaciales de los incendios forestales.



Fuente: Elaboración del autor con datos de CONAF.

La reactivación de dunas estabilizadas, proceso muy asociado a la degradación de la vegetación, puede en muchos casos ser considerado un efecto o una consecuencia de éste. En efecto, la pérdida de la cubierta vegetal superficial, debido al pisoteo, las prácticas de manejo *off road*, el roce a fuego o el sobrepastoreo, han facilitado la removilización de las arenas de dunas antiguas naturalmente estabilizadas.

Las dunas antiguas pleistocénicas se asocian particularmente a los campos de dunas activas actuales (ver capítulo V). Tienen en ocasiones grandes espesores y ocupan superficies extensas como en Ritoque y Longotoma. La presencia de varias generaciones de dunas es debida, como ya ha sido analizado, a las fluctuaciones climáticas durante el periodo Cuaternario. Durante los periodos interglaciares, en escenarios de baja humedad atmosférica y climas más secos, se facilita la formación de dunas; durante los periodos glaciales, y por lo tanto, con épocas más húmedas y frescas, se facilitó su fijación. Estas dunas viejas presentan alteración de sus arenas por rubefacción, de ahí el color pardo rojizo que las caracteriza, y una muy escasa cementación, han permitido la formación de suelos, que han logrado mantener la topografía suave y acolinada característica de las dunas vivas.

La pérdida de la vegetación facilita la erosión del suelo superficial y la posibilidad de deflación de las arenas, facilitado por un ambiente morfoclimático de tipo semiárido, con la consiguiente formación de nuevas formas dunarias.

En el campo de dunas de Concón, Andrade y Castro (1989) distinguen procesos de reactivación dunaria sobre dunas actuales y sobre dunas antiguas, asociadas a la pérdida de la vegetación por usos recreacionales, circulación de vehículos y elaboración de senderos pedestres (Foto N° 28). En la ciudad de San Antonio, las dunas antiguas que cubren la terraza litoral alta, han sido urbanizadas presentándose inestabilidad de los terrenos; al oriente de la bahía de Quintero en el sector de dunas antiguas se observa removilización de arenas. La destrucción de la vegetación debido al pastoreo y el pisoteo, ha generado depresiones circulares por la deflación de las arenas debidas a la acción del viento (Castro y Andrade, 1989).

Formas de dunas longitudinales reactivadas se observan sobre la terraza litoral situada al sur de la localidad de Los Vilos y que se encuentran a escasos metros de la Ruta 5, avanzan desde los depósitos de arenas eólicas situados al oriente de la línea de costa. La comparación con fotografías aéreas verticales del año 1955 y las imágenes del año 2012, muestra que existe un sostenido avance de estas arenas (Fotos N° 29 y 30).

Casos como el anterior también pueden ser observados al sur de punta Chungo en las dunas de Pichidangui; al sur del estero Quilimarí; las dunas antiguas en el sector de Los Maitenes, las dunas recientes al oriente de punta Ritoque, y en las dunas de Concón.

Foto N° 28: Reactivación dunaria en campo de dunas de Concón.



Fuente: Autor.

Foto N° 29: Dunas longitudinales reactivadas en el sector de bahía El Negro.



Fuente: IGM, 1955; Google Earth, 2012.

Foto N° 30: **Duna reactivada aproximándose a la carretera.**  
(Señalada con flecha roja en la foto N°28)



Fuente: Autor.

#### **9.4. Mapa de las alteraciones e impactos.**

Las alteraciones antrópicas en la franja costera semiárida, a la escala de este trabajo, se presentan como elementos de localización puntual más que de desarrollo areal sobre la cartografía. La potencialidad de las herramientas informáticas de los sistemas de información geográfica facilitan la administración de la información espacial tanto en sus aspectos gráficos como alfanuméricos, en la que la escala, dentro de ciertos límites, queda posicionada como una variable de segunda importancia.

El Mapa N° 14 muestra la localización de las alteraciones estudiadas en este capítulo, posibles de cartografiar y que cuentan con el suficiente detalle para su representación. A partir de su análisis se pueden obtener algunas conclusiones:

- En términos generales los elementos de alteración tienen un aumento progresivo en el sentido norte-sur.
- Las alteraciones son mayores en torno a los centros urbanos principales.
- El hecho histórico descrito como una degradación progresiva de la vegetación ha sido resuelto considerando dos elementos. En primer lugar la localización de los incendios forestales inventariados y localizados entre los años 2000 a 2009

(sólo para la V región de Valparaíso) y en segundo término en la distribución de las plantaciones forestales, que de acuerdo a lo estudiado, representan el reemplazo de la vegetación natural por especies foráneas. Por otra parte, desde el punto de vista areal los incendios han tenido un impacto ostensiblemente mayor, sobre áreas cercanas a los centros urbanos mayores.

- Las plantaciones forestales tienden a localizarse sobre planicies litorales. Ellas se encuentran en toda el área de estudio, pero con una mayor superficie relativa hacia el norte del área.
- Existe una mayor concentración de efluentes que vierten sus aguas servidas (tratadas) al mar en la parte sur del área de estudio.
- La densidad de la red vial es mayor hacia el sur del área de estudio.
- Una mayor superficie de áreas pobladas e industriales se encuentra al sur del área de estudio.

Como ha sido señalado en los comienzos de este capítulo, existe una gran variedad de alteraciones reconocidas que afectan a los litorales del mundo. A partir de ello, es indudable la relación que existe con la instalación del ser humano en localidades pobladas, con el desarrollo de actividades de tipo extensivo como podría ser la agricultura, o la industria forestal, o con actividades de directo impacto sobre la línea de costa como son las actividades portuarias.

De acuerdo a lo observado, las alteraciones en la franja costera semiárida tienen una evidente concentración sobre las unidades de terrazas y de dunas antiguas; ambas de aspecto planiforme y ondulado desde el punto de vista topográfico. Esto no debe llevar a falsas conclusiones, las alteraciones humanas sobre el territorio pueden desarrollarse, y lo hacen, sobre todo tipo de unidades geomorfológicas y en diferentes grados de pendiente topográfica del terreno.

La escala de las observaciones es un aspecto importante de resaltar, por cuanto un aumento del nivel de detalle permitiría ampliar el número de categorías de alteraciones y por lo tanto incrementar el número de eventos inventariados, las evidencias empíricas muestran que este tipo de situaciones se verían reflejadas al interior de los núcleos urbanos principales, y por lo tanto de responsabilidad municipal, no constituyendo materia fundamental de interés de esta investigación.

Las normativas referidas a los estudios de impacto ambiental consideran entre otros aspectos las características de reversibilidad de las alteraciones, en este sentido se han descrito, como alteraciones negativas extensivas, los procesos erosivos sobre suelos y terrazas, alteración de dunas y la degradación de la vegetación natural, los que en términos amplios pueden ser reunidos en el concepto de desertificación.

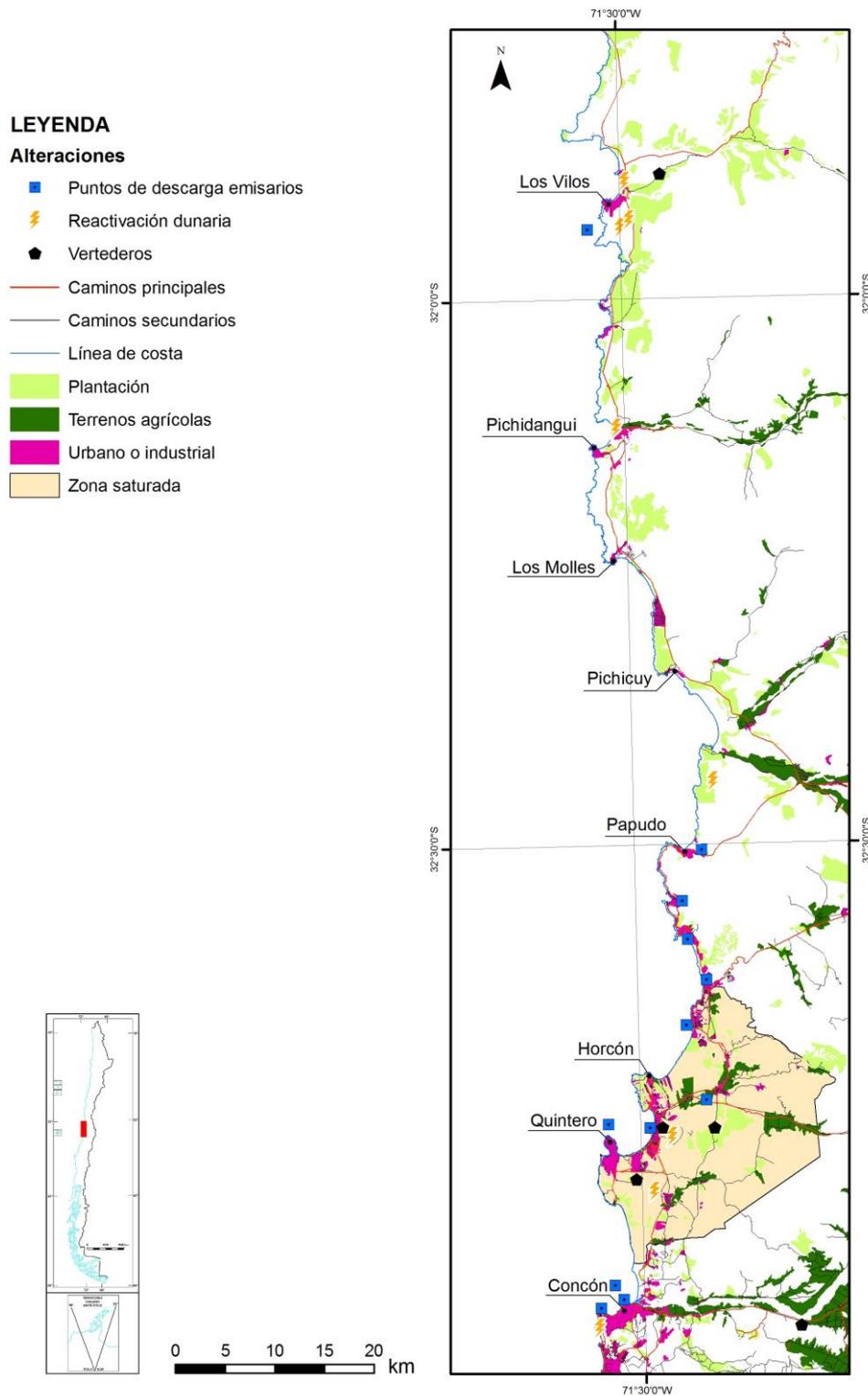
La **desertificación** implica una degradación de las tierras resultante de varios factores entre los que se encuentran los cambios climáticos y las actividades humanas: deforestación, uso del suelo sin considerar sus aptitudes, artificialización excesiva, inadecuada explotación de ecosistemas. La **degradación** implica una reducción de la productividad biológica o económica, de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, debida a los usos del suelo o bien a una combinación de procesos relacionados con las actividades humanas. En términos

socioeconómicos, la desertificación reduce la fertilidad de los suelos, afectando la alimentación y supervivencia de los grupos humanos (CEPAL, 2008).

Se estima que el 25% de la superficie de las tierras de América Latina y el Caribe, corresponden a tierras secas (áridas, semiáridas y subhúmedas secas), de ellas, un 75% se encuentran afectadas en alguna medida a procesos de degradación. Por otra parte, se estima una superficie equivalente al 62,3% del territorio de Chile se encuentra afectado por procesos de degradación; En este mismo sentido, un 60% de las tierras áridas y semiáridas existentes en el país se encuentran afectadas por estos procesos (Soto, 1999).

La contaminación y el proceso de la desertificación son, sin lugar a dudas, dos de los principales fenómenos de alteración antrópica que se encuentran en la franja costera semiárida. Bajo un escenario probable de disminución de las precipitaciones y un aumento de las temperaturas (estudiados en el capítulo VI), los procesos de desertificación sin duda inciden en el deterioro del paisaje de la franja costera.

Mapa N° 14: Alteraciones antrópicas actuales en la franja costera semiárida.



Fuente: Autor, CONAF.

## 9.5. Bibliografía específica.

**AES Gener**, 2011. Memoria Anual. 243 pp.

**Andrade, B. & Castro, C.**, 1992. Ensayo de evaluación del impacto de un eventual ascenso del nivel marino inducido por el efecto de invernadero en la zona costera de la Región de Valparaíso. *Revista de Geografía Norte Grande* 19:53-57.

**Andrade, B. & Castro, C.**, 1990. La carta fisiográfica del litoral entre Tunquén y Santo Domingo (33°16' – 33°38'S). *Terra Australis* 32:153-164.

**Andrade, B. & Castro, C.**, 1989. La carta fisiográfica aplicada al manejo de la zona costera. *Terra Australis* 31: 87-96.

**Andrade, B. & Castro, C.**, 1981. Ensayo y método de detección de unidades morfodinámicas en las planicies litorales de Chile Central. *Terra Australis* 25:89-97

**Bahre, C.**, 1979. The destruction of the natural vegetation of north central Chile. *Publications in Geography Vol 3* University of California press.

**Burschel, H.; Hernández, A. & Lobos, M.**, 2003. Leña: una fuente energética renovable para Chile. Editorial Universitaria, Santiago, 171 pp.

**Castro, C. & Alvarado, C.**, 2009. La gestión del litoral chileno: un diagnóstico. *Cyted Ibermar. Manejo Costero Integrado*. 22 pp.

**Castro, C. & Andrade, B.**, 1989. Estado de morfoconservación del litoral entre Tunquén y Santo Domingo (33°16'-33°38'S). *Revista de Geografía Norte Grande* 16:51-56.

**Castro, C. & Morales, E.**, 2006. La zona costera. Medio natural y ordenación integrada. Serie Geolibros N° 5. Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile. 1ª ed. Santiago, 210 pp.

**Castro C.; Brignardello L. & Cereceda P.**, 1995. Determinación de áreas con riesgo morfodinámico en San Juan Bautista, Isla Robinson Crusoe, comuna de Juan Fernández, V Región. *Terra Australis* 40:46 -61.

**Castro, C.; Calderón, M. & Zúñiga, A.**, 2001. Indicadores geomorfológicos de la fragilidad de paleodunas. *Revista de Geografía Norte Grande* 28:11-24.

**Castro, C. & Vicuña, P.**, 1990. Caracterización de la erosión lineal en planicies costeras de Chile central. *Revista de Geografía Norte Grande* 17:37-45.

**Cendrero, A.**, 1989. Land-use problems, planning and management in the coastal zone: An introduction. *Ocean & Coastal Management* 12:367-381.

**Centro de Análisis de Políticas Públicas**, 2010. Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile 2008. Universidad de Chile. Instituto de Asuntos Públicos. Santiago, 508 pp.

**Coccosis, H.**, 1985. Ordenación de las zonas costeras: la experiencia europea. La Naturaleza y sus Recursos. UNESCO, Vol XXI N°1, enero-marzo, 1985 pp. 20-28.

**Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)**, 2008. Agricultura, desarrollo rural, tierra, sequía y desertificación: resultados, tendencias y desafíos para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe. Naciones Unidas, Santiago, 78 pp.

**Comisión Europea**, 2001. La Unión Europea apuesta por las zonas costeras. Luxemburgo. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. 29 pp.

**Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)**, 2010. Primer reporte sobre manejo de residuos sólidos en Chile. Santiago, 60 pp.

**Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)**, 2009. Política nacional para la gestión de sitios con presencia de contaminantes. Santiago, 49 pp.

**Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)**, 2005. Política de gestión integral de residuos sólidos. Santiago. 74 pp.

**Comité Técnico del Aire**, 2007. Informe de seguimiento Plan de descontaminación de Ventanas 1993-2006. Informe Diciembre 2007. Ministerio de Salud, Comisión Nacional del Medio Ambiente, Servicio Agrícola y Ganadero. 39 pp.

**Cooke, R.U. & Doornkamp, J.C.**, 1990. Geomorphology in Environmental Management 2nd ed. Clarendon Press. Oxford. 409 pp.

**Corporación Nacional Forestal (CONAF)**, 2012. Informes finales temporada. Sistema Digital CONAF. <http://www.conaf.cl/conaf/seccion-estadisticas-historicas.html>

**Chávez, C.**, 1995. Amenazas naturales en media y baja montaña asociados al corredor de comercio Las Leñas, VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Memoria para optar al título de geógrafo. Departamento de Geografía, Universidad de Chile. 106 págs.

**Environmental Protection Agency (EPA)**, 2009. Synthesis of adaptation options for coastal areas. Washington, DC, U.S. Environmental Protection Agency, Climate Ready Estuaries Program. EPA 430-F-08-024, January 2009.

**George, P.**, 1991. Diccionario de Geografía. Akal, Madrid, 622 pp.

**Gobierno de Chile; Consejo Nacional de Producción Limpia & Asociación de Empresas V Región**, 2011. Acuerdo de Producción Limpia Zona Industrial Puchuncaví-Quintero. 43 pp.

**Hails, J.**, 1977. Applied Geomorphology in coastal-zone planning and management. Applied Geomorphology, John Hails Editor. Cap. 9, 317-362.

**Instituto de Recursos Naturales (IREN)**, 1977. Estudio de las Comunidades agrícolas IV región. Santiago, 89 pp.

**Instituto Geográfico Militar (IGM)**, 1988. Geografía de la IV Región de Coquimbo. Colección Geografía de Chile, Santiago, 425 pp.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 2011. Compendio Estadístico.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 2001. Compendio Estadístico.

**Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**, 2007. Climate Change 2007: Synthesis report. Geneva Switzerland, 104 pp.

**Manríquez, H.**, 1997. Evolución morfológico-histórica en la zona costera de la ciudad de San Antonio. Revista Geográfica de Valparaíso 28:267-273.

**Melón S. A.**, 2011. Memoria Anual. 103 pp.

**Ministerio del Medio Ambiente**, 2012. Informe del estado del medio ambiente 2011. Santiago, 2ª edición, 511 pp.

**Ministerio del Medio Ambiente**, 2011. Registro de emisiones y transferencia de contaminantes. Reporte 2005-2009, Santiago, 185 pp.

**Paskoff, R. & Manríquez, H.**, 1997. Manejo del borde costero y desarrollo sustentable en Chile central (IV y V regiones) Terra Australis 42:73-89.

**Paskoff, R.**, 1994. Les littoraux. Impacts des aménagements sur leur évolution. Masson Géographie, 2e édition. 256 pp.

**Paskoff, R. & Del Canto, S.**, 1983. Características y evolución geomorfológica actual de algunas playas de Chile central, entre Valparaíso y San Antonio. Revista de Geografía Norte Grande 10:31-45.

**Pomar, J.**, 1962. Cambios en los ríos y en la morfología de la costa de Chile. Revista Chilena de Historia y Geografía 130:318-356.

**Puerto Ventanas S.A.**, 2011. Memoria Anual, 124 pp.

**Sánchez, A. & Cárdenas, C.**, 2000. El impacto de los proyectos inmobiliarios en el desarrollo local: el borde costero de la localidad de Horcón, Región de Valparaíso. Revista de Geografía Norte Grande 27:111-121.

**Soto, G.**, 1999. Mapa preliminar de la desertificación en Chile. Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal.

**Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)**, 2011. Informe de Gestión del Sector Sanitario. Santiago, Editares, 85 pp.

**Tros-de-Ilarduya, M.**, 2008. El reto de la gestión integrada de las zonas costeras (GIZC) en la Unión Europea. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles 47:143-156.

**Young, A.**, 1972. Slopes. Longman Group Limited. London. 288 pp.

**CAPÍTULO X**  
**EVALUACIÓN FINAL**



La noción de paisaje es antigua en las ciencias, hoy, como base de la ordenación del territorio, en el que confluye la natura y la cultura, bajo un modelo de integración de forma organizada, es estudiado bajo el enfoque de sistemas.

Los elementos, y procesos territoriales estudiados en este trabajo de tesis han sido abordados desde el punto de vista de la teoría general de sistemas, estudiando los subsistemas biofísicos (geomorfológico, biogeográfico, climático), antrópico y de impactos ambientales. Estos subsistemas corresponden a las parcelaciones metodológicas de la integración natura+cultura de esta realidad llamada paisaje (Figura N° 56).

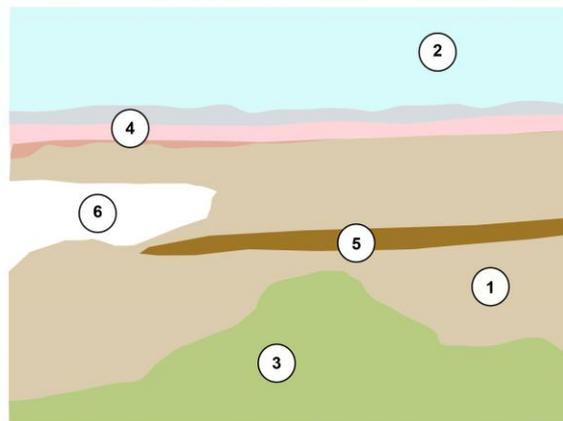
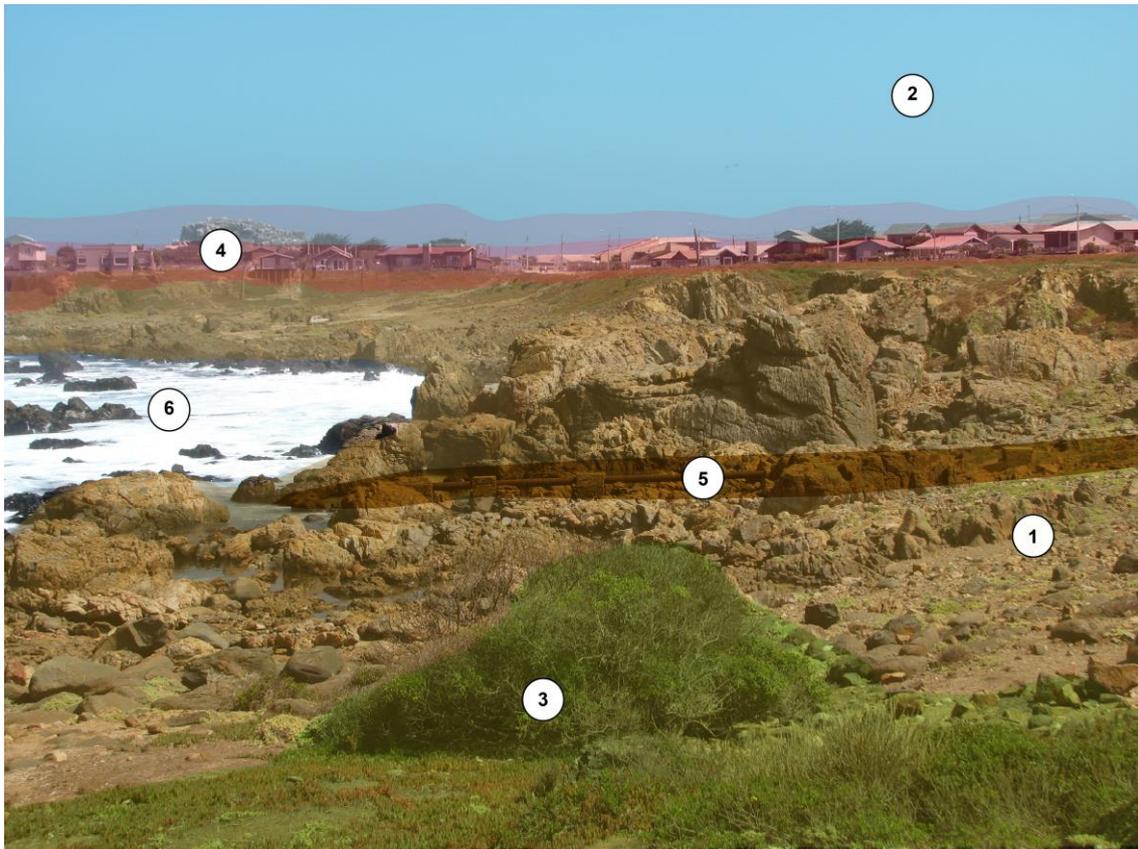
En el Capítulo IV se describió el proceso metodológico de este trabajo de investigación. Cada subsistema analizado en el desarrollo de los capítulos V, VI, VII, VIII y IX, fue estudiado considerando los elementos conceptuales que los controlan bajo una perspectiva cronológica, entregando antecedentes y experiencias internacionales interesantes, describiendo la situación particular en Chile y analizando en detalle las características en la franja costera semiárida para cada uno de los sistemas analizados. En este sentido, uno de los productos obtenidos fue la representación cartográfica de cada subsistema.

Un componente especial de este análisis ha sido la consideración de las normativas que regulan los usos y actividades en la franja costera semiárida, que como se ha analizado, le entregan competencias a un sinnúmero de organismos del Estado, a los que deben agregarse los múltiples y variados intereses privados.

Siguiendo este razonamiento, y en un procedimiento estrictamente metodológico, las relaciones entre subsistemas generan mesosistemas y relaciones de tipo mesosistémico. Las relaciones de los subsistemas geomorfológico, climático, biogeográfico y antrópico, generan 12 posibilidades de combinación de mesosistemas (Tabla N° 58), considerando interrelaciones duales. Si bien en la teoría de sistemas clásica, la direccionalidad de las relaciones es un factor importante, debido a razones de simplificación, esta característica se encuentra implícita en el análisis. En función de ello, se sintetiza y ordena la información en seis mesosistemas.

Por otra parte, el estudio de las características de cada subsistema, ha permitido identificar los elementos que participan en su organización los que clasificados en categorías, facilitan el análisis del nivel mesosistémico (Tabla N° 59).

Figura N° 56: Integración de los subsistemas en el paisaje litoral.



1. Subsistema geomorfológico
2. Subsistema climático
3. Subsistema biogeográfico
4. Subsistema antrópico
5. Subsistema de impactos ambientales
6. Subsistema oceanográfico

Plataforma de abrasión/estrán rocoso  
 Clima semiárido  
*Carpobrotus aequilaterus*  
 Ciudad de Pichidangui  
 Descarga de aguas servidas  
 Régimen del oleaje

Fuente: Autor.

Tabla N° 58: **Subsistemas y mesosistemas analizados.**

Subsistema	Mesosistema
Geomorfológico	Geomorfológico-climático
	Geomorfológico-biogeográfico
	Geomorfológico-antrópico
Climático	Climático-geomorfológico
	Climático-biogeográfico
	Climático-antrópico
Biogeográfico	Biogeográfico-geomorfológico
	Biogeográfico-climático
	Biogeográfico-antrópico
Antrópico	Antrópico-geomorfológico
	Antrópico-climático
	Antrópico-biogeográfico
Impactos ambientales	

Fuente: Autor.

Tabla N° 59: **Subsistemas y elementos participantes.**

	Subsistema			
	Biogeográfico	Antrópico	Geomorfológico	Climático
Elementos	Bosque esclerófilo mediterráneo costero de <i>Cryptocarya alba</i> y <i>Peumus boldus</i>	Plantaciones	Playa	Temperatura
			Duna actual	
		Terrenos agrícolas	Duna reciente	
			Duna antigua	
	Bosque esclerófilo mediterráneo costero de <i>Lithrea caustica</i> y <i>Cryptocarya alba</i>	Áreas pobladas o industriales	Depósitos eólicos	Precipitación
			Plataforma de abrasión marina actual / Estrán rocoso	
			Terraza litoral	
			Terraza litoral con depósitos eólicos antiguos	
	Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo costero de	Red vial	Terraza litoral con escollos	Vientos
		Portuario	Lecho fluvial actual	
			Depósito fluvial reciente	
			Depósito fluvial	

	<i>Peumus boldus</i> y <i>Schinus latifolius</i>		antiguo	
		Turístico	Depósito lacustre	Manifestaciones excepcionales
			Vega	

Fuente: Autor.

Se describen a continuación las características de los mesosistemas de la franja costera semiárida chilena 32°S-33°S.

### 10.1. Mesosistema geomorfológico-climático.

El sistema geomorfológico y las relaciones morfoclimáticas fueron estudiadas en los capítulos V y VI de este trabajo de tesis, identificando y caracterizando por una parte las unidades geomorfológicas y determinando las características climáticas por otra. Existe una gran discusión y aportes en relación a considerar la posición que la franja semiárida (Los Vilos-Concón) tiene dentro del contexto climático del país. Las diferentes posiciones analizadas dejan ver que los límites entre tipos climáticos son difusos, cuestionables y esencialmente obedecen a consideraciones que ponen de manifiesto la data meteorológica disponible que como fuera analizada es irregular en distribución espacial, temporal y con frecuentes vacíos estadísticos (la vegetación también ha sido un factor importante en el establecimiento de estos límites). Sin embargo, la variedad y abundancia de dunas como de morfologías asociadas a ambientes en que las condiciones atmosféricas de sequedad facilitan su desarrollo, permiten afirmar la existencia relaciones de dependencias genético-evolutivas en este mesosistema.

Las relaciones mesosistémicas pueden ser consideradas en términos de las morfologías heredadas como de las actuales, específicamente considerando las diferentes generaciones de dunas existentes, las que se encuentran en estrecha relación a la importancia de la temperatura y humedad que entrega una mayor o menor cohesión a los granos de arena y a la importancia del viento que facilita su movilización más allá de la línea de costa, hacia el interior del continente.

En efecto, la mayor parte de las unidades identificadas como dunas antiguas, están asociadas a campos de dunas actuales, las primeras se explican por la existencia de periodos secos, con tendencias marcadas a la aridez durante el Cuaternario, que han logrado desarrollar procesos de alteración y de pedogénesis de las arenas. Ha sido el viento el responsable de que espesos mantos de arena se encuentren ocupando terrazas marinas solevantadas alejadas de la línea de costa actual.

Los cinco campos de dunas actuales existentes en la costa semiárida poseen una rica variedad de formas que en una parte importante son debidas a la presencia del viento, ayudado por una especial orientación de la línea de costa que la enfrenta directamente a su influencia. La determinación del origen de las arenas, si bien no ha sido un objetivo de esta investigación, se encuentra indudablemente asociado a los aportes sedimentarios que esteros y escurrimientos de cuencas costeras y andinas logran depositar en el mar. Ya depositados en la playa, las arenas son transportadas por deflación hacia el interior.

La importancia del clima en la morfogénesis también queda de manifiesto en el desarrollo de los procesos erosivos; sin embargo este fenómeno en el paisaje del

semiárido participa necesariamente en concomitancia con otros elementos provenientes de otros sistemas, por lo que su tratamiento será abordado en el nivel de interfase.

## **10.2. Mesosistema geomorfológico-biogeográfico.**

El estudio de los sistemas geomorfológico y biogeográfico fue abordado en los capítulos V y VII de esta tesis respectivamente. Se presentan las relaciones entre las distribuciones de la vegetación y las unidades geomorfológicas (Mapa N° 15). En este nivel de organización las relaciones quedan de manifiesto en función de la unidad geomorfológica sobre la cual se desarrolla un determinado tipo de vegetación. Para el conjunto de toda el área de estudio se consideraron los pisos vegetacionales de Luebert y Pliscoff (2006) y las unidades geomorfológicas consideradas previamente.

Luebert y Pliscoff (2006), definen para esta área la presencia de pisos vegetacionales de bosque y de matorral arborescente esclerófilo mediterráneo (estos tipos también son identificados por Quintanilla, 1987 y Gajardo, 1995), que ocupan diferentes niveles altitudinales, desde lugares próximos a la línea de costa, hasta los relieves montañosos de la cordillera costera.

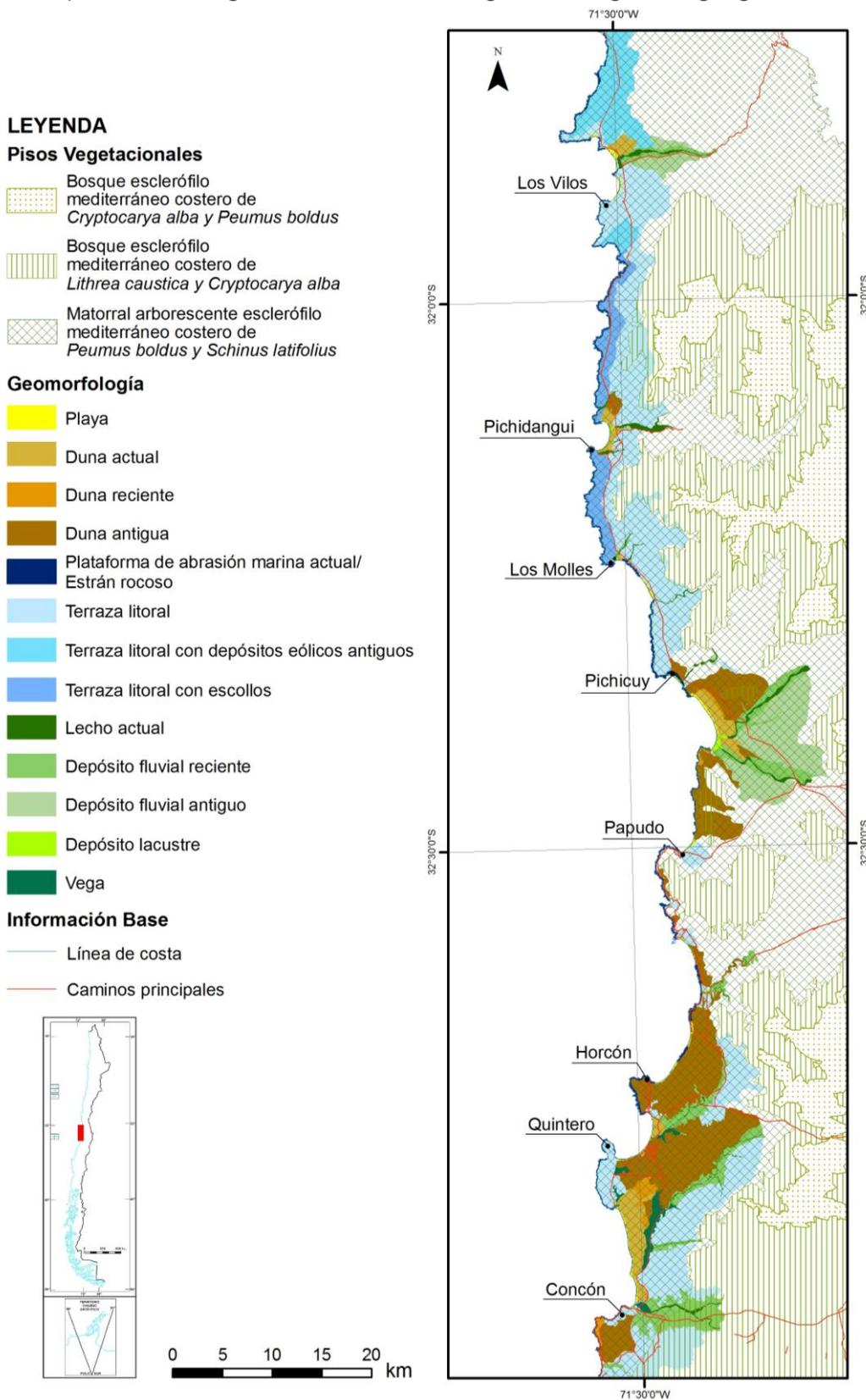
En el detalle, son las dinámicas geomorfológicas las que facilitan u obstruyen el asentamiento de la vegetación como en el caso de playas; sin embargo son los acantilados, las dunas y las planicies litorales las que ofrecen condiciones interesantes para su desarrollo. En efecto ellas han debido desarrollar formas especiales de adaptación sobre acantilados y dunas, ambientes que generan grandes restricciones para su instalación. En los acantilados vivos el impacto del oleaje, y el proceso evolutivo de retroceso por erosión, imposibilita cualquier asentamiento de las plantas, caso contrario ocurre en los acantilados muertos, sin contacto con el oleaje, permiten lentamente la instalación de la vegetación que finalmente termina por ayudar a estabilizar la forma.

Las dunas, aún cuando son espacios repulsivos para la instalación de la vegetación natural, permiten la instalación de ciertas especies que pueden tener fases diferentes de colonización. En los campos de dunas estudiados la vegetación contribuye a la estabilización de algunas formas.

Las dunas más viejas, internadas tierra adentro, sin la influencia del viento que permite la movilización de las arenas desarrollan suelos en superficie y la colonización definitiva de ciertas especies del piso matorral arborescente mediterráneo. Este mismo piso vegetacional es el que encuentra también un gran desarrollo sobre las planicies litorales, espacios que por sus formas tabulares tienen una gran tranquilidad morfodinámica natural.

Finalmente, los pisos de bosque identificados en el área de estudio se encuentran ocupando principalmente posiciones elevadas sobre la cordillera de la Costa.

Mapa N° 15: Cartografía del mesosistema geomorfológico-biogeográfico.



Fuente: Autor, CONAF.

### 10.3. Mesosistema geomorfológico-antrópico.

Se presentan las interrelaciones entre las unidades geomorfológicas y los diferentes usos del suelo y características de la ocupación humana encontrados en el área de estudio, aspectos últimos estudiados en el capítulo VIII de este trabajo de tesis (Mapa N° 16). Destaca la importancia que tiene la localización de los centros urbanos y áreas industriales sobre terrazas litorales, mayoritariamente en posiciones cercanas a la línea de costa y con la presencia de playas con un uso turístico estacional. Si bien es deducible debido a la cercanía, es indudable que las dunas vivas también tengan usos turístico-recreacionales.

La presencia del ser humano en el litoral, sobre unidades morfológicas cercanas a la línea de costa, es un hecho que se verifica incluso desde los más antiguos asentamientos humanos de los cuales existen evidencias incluso desde el pleistoceno, los que aprovechaban la existencia de recursos para su subsistencia el ejemplo más característico y bien documentado es el sitio de la quebrada de Quereo. Los primeros asentamientos organizados aprovechaban la presencia de recursos pesqueros. La posterior ocupación humana, en demanda de mayor espacio comenzó a poblar lentamente las terrazas litorales.

En la actualidad, llama la atención el extenso número de normativas e instituciones sectoriales que tienen competencia en el uso y en las actividades posibles de realizar en la franja costera, las que intentan reglamentar, restringir o permitir actividades o instalaciones en este espacio.

El *continuum* urbano-industrial es evidente en el sector sur del área de estudio, en torno a la bahía de Quintero. La red vial se aleja de las áreas montañosas y se localiza siguiendo ejes de valles fluviales, cruzando planicies litorales o incluso dividiendo campos de dunas, como es el caso del campo de dunas de la bahía Conchalí.

El resto de la línea de costa aparece ocupada de forma más o menos continua por caletas de pescadores que poseen infraestructuras con diferentes grados de implementación, desde instalaciones ligeras sobre la playa y rampas de acceso pavimentadas, hasta muelles elevados. Puertos deportivos ligados al turismo se encuentran en Pichidangui, Papudo y Concón, e instalaciones portuario-industriales en Punta Chungo, al norte de Los Vilos y en la bahía de Quintero.

Las dunas viejas y las terrazas litorales han favorecido usos pastoriles a través de la plantación de especies forrajeras, en la zona norte del área de estudio y de especies madereras hacia el sector sur. La agricultura poco extensiva, ocupa los terrenos bajos y sedimentarios de valles fluviales y algunas terrazas aluviales, en evidente relación con un mayor desarrollo pedológico y presencia de agua.

Mapa N° 16: Cartografía del mesosistema geomorfológico-antrópico.

**LEYENDA**

**Uso del Suelo**

-  Plantación forestal
-  Terrenos agrícolas
-  Urbano o industrial

**Instalaciones**

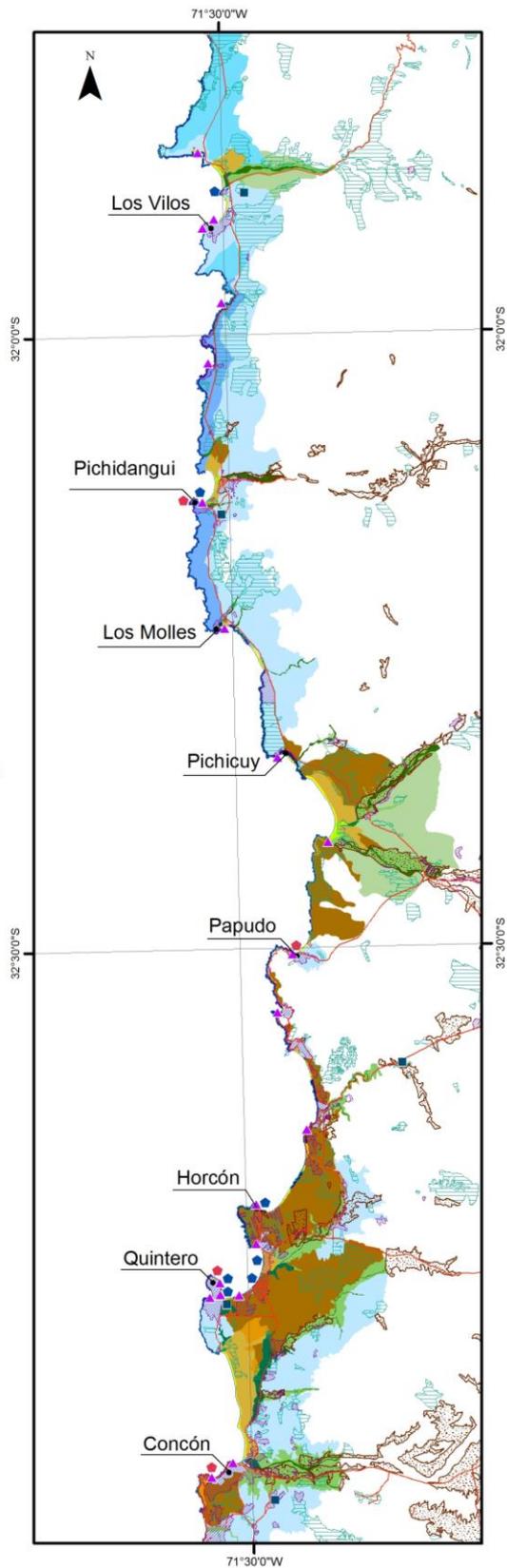
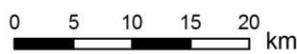
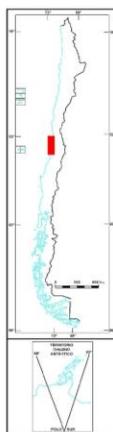
-  Aeródromos
-  Caletas de pescadores
-  Instalaciones portuarias
-  Puertos deportivos

**Geomorfología**

-  Playa
-  Duna actual
-  Duna reciente
-  Duna antigua
-  Plataforma de abrasión marina/  
Estrán rocoso
-  Planicie litoral
-  Planicie litoral con depósitos eólicos antiguos
-  Planicie litoral con escollos
-  Lecho actual
-  Depósito fluvial reciente
-  Depósito fluvial antiguo
-  Depósito lacustre
-  Vega

**Información Base**

-  Línea de costa
-  Caminos principales



Fuente: Autor, CONAF.

#### **10.4. Mesosistema climático-biogeográfico.**

Las clasificaciones de la vegetación de Chile expuestas, bajo diferentes conceptualizaciones: zonas (Fuenzalida, 1950, 1965; Pisano, 1966); formaciones (Quintanilla, 1981); ecorregiones (Quintanilla, 1983); regiones (Gajardo, 1993); pisos (Quintanilla, 1987; Luebert y Pliscoff, 2006); dejan ver la importancia que los parámetros climáticos medibles y factores tienen en su definición. Con diferentes posiciones zonales de las delimitaciones de tipos climáticos y tipos de vegetación, las latitudes entre las que se encuentra la franja costera semiárida es situada en una banda intermedia entre una zona reconocida como árida y xeromórfica localizada hacia el norte del país, y otra reconocida como húmeda e higromórfica hacia el sur.

Esta “banda intermedia”, es una zona de transición, definida bajo esta óptica mesosistémica como una zona de características mediterráneas, que en términos generales posee un comportamiento estacional, presentándose situaciones de meses cálidos y secos estivales y meses fríos y húmedos invernales, que sin embargo complican su definición considerando el parámetro altitudinal, que presenta una variación positiva en el sentido oeste-este y la presencia oceánica, que entrega humedad y regulación de las temperaturas costeras. Estos tres aspectos: latitud, relieve y cercanía oceánica, son analizados como factores del clima dentro del contexto de esta tesis, y que dejan sentir su influencia de una forma más evidente sobre el sistema biogeográfico que sobre el geomorfológico.

Al interior de esta “banda intermedia”, y a una escala de mayor detalle, se pueden reconocer tendencias de aridez y xeromorfismo hacia el norte y tendencias de humedad e higromorfismo hacia el sur.

El estudio de este mesosistema en la franja costera objeto de estudio de esta tesis, se enfrenta a una carencia de información estadística amplia, temporal y espacialmente, que goza de una gran irregularidad en estos mismos parámetros y, como se verá más adelante, en un ámbito sistémico demasiado antropizado. Sin embargo, pareciese ser que las características y relaciones de este mesosistema son más bien válidas a una escala regional, que se diluyen y pierden importancia al aumentar el nivel de detalle, surgiendo otro tipo de consideraciones ligadas a un nivel de interfase en la que surge la importancia de la geomorfología.

Se estima que las relaciones de este mesosistema pueden ser potencialmente alteradas bajo escenarios futuros de cambio climático.

#### **10.5. Mesosistema climático-antrópico.**

Las relaciones en este mesosistema se comprenden de mejor manera bajo una óptica determinista, por cuanto en las costas las características climáticas ofrecen condiciones diferenciadas de habitabilidad y confort, especialmente favorables en aquellas localizadas en latitudes medias y bajas, y que explican en gran parte, el permanente interés que el ser humano tiene por instalarse allí. En un sentido opuesto, la influencia humana sobre los parámetros climáticos puede ser comprendida considerando escenarios globales a escala planetaria, o bien a nivel local, por ejemplo, en el desarrollo de climas urbanos, especialmente característico en ciudades de gran extensión areal. Es por ello que las relaciones sistémicas de este nivel, para la costa semiárida chilena, son más bien abordadas en un sentido unidireccional.

En la costa semiárida chilena, además de las consideraciones favorables de habitabilidad: temperaturas moderadas en gran parte del año, ausencia de heladas, inviernos templados y breves, deben considerarse las características de estacionalidad que son causa de las migraciones estivales que hacen aumentar las densidades de población en los meses de verano, en actividades de ocio y recreación.

Este comportamiento del ser humano, ligado a la búsqueda de confortabilidad ha sido deducido incluso a partir de los restos de las primeras agrupaciones humanas que se instalaron en esta costa durante el Cuaternario.

#### **10.6. Mesosistema biogeográfico-antrópico.**

Este mesosistema expresa las relaciones entre el ser humano y la vegetación natural (Mapa N° 17), la que ha sido considerada tradicionalmente en un sentido utilitario, como proveedora de recursos. Los antecedentes disponibles muestran un aprovechamiento de la vegetación como fuente de alimentación en actividades pastoriles; por otra parte se destacan en este sentido las actividades de plantación de especies foráneas introducidas con el apoyo de agencias de gobierno, destinadas a usos económicos ligados a la industria maderera, o bien como fuente energética en la producción de carbón, que se han posicionado en reemplazo de la vegetación natural.

Es interesante observar que la población y las instalaciones humanas se localizan esencialmente en el denominado piso del matorral arborescente esclerófilo, considerado en degradación por Lüebert y Pliscoff. En el detalle, los pisos de bosque esclerófilo se localizan más bien alejados de las influencias antrópicas.

En relación a los antecedentes aportados por estudios anteriores, es probable que la posición del bosque mediterráneo (sobre los relieves de la cordillera de la costa) se relacione con un deterioro del antiguo paisaje vegetacional de la costa en estas latitudes y que se encontraría ocupando también las terrazas litorales, hoy degradado por la acción humana. En este sentido, el bosque presente actualmente adquiere el carácter de remanente, protegido por las condiciones de acceso y por las influencias que el clima favorecen sobre el relieve.

Así como en otros mesosistemas, aquí la dirección de la interrelación es esencialmente unidireccional.

Mapa N° 17: Cartografía del mesosistema biogeográfico-antrópico.

**LEYENDA**

**Uso del Suelo**

- Plantación forestal
- Terrenos agrícolas
- Urbano o industrial

**Instalaciones**

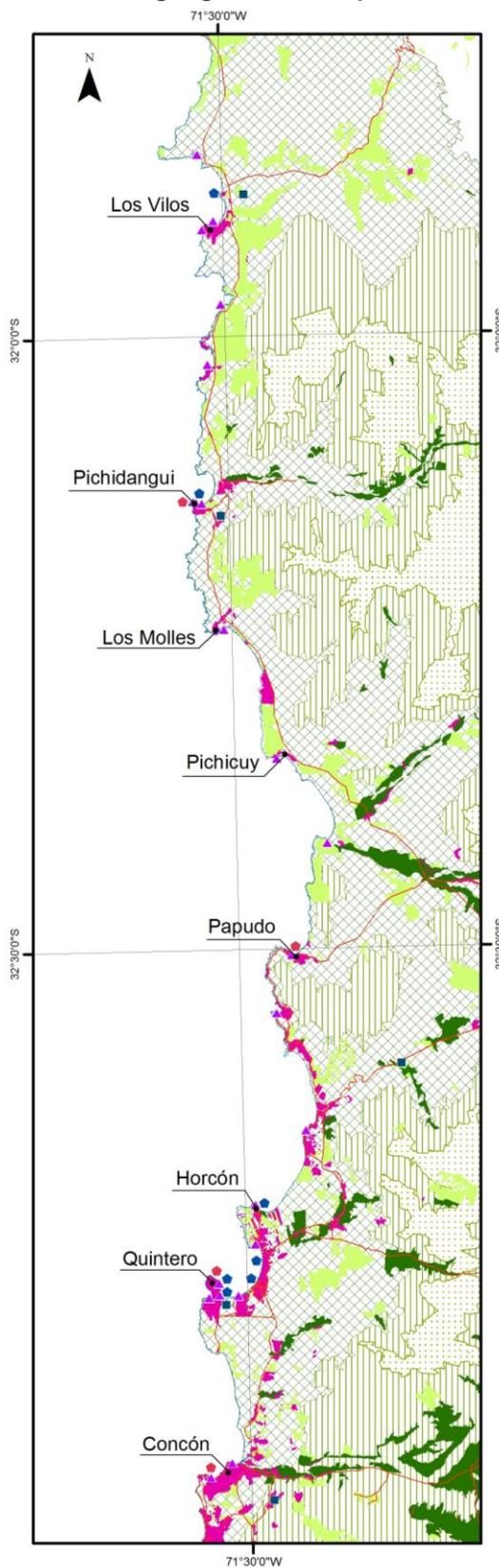
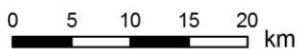
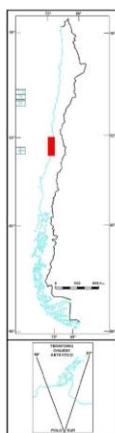
- Aeródromos
- Caletas de pescadores
- Instalaciones portuarias
- Puertos deportivos

**Pisos Vegetacionales**

- Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Cryptocarya alba* y *Peumus boldus*
- Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithrea caustica* y *Cryptocarya alba*
- Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo costero de *Peumus boldus* y *Schinus latifolius*

**Información Base**

- Línea de costa
- Caminos principales



Fuente: Autor, Luebert y Plissock, 2006.

## 10.7. El nivel de interfase.

La biología utiliza el término interfase para referirse a un periodo del ciclo celular en el que se desarrollan procesos de división de las células. La física y la química lo definen como una superficie de separación entre dos fases. En informática, el término interfase se reconoce como una incorrecta traducción del término en inglés *interface*, siendo lo correcto en este ámbito utilizar el término interfaz, que se refiere a la conexión física y funcional entre sistemas o dispositivos que permiten diferentes niveles de comunicación.

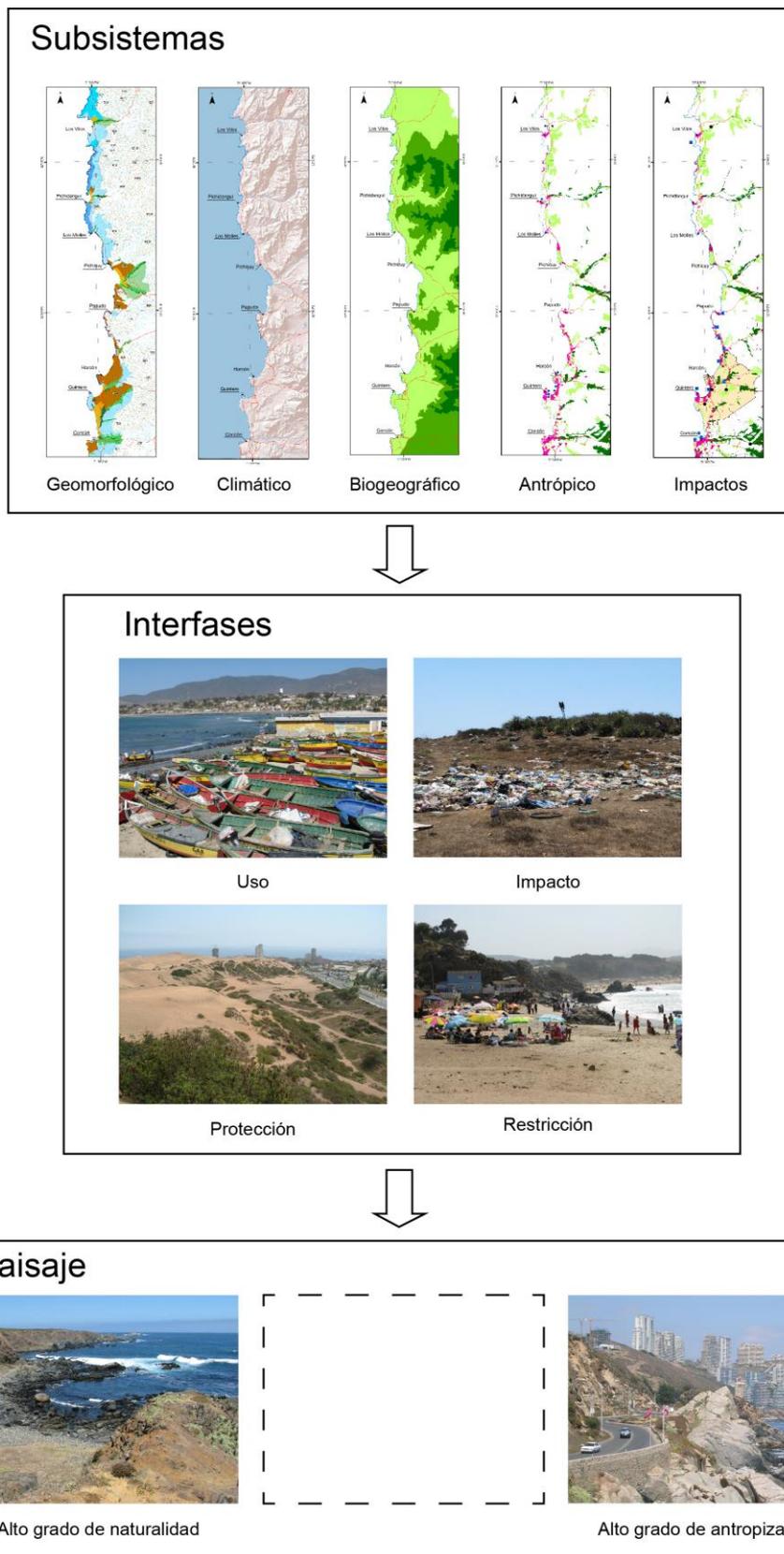
Diferentes autores han reflexionado y utilizado las ideas de la teoría general de sistemas proponiendo diferentes aproximaciones conceptuales y prácticas en su aplicación. En este sentido, y atendiendo a un criterio de simplicidad, podemos afirmar que todos los sistemas tienen una **estructura** formada por **elementos organizados**, y **relaciones** que permiten el intercambio de materia, energía o información entre estos elementos.

Durante el desarrollo de esta tesis se han identificado los subsistemas que participan, coexisten y engranan en el paisaje de la costa semiárida estudiada desde el punto de vista ambiental. Así, bajo una consideración metodológica y funcional se estudiaron en detalle los subsistemas geomorfológico, climático, biogeográfico, antrópico y de los impactos ambientales, y sus correspondientes dinámicas de funcionamiento. Las relaciones entre pares de subsistemas dan origen a mesosistemas, o sistemas de tercer nivel jerárquico, en el que las interconexiones dan origen a los diferentes tipos de relación entre cada uno de los diferentes elementos.

El estudio de los mesosistemas, bajo una aproximación exclusivamente metodológica y funcional, aún no es suficiente para entender cómo se organizan los elementos de los subsistemas en sus interconexiones duales. Por ello, esta insuficiencia lleva a la necesidad de comprender las interconexiones mediante un enfoque sinérgico, en un nivel de complejidad superior, situado en un cuarto nivel de organización. El nivel de interfase, se caracteriza por la existencia de relaciones multidireccionales con la participación múltiples elementos de cada uno de los subsistemas.

Desde la perspectiva del desarrollo sustentable interesa conocer cuáles son los espacios de interfase entre la sociedad y la naturaleza con el objeto de proponer medidas y acciones de gestión que eviten el deterioro del paisaje, pero que sin embargo signifiquen un aprovechamiento racional del espacio y de sus recursos. Su definición y configuración pasa por la caracterización de subsistemas en el territorio y la determinación de relaciones mesosistémicas. De este modo, desde la perspectiva de este discurso, el concepto de **interfase**, en el uso que le entrega la informática al término, se adapta muy bien para referirse a los **espacios o territorios definidos por las relaciones entre los elementos y los mecanismos de funcionamiento natural del ambiente biofísico y los usos humanos que se realizan sobre ellos, establecidos y regulados por cuerpos normativos provenientes de la institucionalidad**. De este modo se estructuran cuatro tipos de espacios de interfase, cada uno de los cuales posee elementos específicos que los caracterizan (Figura N° 57, Tabla N° 60) y que organizan el paisaje y le entregan sus características y fisonomía, pudiendo clasificarse en diferentes grados de alteración.

Figura N° 57: Integración del paisaje Los Vilos-Concón.



Fuente: Autor.

Tabla N° 60: **Interfases en la franja costera Los Vilos-Concón.**

Interfase	Elementos característicos (Nomenclátor)
Uso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas urbanas e industriales sobre terraza litoral o dunas</li> <li>• Plantaciones de especies arbóreas sobre planicie litoral o dunas</li> <li>• Terrenos agrícolas sobre terraza litoral o valles fluvial</li> <li>• Caletas artesanales sobre playas</li> <li>• Instalaciones portuarias y portuario-turístico sobre terrazas litorales o dunas</li> </ul>
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puntos de descarga de emisarios</li> <li>• Reactivación dunaria</li> <li>• Erosión de suelos</li> <li>• Vertederos o lugares de acopio</li> <li>• Incendios forestales</li> <li>• Pérdida de la biodiversidad</li> </ul>
Protección	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campos de dunas vivas</li> <li>• Dunas antiguas con vegetación nativa</li> <li>• Quebradas</li> <li>• Sitios arqueológicos</li> <li>• Áreas de vegetación nativa</li> <li>• Humedales</li> <li>• Áreas protegidas</li> </ul>
Restricción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plataforma baja que se eleva desde la línea de costa hasta 4-5 m</li> <li>• Áreas con riesgo de tsunami</li> <li>• Acantilados vivos elaborados con desprendimientos</li> </ul>

Fuente: Autor.

### 10.7.1. Interfase de uso.

Corresponde a aquellos espacios definidos por los usos del suelo que se sitúan sobre las diferentes unidades naturales en la franja costera (Mapa N° 178). Las localidades pobladas, especialmente las ciudades, son las que mejor representan las características de esta interfase, en la cual se ha reemplazado totalmente el ambiente natural por diferentes tipos de infraestructuras urbanas, en las que se desarrollan subusos: residencial, comercial, industrial, equipamiento, etc. Por otra parte, otros tipos de usos se desarrollan y dan cuenta de la forma en la que el sistema antrópico aprovecha las condiciones y los recursos que se encuentran en el conjunto del sistema biofísico. Son interesantes de identificar dos sectores en la franja costera semiárida

El sector sur del área de estudio concentra la mayor parte de la interfase de uso, allí la población se localiza en los centros urbanos de Concón, Quintero, Las Ventanas, Horcón, Maitencillo, Cachagua, Zapallar y Papudo, localidades muy cercanas unas de otras, salvo por la interrupción de la continuidad que entrega el campo de dunas de Ritoque. En esta área las ciudades se encuentran sobre unidades de dunas antiguas y terrazas litorales, observándose además un intenso uso de la línea de costa para el desarrollo industrial, portuario y portuario-deportivo. Se destaca

el área litoral de la bahía de Quintero, que alberga al Complejo Industrial Las Ventanas, que ha tenido un desarrollo creciente y permanente desde la década de 1950, y que se proyecta hacia los próximos años con nuevas infraestructuras industriales.

Entre las localidades Horcón y Papudo la interfase de uso es esencialmente residencial y turística. Como ha sido analizado, el clima es una de las fuertes razones que explican la localización de la población sobre la franja costera; además, existe un claro aprovechamiento de las condiciones físicas y recursos que plantea la franja costera. En el capítulo VIII se describieron las características de la ocupación de la población durante el Holoceno, evidenciándose que el clima y la provisión de recursos fueron las razones que explicaban la localización de los grupos humanos en ese periodo. Por otra parte, las terrazas que aquí se presentan se encuentran limitadas por acantilados muertos en la mayoría de los casos, permitiendo la construcción en el borde de estas unidades y así aprovechar las vistas que se obtienen hacia el mar; se destaca en este sentido la ocupación que se realiza en el área de Maitencillo-Horcón y en toda la franja costera de Concón-Viña del Mar, que sostienen hoy día sendos proyectos inmobiliarios de edificios de varios pisos orientados hacia el mar.

Es en este sector sur la red vial tiene una mayor densidad, asociada al mayor número y concentración de localidades, el aspecto tabular que presenta la unidad desde el punto de vista geomorfológico (terrazas y dunas antiguas), y su mayor ancho, ya que el eje principal de la cordillera de la costa se encuentra bastante alejado de la línea de costa.

La actividad agrícola se concentra en los valles, aprovechando la cercanía del agua, los espacios planiformes y la mejor calidad de suelos. Así, los lechos y terrazas fluviales del río Aconcagua, principal escurrimiento fluvial del área de estudio, cuyas nacientes se encuentran en la divisoria de aguas continentales y que sirve de límite con Argentina, es la unidad que presenta evidentemente el mayor desarrollo. En segundo término, los angostos y no siempre bien definidos valles de las cuencas costeras presentan un menor desarrollo agrícola, cuya producción seguramente se encuentra destinada al consumo local. Son importantes por ello, los valles de los esteros Mantagua, Quintero y Puchuncaví. El estero Catapilco, encajado en los relieves montañosos de la cordillera de la Costa, logra abrirse en el desarrollo de su valle muy cerca de la desembocadura, sin embargo el espacio disponible se encuentra ocupado por la localidad de La Laguna.

Las plantaciones forestales se distribuyen en núcleos bien localizados al este de Concón, al este de Los Maitenes, alrededores de La Canela, al este de Cachagua y al norte de Catapilco. La característica particular de todos ellos, es que se localizan sobre los sectores montañosos de los relieves de la cordillera de la costa y han tenido una disminución de superficie con el paso del tiempo.

Un segundo sector se encuentra hacia el norte de la ciudad de Papudo, la interfase de uso tiene un menor desarrollo en extensión que en el sector sur, sin embargo existe una clara tendencia a la continuidad norte-sur; aquí los relieves de la cordillera de la costa se acercan bastante a la línea de costa, dejando una franja litoral angosta.

La ocupación humana y sus infraestructuras asociadas presentan una menor extensión e importancia que en el sector sur, corresponden esencialmente a localidades urbanas que se encuentran en la categoría de pueblos, según el Instituto

Nacional de Estadísticas, que se disponen en una sucesión alternada de ocupación humana y amplios espacios naturales. Las ciudades de Los Vilos y Pichidangui, son indudablemente las que presentan un mayor número de características y funciones urbanas. La red vial se limita más bien a conectar con un eje bien definido de dirección norte-sur las localidades que se emplazan en la costa, la "Ruta 5", y a su vez con ejes secundarios transversales que unen estas localidades con otras que se encuentran hacia el interior, a través de los valles que cruzan la cordillera de la Costa.

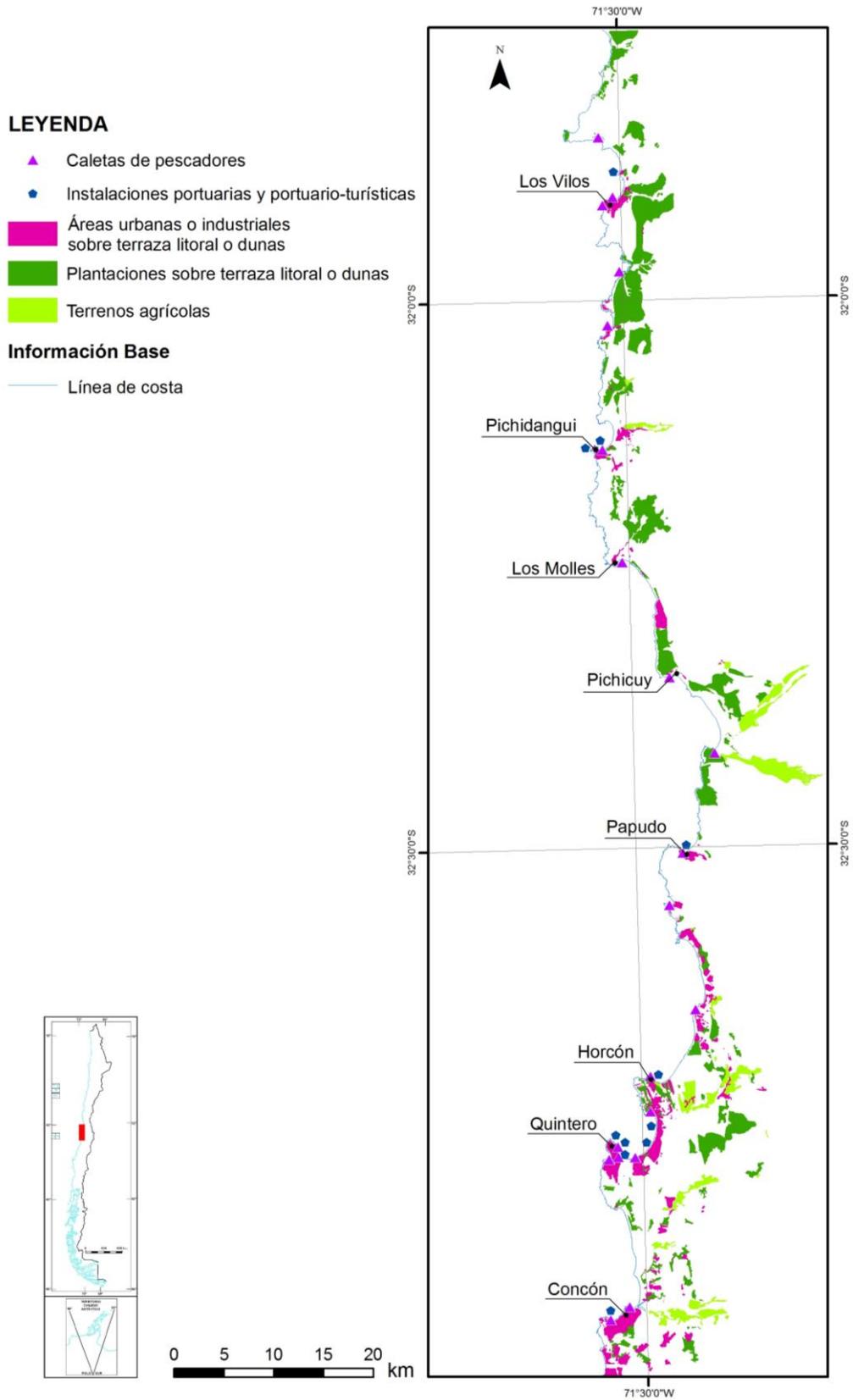
Un modelo particular de ocupación comienza a encontrarse en este sector, correspondiente a parcelaciones de terrenos de superficies de alrededores de 1, 2 o más hectáreas con fines habitacionales. Ellas corresponden a antiguas haciendas vendidas parceladamente a empresas inmobiliarias que encargándose del saneamiento de las escrituras; la extensión a una matriz principal de agua potable; alcantarillado y energía eléctrica; y la construcción de caminos de acceso, realizan nuevas subdivisiones que son ofrecidos en proyectos con nombres de fantasía a través de sitios web.

En la línea de costa se encuentran caletas de pescadores y puertos deportivos en torno a las localidades principales; el puerto de Punta Chungo, al norte de Los Vilos de propiedad de la compañía minera Los Pelambres, constituye sin lugar a dudas el principal polo industrial-portuario privado de este sector.

El uso agrícola es relevante sólo en los valles de los ríos Petorca y La Ligua, poco significativo en el valle del estero Quilimarí y prácticamente inexistente en el estero Conchalí. Las plantaciones forestales ocupan superficies amplias sobre las laderas de la cordillera costera cercanas al contacto con la planicie litoral, especialmente importantes entre Los Molles y Los Vilos.

La interfase de uso cuenta con un sinnúmero de normativas que regulan no sólo el uso sino también las actividades que se realizan sobre la franja costera. Son relevantes por tanto la Ley y la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, además de los diferentes instrumentos de ordenamiento territorial. Los actores responsables presentan competencias territoriales desde el nivel local, representado por la administración municipal, con atribuciones restringidas sobre la regulación de los espacios urbanos hasta el nivel nacional, con normativas que aplican sobre la totalidad del país. Una iniciativa interesante que se plantea como articuladora de esfuerzos e intereses sectoriales es la que se encuentra en la Comisión Nacional de Uso del Borde Costero, sin embargo su ámbito de aplicación está restringida al "borde costero del litoral", cuya definición se encuentra en la Política Nacional de Uso del Borde Costero, el que, desde la óptica de esta tesis y en consideración a los elementos y procesos geográficos, se reduce sólo a un borde, y con ello a limitadas posibilidades de gestión desde el punto de vista de la sustentabilidad de este espacio geográfico.

Mapa N° 18: Interfase de uso.



Fuente: Autor.

### 10.7.2. Interfase de Impacto.

Son aquellos espacios definidos por los efectos negativos que se producen debido a las actuaciones sobre el territorio; se encuentran por lo tanto relacionados con la interfase de uso (Mapa N° 19).

Los espacios de impacto tienden a presentar localizaciones definidas más que encontrarse sobre extensas superficies en la franja costera semiárida. Desde este punto de vista se evidencia que la pérdida de la biodiversidad es la que tiene indudablemente una mayor significación. El mejor ejemplo de esto lo constituyen las acciones de plantación de especies forrajeras, las que durante muchos años significaron el reemplazo de la vegetación natural. Apoyado por normativas de gobierno (D.L. N° 701, de 1974) estas acciones tendieron a entregar las posibilidades de un sustento de mejor calidad para las familias de comuneros existentes en el territorio de la IV región.

Las plantaciones forestales encontraron sendos espacios disponibles sobre las terrazas litorales y sobre dunas antiguas, unidades geomorfológicas que mejor representaban las características de la vegetación natural de la franja costera semiárida. (Luebert y Pliscoff 2006) señalan dos características de la vegetación para esta franja costera semiárida: una degradación que favorece la penetración de especies con afinidades desérticas y un estado sucesional regresivo de la vegetación. El espacio disponible y las condiciones climáticas imperantes fueron favorables para la instalación de las plantaciones, por lo que la vegetación existente no ha significado un obstáculo para el desarrollo de la actividad silvícola.

La ocurrencia de incendios se asocia a la cercanía de población. Las mayores concentraciones de incendios se encuentran hacia el sur del área de estudio y disminuyen progresivamente hacia el norte; por otra parte la relación superficie quemada-número de incendios en el periodo de 1985 a 2012 evidencia un incremento en términos generales de sur a norte. Entre las causas más relevantes se encuentran aquellas asociadas al tránsito y los incendios intencionales, que han tenido un impacto mayor sobre la vegetación natural en términos de la superficie quemada, afectando principalmente a vegetación de tipo matorral.

La erosión del suelo, y específicamente aquella que se encuentra ocurriendo sobre las terrazas litorales y dunas antiguas (Castro y Vicuña, 1990) expresa muy bien la interfase de impacto por cuanto en sus causas participan elementos de los sistemas geomorfológico, climático y biogeográfico, que son entrelazados para su desarrollo por las acciones humanas. La destrucción de la vegetación natural para el inicio de actividades silvícolas o debido a los incendios, elimina la protección del suelo frente al impacto de las lluvias intensas invernales que tienen entre sus características la gran irregularidad interanual; la pendiente topográfica de las unidades facilita entonces que el proceso de erosión ocurra, la que se ve favorecida en las pendientes de 4° a 15°. La reactivación de dunas es otro de los efectos de la pérdida de la vegetación que encuentra en esta costa condiciones climáticas favorables. El proceso se encuentra ocurriendo en las dunas antiguas y estabilizadas prácticamente en toda la franja costera semiárida.

Los impactos sobre el territorio asociados a la contaminación en cualquiera de sus expresiones (agua, aire, suelo), si bien son existentes, tienen instrumentos normativos que permiten a las autoridades efectuar un control de las emisiones. tres son los casos que se destacan en este sentido, por una parte los sistemas de

tratamiento de aguas servidas que efectúan una limpieza de las aguas servidas prácticamente en un porcentaje cercano al 100% de las aguas servidas de las ciudades y pueblos de la franja costera semiárida, la excepción es la ciudad de los Vilos, que si bien no cuenta actualmente con un sistema de tratamiento de las aguas, en el mediano plazo inaugurará una planta de tratamiento. Si bien la opción del océano se encuentra disponible, no todas las localidades de la franja costera descargan sus aguas tratadas al mar a través de emisarios submarinos. Cualquiera sea el caso, la Superintendencia de Servicios Sanitarios es la encargada de regular y fiscalizar el cumplimiento de las normativas en cuanto a los contaminantes de las aguas servidas.

Los vertederos o lugares para la disposición final de los desechos domiciliarios urbanos se encuentran bajo la administración de las municipalidades, que incluye también su recolección y transporte. En la franja costera semiárida los vertederos se encuentran localizados sobre las planicies litorales ocupando posiciones alejadas de los centros urbanos y adoptando medidas con el objeto de controlar olores y vectores además de soluciones de tipo paisajístico con el fin de minimizar los impactos visuales

Las normativas del Servicio de Evaluación Ambiental, establecen que para la selección de sitios para el emplazamiento de vertederos y de sistemas de tratamiento y disposición de aguas servidas, se exige una evaluación de impacto ambiental.

El caso más complejo de contaminación en la franja costera semiárida debido a la multiplicidad de actores involucrados y afectados, tiempo en el que ha persistido y superficie comprometida, es el existente en el Complejo Industrial Las Ventanas, en la bahía de Quintero. La institucionalidad ambiental catalogó el área como "Zona Saturada", en consideración a que se han sobrepasado las normas de calidad ambiental. Sin embargo, desde un punto de vista integral, esta área presenta implicancias territoriales mayores que van mucho más allá que aquellas que dicen relación con la emisión de contaminantes a la atmósfera y que están ligadas a la contaminación de los suelos, eliminación casi por completo del campo de dunas de Loncura, pérdida de valor económico de las áreas agrícolas y problemas respiratorios de la población de localidades cercanas.

Mapa N° 19: Interfase de impacto.

**LEYENDA**

**Alteraciones**

- Puntos de descarga emisarios
- ⚡ Reactivación dunaria
- ◆ Vertederos
- Incendios forestales

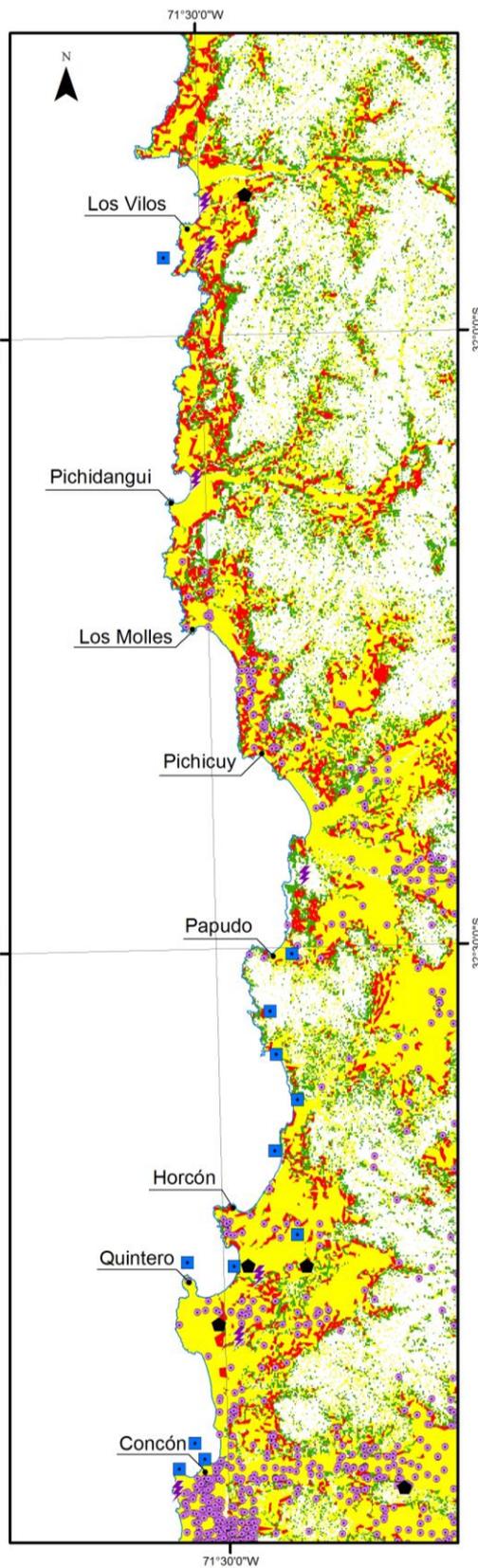
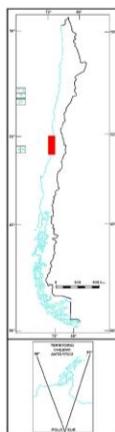
**Erosión de suelos**

Pendiente en grados

- 0 - 4
- 4 - 8
- 8 - 15

**Información Base**

- Línea de costa



Fuente: Autor.

### 10.7.3. Interfase de protección.

Son aquellos espacios que definidos por características estéticas, vegetacionales, patrimoniales, histórico-culturales o de sensibilidad morfodinámica, conviene entregar el status de área protegida, con limitaciones al uso humano (Mapa N° 20).

En Chile existen varias categorías de áreas de protección que conforman una institucionalidad con diferentes status jurídico, pero que sin embargo muchas de ellas tienen en común, en términos generales, la conservación de la biodiversidad. El Ministerio del Medio Ambiente ha adoptado la definición de área protegida existente en el Convenio de Diversidad Biológica, ratificado por Decreto Supremo N° 1.963 del Ministerio de Relaciones Exteriores de 1994, como "...un área definida geográficamente, que haya sido designada o regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación". Recientes definiciones y aplicaciones adoptadas por este ministerio han incorporado otros conceptos a la definición de área protegida: conservación a largo plazo, servicios ecosistémicos y valores culturales asociados.

El reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N° 95, SEGPRES, 2001) considera como un área de protección a "cualquier porción de territorio, delimitada geográficamente y establecida mediante acto de autoridad pública, colocada bajo protección oficial con la finalidad de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental". De acuerdo a esta definición, la conservación del patrimonio ambiental es la categoría más amplia de protección que incluye lo cultural y lo biológico (Ministerio del Medio Ambiente, 2011).

El Ministerio del Medio Ambiente (2011) identifica 32 modalidades de protección oficial del patrimonio ambiental en Chile (Tabla N° 61). A la vez que realiza una síntesis de la protección de los espacios naturales en Chile, indicando que la primera normativa de protección de un área data del año 1907 (la Reserva Forestal Malleco), estableciéndose un marcado sesgo en la protección de espacios terrestres, mayoritariamente bosques. Por contraposición, la protección de los espacios marinos y costeros es escasa y se orienta esencialmente al resguardo de actividades productivas.

Tabla N° 61: **Modalidades de protección ambiental en Chile.**

<b>Modalidad de Protección</b>	
Reserva Nacional (1) (2)	Áreas Marinas Costeras Protegidas (2) (4)
Parque Nacional (1) (2)	Espacios costero marinos de pueblos originarios (4)
Reserva de Regiones Vírgenes (2)	Áreas de Prohibición de Caza
Monumento Natural (1) (2)	Lugares de Interés Histórico/Científico
Santuario de la Naturaleza (2)	Áreas de Protección para la Conservación de la Riqueza Turística
Parques Marinos (2) (4)	Áreas de desarrollo Indígena
Reservas Marinas (2) (4)	Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (4)

Monumentos Históricos (3)	Reserva de la Biosfera
Zonas Típicas o Pintorescas (3)	Sitios del Patrimonio Mundial de la Humanidad
Zonas de Interés Turístico	Zona de Uso Preferente Borde Costero (4)
Zona de Conservación Histórica (3)	Área Preferencial para la Pesca Recreativa (4)
Áreas de Preservación Ecológica	Zonas o Áreas Especiales
Sitios Ramsar	Zonas marinas especialmente sensibles (4)
Acuíferos Regiones I, II y XV	Zonas Santuario de la Convención Ballenera (4)
Reservas Forestales	Áreas de Protección de la Ley de Bosques y de la Ley de Bosque Nativo
Bienes Nacionales Protegidos	Zona de Protección Costera (4)

(1) Corresponde a una categoría de las tres existentes pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)

(2) Áreas cuyo criterio de protección es la biodiversidad

(3) Áreas cuyo criterio de protección son elementos socioculturales

(4) Áreas de protección marina y/o litoral

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2011.

Bajo una óptica conceptual, la actual institucionalidad ambiental ha cambiado la orientación con la cual eran consideradas las áreas protegidas, desde un enfoque preservacionista, que las situaba como territorios aislados, de alto costo para el Estado y para los sectores económicos que basan su accionar en el aprovechamiento de recursos naturales, hacia un enfoque relacionado con el aporte que los servicios ambientales de estas áreas protegidas pueden entregar en términos económicos.

De acuerdo a lo anterior, las siguientes áreas de protección se encuentran en la franja costera semiárida, objeto de estudio de esta investigación (Tabla N° 62):

Tabla N° 62: **Áreas y sitios de protección en la franja costera semiárida.**

Nombre	Ubicación	Categoría
Campo dunar de la punta de Concón D.S. N° 45, Ministerio del Medio Ambiente, 2013.	Camino costero entre Reñaca y Concón	Santuario de la Naturaleza (Geomorfología)
Réplica del monolito erigido en memoria de los soldados y marinos caídos en la batalla de concón D.E. N° 321, Ministerio de Educación, 1999.	Ubicado en el costado sur del camino internacional ruta Ch 60, en el km. 6 desde la rotonda de Concón en dirección a Santiago, (frente al asentamiento Villa Independencia y delante del Centro Ecuestre)	Monumento Histórico (Equipamiento público)
Roca Oceánica D.S. N° 481, Ministerio de Educación, 1990.	Por Avenida Borgoño entre Cochoa y Costa Brava	Santuario de la Naturaleza (Geología)
Laguna Conchalí D.E. N° 41, Ministerio de	Borde costero del sector denominado "punta Chungo"	Santuario de la Naturaleza (Fauna) Designado sitio

Educación, 2000.		Ramsar el 2 de febrero de 2004.
Casa Hildesheim Baviera D.S. N° 761, Ministerio de Educación, 1975.	Av. Zapallar s/n	Monumento Histórico (Vivienda)
Iglesia Nuestra Señora de Las Mercedes D.S. N° 530, Ministerio de Educación, 1995	Frente a la playa de Papudo	Monumento Histórico (Equipamiento de culto y devoción)
Isla de Cachagua D.S. 002, 1979, Ministerio de Educación	Frente a balneario de Cachagua	Santuario de la Naturaleza (Fauna)
Pila de Bronce de la plaza de Zapallar D.S. N° 542, Ministerio de Educación, 1972.	Pueblo de Zapallar	Monumento Histórico (Equipamiento público)
Sector de Balneario de Zapallar D.S. 584, 1989, Ministerio de Educación	Sector del balneario	Zona típica
Casa y bodega ex Hacienda Santa Rosa de Colmo D.S. N° 50, Ministerio de Educación, 1987.	A 8 km de Concón por ruta 60	Monumento Histórico (Vivienda)
Las Petras de Quintero y su entorno D.S. N° 278, Ministerio de Educación, 1993.	Sureste de la base aérea de Quintero	Santuario de la Naturaleza (Flora y vegetación)
Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos Ley N° 18.892, Art. 48, Ley General de Pesca y Acuicultura, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, 1991.	Varios sectores marinos de la franja costera	Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos
Uso preferente portuario a la Bahía de Quintero D.S. N°106, Ministerio de Defensa Nacional, 1998.	Bahía de Quintero, entre punta Liles y punta Ventanilla, comprendiendo los bienes nacionales de uso público y bienes fiscales	Zona de Uso Preferente Borde Costero
Zona de Protección Costera D.S. N° 89, Ministerio de Vivienda y Urbanismo (OGUC) 1998.	80 m mínimo desde la línea de más alta marea frente a predios fiscales	Zona de Protección Costera

Fuente: [www.monumentos.cl](http://www.monumentos.cl)  
[www.concesionesmaritimas.cl](http://www.concesionesmaritimas.cl)  
[www.bordecostero.ssffaa.cl](http://www.bordecostero.ssffaa.cl)

Son **Santuarios de la Naturaleza** “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” (artículo 31 Ley N°17.288 sobre Monumentos Nacionales, Ministerio de Educación, 1970).

Las Petras de Quintero es un bosque pantanoso de tipo relictual en donde las principales especies vegetales son la petra, el canelo, el peumo y el boldo. En este lugar se han observado alrededor de 100 especies de fauna, varias de ellas endémicas, además de aves migratorias.

A través del Decreto Supremo N° 481 del 5 de agosto de 1993, del Consejo de Monumentos Nacionales del Ministerio de Educación (MINEDUC), se declara Santuario de la Naturaleza a dos sectores del campo dunar equivalentes a una superficie aproximada de 44,0 ha, correspondiente a aproximadamente un 32% del área del campo dunar de la punta de Concón, atendiendo al valor educativo, científico, escénico y estético, basado especialmente en el informe geomorfológico del profesor José Francisco Araya-Vergara. Este D.S. fue modificado por el D.S. N° 106, MINEDUC, del 9 de marzo de 1994, reduciéndose el sitio del santuario a un espacio continuo de 12,0 ha, debido a que la autoridad competente no tuvo a la vista la existencia de un permiso de construcción otorgado previamente por la Municipalidad de Viña del Mar al propietario de los terrenos.

La creación de la comuna de Concón, escindida de parte del territorio de la comuna de Viña del Mar, dejó al campo dunar y el santuario dividido en estas dos comunas: 9,7 ha en la comuna de Concón y 2,3 ha en la comuna de Viña del Mar.

En el mes de diciembre del año 2005 se logró un acuerdo entre la empresa RECONSA, propietaria de los terrenos del campo dunario y la Municipalidad de Concón, que permitió al alcalde de esa municipalidad enviar una solicitud al Consejo de Monumentos Nacionales para declarar como Santuario de la Naturaleza a 19,5 ha del campo dunar y desafectar las 9,7 ha del actual Santuario, enfatizando en el hecho de que el sector definido en ese decreto es el de mayor valor desde el punto de vista ambiental y de biodiversidad. En virtud de ello, el Decreto Exento N° 2.131 del Ministerio de Educación de 26 de diciembre de 2006, modifica el D.S. N° 106 de 1994, estableciéndose una nueva área del Santuario equivalente a 21,8 ha, comprendiendo 2,3 ha en la comuna de Viña del Mar y 19,5 ha en la comuna de Concón.

Mediante la Resolución Exenta N° 739 de 2007, la Intendencia Regional de Valparaíso reconoce al Campo Dunar de Punta Concón como Sitio Prioritario de primera prioridad para la Estrategia Regional de la Biodiversidad de la Región de Valparaíso, aprobada en el año 2005 por la Comisión Regional de Medio Ambiente en sesión del 20 de junio de 2005.

En el año 2011 se crea el movimiento ciudadano “Red Duna Libre” destinado a proteger el ecosistema de las dunas de Concón y a crear conciencia sobre la importancia de proteger las dunas. El movimiento creó un blog ([www.dunasconcom.blogspot.com](http://www.dunasconcom.blogspot.com)), una página de Facebook (<http://www.facebook.com/pages/RED-DUNA-LIBRE/164552700288078>), una cuenta en Flickr (<http://www.flickr.com/photos/dunasconcon/>), además de realizar compañías públicas: limpieza de las dunas, velatones, jornadas de reflexión, conciertos musicales, eventos populares de danza, marchas, además de cartas a la Presidencia de la República y junta de firmas.

La Resolución Exenta N° 564 de 28 de marzo de 2012, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, otorgó una prórroga de 9 meses para la otorgación de aquellas áreas en las cuales se estudia un cambio normativo, permisos de subdivisión, loteo o urbanización predial y de construcciones en el área del campo dunar de la comuna de Concón, que fuera inicialmente dispuesta por tres meses por el Decreto Alcaldicio N° 3 de fecha 3 de enero de 2012, justificado en la necesidad de protección del área y en documentos científicos presentados de autoría de la Sociedad Geológica de Chile (que declaró como Geosítio a las dunas), el informe de antecedentes geológicos y geomorfológicos del campo dunario elaborado por el Servicio Nacional de Geología y Minería, y el documento del Consejo de Monumentos Nacionales que expone su valor geomorfológico, de biodiversidad y de valor paisajístico cultural, en los que se describe además los posibles riesgos asociados a la urbanización y construcciones debido a la fragilidad geomorfológica, estructural y biótica.

Con ocasión del advenimiento del vencimiento del congelamiento de los permisos de edificación en el campo dunar en el mes de enero de 2013, la municipalidad de Concón presentó el día 23 de enero de 2012 al Ministerio del Medio Ambiente, la solicitud de ampliación del Santuario, organismo que pidió incorporar nuevos antecedentes fundamentales de esa solicitud. De este modo, la municipalidad encargó a la empresa Ecoestudios, a través de una licitación pública por poco más de 49.000.000 de pesos, el estudio de línea de base de esta área. Este estudio fue presentado por la municipalidad el 19 de octubre de 2012, realizándose además presentaciones complementarias los días 23 de noviembre y 14 de diciembre de 2012.

Las gestiones realizadas constituyeron el antecedente para que a través del D.S. N° 45 del Ministerio del Medio Ambiente de fecha 4 de enero de 2013 se fijen los límites del Santuario de la Naturaleza “Campo Dunar de la Punta de Concón”, establecido mediante un polígono definido por las coordenadas UTM de 438 vértices, encerrando una superficie de 31 ha, a la vez que deroga el D.S. N° 481 de 1993 y las modificaciones efectuadas por los decretos N° 106 de 1994 y N° 2.131 de 2006; y entrega un plazo de un año para que el Ministerio del Medio Ambiente proponga a la municipalidad y a los dueños de los predios comprendidos en el área del santuario, las bases para su manejo, entre las que se encuentren medidas para su conservación, los responsables de su ejecución y un área de amortiguación.

Ante este decreto ministerial la Sociedad Urbanizadora Reñaca-Concón S.A. (RECONSA) y la Sociedad Inmobiliaria Constructora Montemar S.A. interpusieron un recurso que buscaba evitar la ampliación del santuario justificando su inconstitucionalidad debido a posibles abusos de poder en su dictación, sin embargo la Contraloría General de la República rechazó esta presentación. La Red Duna Libre ha continuado sus actividades en conjunto con la municipalidad con el fin de entregar sus aportes para el manejo del santuario.

Los **Monumentos Históricos**, corresponden a aquellos “...lugares, ruinas, construcciones y objetos de propiedad fiscal, municipal o particular que por su calidad e interés histórico o artístico o por su antigüedad, sean declarados tales por decreto supremo...” (artículo 9, Ley N°17.288 sobre Monumentos Nacionales, Ministerio de Educación, 1970).

**Zona Típica** se establece con el fin de “....mantener el carácter ambiental y propio de ciertas poblaciones o lugares donde existieren ruinas arqueológicas, o ruinas y edificios declarados Monumentos Históricos...” (artículo 29 Ley N° 17.288).

Tanto los monumentos históricos como los santuarios de la naturaleza y las zonas típicas se encuentran bajo la custodia del Consejo de Monumentos Nacionales, el cual se asesora por especialistas en ciencias naturales. Sin contar con la autorización de este consejo, no se podrán realizar actividades de construcción, excavación, pesca, caza, explotación rural o cualquiera otra que altere su estado natural.

El Consejo de Monumentos Nacionales depende del Ministerio de Educación y está compuesto por los siguientes miembros:

- El Ministro de Educación Pública, que lo presidirá.
- El Director de Bibliotecas, Archivos y Museos, que será su Vicepresidente Ejecutivo.
- El Conservador del Museo Histórico Nacional.
- El Conservador del Museo Nacional de Historia Natural.
- El Conservador del Museo Nacional de Bellas Artes.
- El Conservador del Archivo Nacional.
- El Director de Arquitectura de la Dirección General de Obras Públicas.
- Un representante del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo.
- Un representante de la Sociedad Chilena de Historia y Geografía.
- Un representante del Colegio de Arquitectos.
- Un representante del Ministerio del Interior, que podrá ser un oficial superior de Carabineros.
- Un representante del Ministerio de Defensa Nacional, que deberá ser un oficial superior de las Fuerzas Armadas.
- Un abogado del Consejo de Defensa del Estado, que será su asesor jurídico.
- Un representante de la Sociedad de Escritores de Chile.
- Un experto en conservación y restauración de monumentos.
- Un escultor que represente a la Sociedad Nacional de Bellas Artes y a la Asociación de Pintores y Escultores de Chile.
- Un representante del Instituto de Conmemoración Histórica de Chile.
- Un representante de la Sociedad Chilena de Arqueología.
- Un miembro del Instituto de Historia de la Arquitectura de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile.
- Un representante del Consejo Nacional de la Cultura y las Artes.

Entre las atribuciones de este consejo se encuentran:

- La conveniencia de declarar los monumentos nacionales que estime solicitando la dictación de los decretos correspondientes.
- Formar y mantener el registro de monumentos nacionales.
- Elaborar los proyectos o normas de restauración necesarios.
- Gestionar la reivindicación, cesión, venta o adquisición de los monumentos que sean de propiedad particular.
- Reglamentar el acceso a los monumentos nacionales.

Las **Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos**, incluidas en el Artículo N° 48 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, si bien no fueron creadas con la intención de transformarse en áreas protegidas, en la práctica cumplen la función de conservar los recursos manejados. Las áreas delimitadas son entregadas por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR)

al Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) quien a su vez las entrega a organizaciones de pescadores artesanales.

**Zona de Uso Preferente**, se establece en el marco del sistema y del reglamento de concesiones marítimas y la Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República. Quedando bajo el control, fiscalización y supervigilancia de la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas y de DIRECTEMAR, organismo que fiscaliza y coordina las acciones de administración de esta área.

La **Zona de Protección Costera**, corresponde a aquella definida en el marco de la Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República.

En consideración a las unidades geomorfológicas existentes en la franja costera semiárida y las características de esta interfase los campos de dunas son las unidades que mejor presentan condiciones para ser consideradas en medidas de protección. De norte a sur, se encuentran en esta condición los campos de dunas de la bahía Conchalí, Pichidangui, Longotoma, Ritoque y Concón. La escasa superficie remanente del campo de dunas de Loncura, situado inmediatamente al occidente del Complejo Industrial Las Ventanas, subsiste y ve amenazada ciertamente su existencia por la expansión de las industrias allí existentes.

Las dunas constituyen un elemento de un particular sistema de equilibrio geomorfológico ligado a mecanismos del subsistema morfoclimático, gozan en varios casos de vegetación de características endémicas, constituyendo además lugar para el hábitat de una variada fauna. Desde el punto de vista patrimonial, muchos hallazgos arqueológicos se han encontrado aquí y seguramente quedan por descubrir, que dan cuenta de las modalidades de ocupación de la costa. La existencia, tierra adentro, de dunas antiguas los posiciona como un elemento de interés científico en términos de expresar parte de la evolución del cuaternario en el que se han involucrado mecanismos litosféricos y atmosféricos.

Un segundo elemento de la interfase de protección son los humedales. En el área de estudio existen 11 de estas unidades. De norte a sur se encuentran los siguientes:

- Humedal de Conchalí
- Humedal de la quebrada Totalillo
- Humedal de Quilimarí
- Humedal de Pichidangui
- Humedal de Los Molles
- Humedal de los ríos Petorca-La Ligua
- Humedal del estero Agua Salada
- Humedal del estero Catapilco
- Humedal de Campiche
- Humedal de Mantagua
- Humedal del río Aconcagua

Con diferentes superficies y estados de conservación, los humedales constituyen espacios interesantes desde el punto de vista de la biodiversidad. En ambientes semiáridos, donde la falta de agua condiciona la existencia de la vida se convierten en verdaderos núcleos de riqueza vegetal y animal. Sin embargo pareciese ser que la cercanía de la población es un condicionante negativo para la

“sobrevivencia” del humedal que ve amenazada su existencia por la extracción de agua, proliferación de vectores, acumulación de basuras y desechos.

Chile aprobó como ley de la república en el año 1980 la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, conocida como Convención Ramsar, que fuera promulgada en el D.S. N° 771 del Ministerio de Relaciones Exteriores en el año 1981. En el año 2005, la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), presentó la “Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile”, que entre sus objetivos se encuentra la conservación de los humedales prioritarios, sus funciones y beneficios, desarrollar conductas de valoración, incrementar el conocimiento científico, implementar un marco regulatorio enfocado a su protección, lograr la participación del sector privado en su conservación y desarrollar e implementar instrumentos de planificación y de gestión participativa para su conservación y uso sustentable.

Dos casos interesantes y contrastados se encuentran aquí. El humedal Santuario de la Naturaleza Laguna de Conchalí, uno de los 12 sitios Ramsar existentes en Chile (De estos 12 sitios Ramsar, 9 se encuentran bajo la responsabilidad de la Corporación Nacional Forestal, quien elaboró en el año 2010 el Programa Nacional para la Conservación de Humedales, insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado). Laguna Conchalí, es una laguna costera de agua salobre que tiene una superficie de 34 ha. Este Humedal, inmediatamente al norte de Puerto Chungo, se encuentra en terrenos de la minera los Pelambres, quien habilitó un mirador, un paseo peatonal y un sector de picnic. El sector es promovido por la empresa como un lugar de esparcimiento y recreación, y presentado como un logro de su política de responsabilidad social.

Contrariamente a lo presentado para el humedal de la laguna Conchalí, es el humedal de Campiche, cuerpo de agua, vegetación y aves que se encuentra al oriente del Complejo Industrial Las Ventanas, en la bahía de Quintero. Durante las fases expansivas del área industrial ha sido objeto de permanentes vertidos de riles y como botadero de escombros y basuras, dejado de lado de cualquier tipo de gestión sustentable, el humedal corre un serio riesgo de desaparecer.

Un cuarto elemento interesante a considerar dentro de las categorías de protección de esta interfase son las quebradas. Desde el punto de vista de los mesosistemas climático-biogeográfico y morfoclimático, las quebradas se presentan como espacios especialmente favorables para la mantención de condiciones de humedad en razón de su geomorfología y orientación, transversal a la línea de costa, que permiten canalizar los flujos de aire húmedos provenientes del océano, además de que mantienen escurrimientos de agua permanentes o semipermanentes que son parte de una red de drenaje de una cuenca. Su lecho y depósitos sedimentarios aledaños permiten mejoras en las calidades de los suelos y lo accidentado de la topografía en la que se insertan, restringe las actuaciones que pueden realizarse en ellas. Estas condiciones permiten y colocan a las quebradas como lugares interesantes de conservación, sin embargo la falta de información es notoria al nivel de detalle que permitiría realizar una gestión al nivel local.

Finalmente se estima necesario considerar en cualquier decisión de protección en la costa, todos aquellos sitios arqueológicos descubiertos y por descubrir, importantes desde el punto de vista científico y cultural. En este sentido se destacan ampliamente los sitios arqueológicos existentes entre cabo Tablas y bahía El Negro.

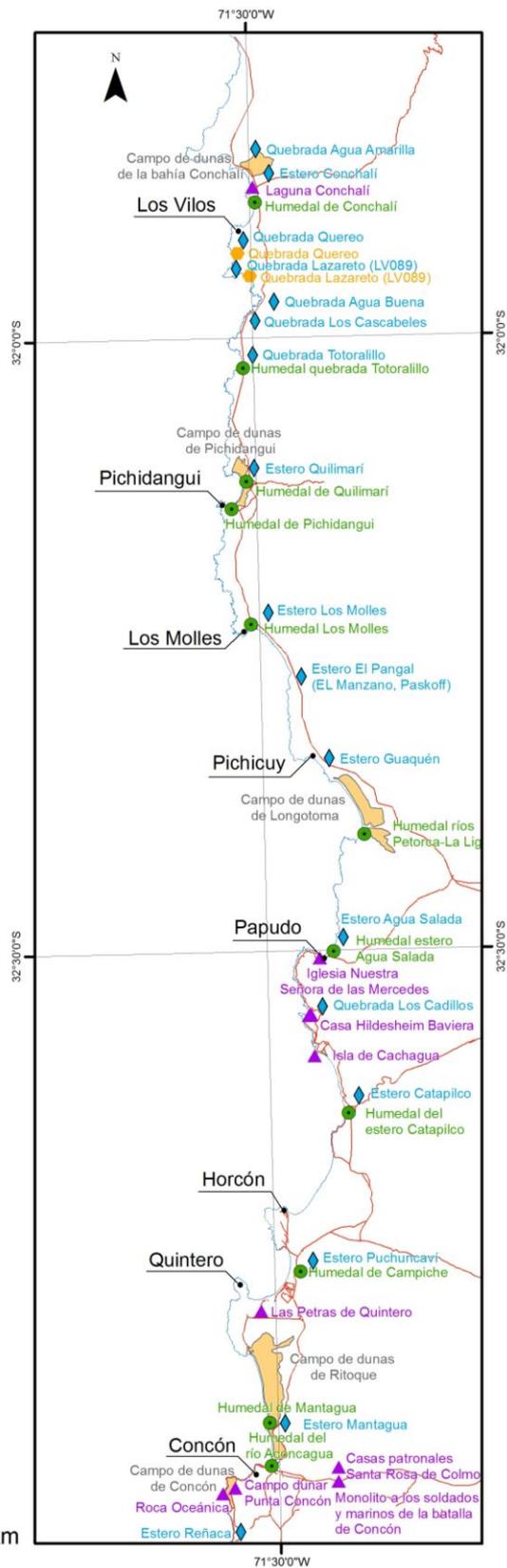
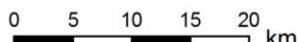
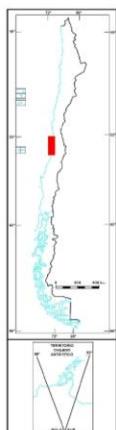
Mapa N° 20: Interfase de protección.

**LEYENDA**

- ▲ Áreas protegidas
- Humedales
- Sitios arqueológicos
- ◆ Esteros y quebradas
- Campos de dunas

**Información Base**

- Línea de costa
- Caminos principales



Fuente: Autor.

#### **10.7.4. Interfase de restricción.**

Espacios que se definen por el efecto potencial que mecanismos físicos naturales tienen sobre la población o sus infraestructuras. Esta interfase se relaciona con la identificación de áreas de riesgo en la franja costera, por lo tanto una relación directa con la interfase de uso (Mapa N° 21).

De acuerdo con Paskoff y Manríquez (1997), sin considerar de forma directa el riesgo sísmico, cuatro son los tipos de riesgos identificados para la franja costera de Chile central, y que pueden ser catalogados como potencialmente peligrosos para la vida humana y para las infraestructuras existentes en esta costa: aluvión, erosión, inundación y deslizamiento.

Indudablemente el riesgo mayor, con antecedentes directos ocurridos con ocasión del terremoto del día 27 de febrero de 2010, se refiere al impacto que los fenómenos de submersión tienen sobre la costa. Tanto las bravezas, las marejadas y especialmente los tsunamis generan por sí mismos áreas vulnerables frente al impacto de estas ondas marinas mayores.

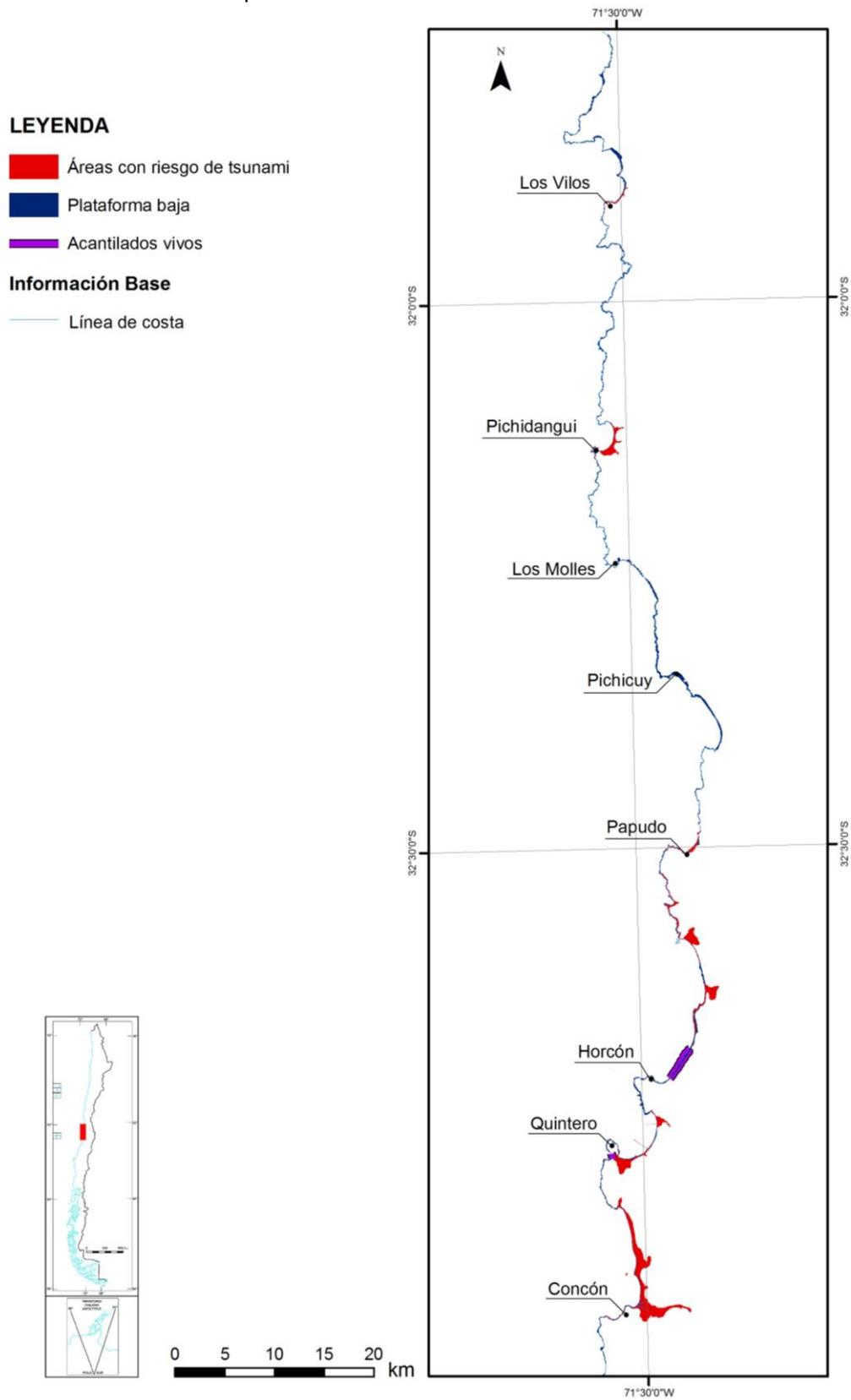
El Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) a través de una metodología de simulación numérica que integra datos de sismicidad, topografía y batimetría ha elaborado una cartografía de inundación por tsunami para varias localidades urbanas de la costa semiárida.

Desde un punto de vista general, el mayor riesgo se presenta en toda la plataforma litoral que se eleva hasta 4 o 5 m, playas y áreas bajas, debiesen constituirse en lugares con diferentes niveles de restricción a la ocupación y/o a diferentes tipos de usos.

Las áreas de restricción asociadas a fenómenos de movimientos en masa (aluviones y deslizamientos) se encuentran asociadas a factores sismotectónicos y meteorológicos que los gatillan, por tanto de difícil identificación si no se realizan estudios de detalles específicos con observaciones detalladas de terreno. Sin embargo, las áreas con pendientes topográficas sobre los 20°, litológicamente alteradas por meteorización, estructuralmente diaclasadas y con bajos niveles de cobertura vegetal, pueden considerarse como potenciales para el desarrollo de este tipo de procesos, y por lo tanto para la definición de áreas de restricción. En términos generales, estas áreas se encuentran en el dominio de los relieves de la cordillera de la Costa. En función del comportamiento hidrogeomorfológico de las cuencas, la influencia de estos procesos podría abandonar el ambiente montañoso aprovechando las redes de drenaje existentes.

Debido a factores topográficos, y las condiciones litológicas existentes, un lugar de restricción se encuentra identificado en los acantilados vivos que se encuentran en el área comprendida entre Maitencillo y Horcón, y en los acantilados occidentales de la península de Quintero. Debido a esta especial condición en que el oleaje ataca su base se transforman en lugares activos desde el punto de vista de su dinámica y por lo tanto propicios para favorecer su retroceso por colapso de cornisas. En estos casos, la relación entre el factor litológico-estructural y la instalación de edificios de departamento, piscinas y otras estructuras, que aumentan el peso sobre estas unidades, es clave en el desarrollo de estos fenómenos.

Mapa N° 21: Interfase de restricción.



Fuente: Autor en base a datos SHOA.

El riesgo de erosión, ha sido considerado dentro de la interfase de impacto, debido a que en su génesis las actuaciones humanas son las que posibilitan directamente su desarrollo.

#### **10.8. Categorías de valoración.**

Resulta complejo entregar valor a los territorios por cuanto necesariamente deben considerarse variables que permitan por una parte cuantificar y medir parámetros y por otra clasificar bajo diferentes criterios.

Castro et al. (2001), analizan indicadores geomorfológicos para estimar la fragilidad de dunas antiguas: presencia de regueras o cárcavas y movimientos en masa, estableciendo los factores condicionantes para que se desarrollen, y entregando mediciones que avalan esta fragilidad.

Andrade et al. (2004, 2010), indican que la geomorfología es una de las variables más adecuadas a considerar dado que refleja muy bien la morfoconservación de los territorios y los aciertos de las acciones de ocupación sobre el espacio; en este sentido el criterio de evaluación de la fragilidad de las unidades se obtiene por una parte a partir del porcentaje de superficie de la unidad afectada por procesos morfogenéticos y por otra, por las áreas afectadas por eventos de tsunami.

Castro et al. (2010), considerando **geositios** (lugares significativos para la geociencia, la cultura y el turismo de la naturaleza, con potencial para la conservación y actividades turísticas sustentables) de interés patrimonial en la costa de la región de Atacama en Chile, identifica criterios de valoración asociados a las cualidades de los sitios (definidos por decreto o bien propuestos por estos autores) clasificados en categorías: valor intrínseco, potencialidad de uso y necesidad de protección. Por otra parte incorpora los diferentes peligros naturales como un elemento a considerar en de planes de gestión para la ordenación del territorio.

Las categorías de valoración definidas para esta investigación: altamente degradado, degradación avanzada, degradación inicial y en conservación, se relacionan con la magnitud o importancia de la transformación antrópica a la que se encuentra sometida una interfase y sus elementos característicos (Figura N° 57). Si bien la literatura científica es clara en señalar la importancia de los parámetros medibles en la entrega objetividad a los criterios de valoración, no ha sido uno de los objetivos de esta investigación la búsqueda ni la medición de estos parámetros. Sin embargo, estas categorías permiten asignar una valoración de conjunto a la interfase, que es considerada como orientativa para la proposición de medidas coorrectoras en la perspectiva del desarrollo sustentable de la costa.

De este modo, en la interfase de uso se encuentran las cuatro categorías de valoración; en un extremo (altamente degradado) se encuentran las áreas urbanas, industriales y portuarias que han desnaturalizado totalmente el paisaje litoral y en el otro (en conservación), los espacios aún no ocupados por el ser humano y que se encuentran de forma fragmentada en la franja costera semiárida.

En la interfase de impacto, se encuentran elementos que se encuentran en las categorías de altamente degradado y en degradación avanzada. Aquí es posible realizar según cada caso realizar intervenciones de tipo estructural principalmente que permitan limitar el avance de la degradación del paisaje.

Los espacios definidos como interfase de protección se deben encontrar en la categoría de conservación. De acuerdo a lo estudiado en esta interfase, corresponden a unidades territoriales o de infraestructura que se encuentran con un velo de protección jurídico-institucional, como las dunas holocénicas de punta Concón, el humedal de Conchalí o la Iglesia de Nuestra Señora de Las Mercedes. Por otra parte se encuentran también en esta categoría de valoración aquellos espacios que por sus particulares condiciones geográficas aún no se encuentran intervenidos por la acción humana: los campos de dunas vivas, los humedales costeros o las áreas de vegetación nativa.

La interfase de restricción se encuentra definida por aquellas unidades geomorfológicas que son consideradas vulnerables frente a eventos de origen natural. En consideración a que el impacto se termina por el efecto que estos mecanismos tienen sobre la población y sus infraestructuras se encuentran en la categoría de degradación avanzada, debido a que el riesgo de impacto es permanente en el tiempo.

#### **10.9. Proposición de medidas correctoras generales.**

La definición de interfases en la franja costera, constituye un concepto que permite reunir los elementos del sistema natural y antrópico, las relaciones bidireccionales que se establecen y los usos humanos que se realizan sobre ellos establecidos a través de normas y regulaciones provenientes de la institucionalidad.

En consideración a que la costa constituye un espacio especial, que presenta una localización y extensión particular y en el que se produce una gran y activa dinámica constituida por una multiplicidad de elementos y procesos, se hace necesario organizar las medidas y acciones que permitan efectuar una gestión eficiente desde el punto de vista del desarrollo sustentable. Existen interesantes experiencias internacionales y con diferentes grados de éxito, que se encuentran bajo el concepto de gestión integrada de zonas costeras que comienzan en la consideración de la importancia que tiene las zonas costeras para los países. (Barragán et al., 2008; Doménech et al., 2009).

Con relación a la interfase de uso, existe una gran variedad de cuerpos normativos destinados a regular la forma en que es ocupado el espacio litoral, sin embargo se observa la existencia de espacios que no se insertan en las regulaciones locales; ejemplo de esta situación son aquellos terrenos que se encuentran fuera del límite urbano de las comunas en los que sólo es posible realizar ordenamiento en función de planes desarrollo intercomunal. En este sentido una clara recomendación se relaciona con el hecho de establecer mecanismos jurídicos que permitan a las comunas realizar una gestión de estos espacios. Como ha sido desarrollado en este trabajo la actual de la franja costera bajo estudio parece tender a favorecer las conurbaciones. En este sentido se presenta la oportunidad de poder delimitar con precisión y conceptos geográficos el dominio costero en estas áreas aún poco intervenidas.

Resulta totalmente necesario elaborar mapas de unidades fisiográficas que expresen las relaciones existentes entre los elementos y que den cuenta de las sensibilidades a ciertos usos. Los mapas de mesosistemas pueden ser considerados como una aproximación a seguir en la expresión de estas relaciones.

La observación de los múltiples usos e intensidad de usos en la costa, deja ver el gran número de intereses sectoriales y por ello de normativas existentes que apuntan a su regulación, pero que sin embargo no se observa que mantengan una necesaria coordinación. A pesar de que la institucionalidad existe, en la Comisión Nacional de Uso del Borde Costero, se estima necesario redefinir la aplicabilidad y entregar reales capacidades para normar usos en la franja costera que no queden simplemente en la categoría de recomendaciones. En este sentido la competencia territorial de esta comisión nacional está indicada en la Política Nacional de Uso del Borde Costero, que define un espacio jurídico y no geográfico.

Con relación a la interfase de impacto, se estima que si bien existen suficientes documentos normativos y procedimientos establecidos tendientes a evitar o disminuir los efectos considerados como negativos de las actuaciones humanas sobre el territorio, ellos deben incorporar los necesarios mecanismos de control y seguimiento. El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental establece procedimientos en este sentido para aquellos proyectos que significan alteraciones sobre el medio. Se debe evaluar por tanto la conveniencia fortalecer el sistema de control de estas medidas; especialmente sensibles para la población son aquellas que dicen relación con la regulación de las emisiones contaminantes.

En esta interfase existen otro tipo de impactos que pueden ser fácilmente controlados en su desarrollo, en el caso de los incendios, los fenómenos de erosión y de reactivación dunaria, las medidas deben apuntar a acciones educativas que deben tener por tanto resultados positivos en el largo plazo.

En las interfases de protección y de restricción surge la importancia de la investigación y conocimiento aplicado proveniente del ámbito académico y de la necesaria relación que debe existir con el ámbito político, expresado en las autoridades encargadas de tomar las decisiones sobre la gestión del territorio, se planten aquí temas que necesariamente requieren de investigación conceptual y aplicada: pérdida de la biodiversidad, desertificación, cambio climático, aumento del nivel del mar, etc.

Por otra parte, un conjunto de principios deberían ser considerados en el establecimiento de una ley litoral (Paskoff y Manríquez, 1997) que tienda a la sustentabilidad de gestión litoral: favorecer la ocupación y expansión urbana de forma transversal a la línea de costa, alejando la urbanización de áreas de peligro de fenómenos de submersión, reconocer el valor científico, histórico, paisajístico y patrimonial de ciertas áreas de la costa, con el fin de que queden protegidas jurídicamente y se transformen en "ventanas verdes" y así evitar, desde este punto de vista, el desarrollo longitudinal continuo y de forma paralela a la línea de costa, incorporar en los planes de explotación de los recursos pesqueros los procesos de biológico de reproducción de las especies con el fin de su adecuada protección. Finalmente se estima importante asegurar el acceso público y libre al bien nacional de uso público.

#### 10.10. Bibliografía específica.

**Andrade, B., Arenas, F. & Lagos, M.**, 2010. Incorporación de criterios de fragilidad ambiental y riesgo en la planificación territorial de la costa de Chile central. *Revista de Geografía Norte Grande* 45:5-20.

**Andrade, B., Lagos, M. & Arenas, F.** 2004. Cuantificación de proceso morfogenéticos actuales como indicador de la fragilidad de unidades fisiográficas en la costa de la región de O'Higgins. *Revista de Geografía Norte Grande* 31:63-72.

**Barragán, J.M. Chica, J.A. & Pérez, M.L.**, 2008. Iniciativa andaluza (España) para la gestión integrada de zonas costeras. *Revista de Geografía Norte Grande* 41:5-22.

**Castro, C., Calderón M. & Zúñiga, A.**, 2001. Indicadores geomorfológicos de la fragilidad de paleodunas. *Revista de Geografía Norte Grande* 28:11-24.

**Castro, C.; Marquardt C. & Zúñiga, A.**, 2010. Peligros naturales en geositos de interés patrimonial en la costa sur de Atacama. *Revista de Geografía Norte Grande* 45:21-39.

**Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)**, 2005. Estrategia nacional para la conservación y uso racional de los humedales en Chile. 30 pp.

**Doménech, J.; Sardá, R.; Carballo, A.; Villasante, C. Barragán, J.M.; Rodríguez, M.J.; Colina A. & Juanes, J.**, 2009. Gestión integrada de zonas costeras. Aenor, Madrid. 482 pp.

**Ministerio del Medio Ambiente**, 2011. Las áreas protegidas de Chile. Antecedentes, institucionalidad, estadísticas y desafíos. L. Sierralta; R. Serrano; J. Rovira & C. Cortés (eds). Santiago, 35 pp.

**Paskoff, R. & Manríquez, H.**, 1997. Manejo del borde costero y desarrollo sustentable en Chile central (IV y V regiones) *Terra Australis* 42:73-89.



**CAPÍTULO XI**  
**CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN**



Mediante la presente investigación se ha pretendido conocer la forma en que se articulan los diferentes elementos que participan en la organización funcional de la franja costera semiárida chilena, reconociendo que los rasgos originales del paisaje desde el punto de vista de los elementos geomorfológicos, climáticos, vegetacionales y humanos posibilitan, a través de un adecuado conocimiento, realizar una gestión eficiente desde la perspectiva del desarrollo sustentable.

Fueron reconocidos los elementos de la franja costera semiárida como pertenecientes a sistemas organizados funcionalmente siendo estudiados bajo una óptica diacrónica. Permitiendo reconocer sincronismos en los procesos evolutivos de algunos de ellos específicamente aquellos ligados al sistema biofísico, y los mecanismos de funcionamiento natural que les hacen evolucionar y al mismo tiempo interactuar con otros al mismo y en distintos niveles de organización.

La perspectiva sistémica queda manifiesta en la estructura jerárquica del análisis realizado, buscando conocer tanto las características de los elementos de los macrosistemas participantes, como las características de las relaciones existentes entre ellos. Así se determinaron 5 subsistemas, 6 mesosistemas y 4 espacios de interfase.

### **11.1. Tesis final.**

A inicios de este trabajo se propuso la siguiente hipótesis que intentamos probar con la investigación:

***Si se considera que la franja costera del extremo sur de Chile semiárido, entre los 32°S y los 33°S, obedece a una génesis y una evolución que le otorgan diferencias de sensibilidad en función de las características y relaciones geomorfológicas, climáticas y vegetacionales; si la ocupación humana sobre las unidades naturales de esta costa, con distintos grados de sensibilidad, provoca respuestas diferenciadas del medio natural que se expresan en impactos sobre las estructuras humanas; una gestión del litoral que considere las características y el funcionamiento biofísico de estas unidades naturales debiese permitir una ocupación sustentable de esta costa.***

Efectivamente el trabajo de tesis demostró que la participación de diferentes elementos, relaciones y procesos evolutivos de la costa entregan el carácter diferenciador que posee. El análisis de cada uno de ellos, organizados en macrosistemas, mesosistemas y espacios de interfase posibilita, desde el punto de vista metodológico, comprender las relaciones existentes entre ellos. De este modo se evidencia que las unidades naturales, sean ellas de origen geomorfológico o biogeográfico responden de manera diferentes de acuerdo a la ocupación antrópica que sobre ellas se realiza. Se establece por lo tanto que un adecuado conocimiento de los elementos sistémicos, de sus relaciones y bajo la forma de análisis propuesta en

este trabajo, permite proponer una serie de orientaciones que posibilitan, bajo instancias jurídico-normativas de acción una ocupación sustentable de la costa.

## **11.2. Objetivos específicos.**

- a) *Caracterizar y cartografiar las unidades costeras del área en estudio incluyendo su sensibilidad a diferentes usos.***

El estudio de cada uno de los macrosistemas de la franja costera semiárida se realizó a través de la recopilación y sistematización de la información bibliográfica disponible, principalmente investigaciones publicadas bajo la forma de artículos en revista científicas, libros o publicaciones de agencias técnicas especializadas de gobierno; que incluyeron además, información estadística y cartográfica. Las actividades de terreno se orientaron a identificar aspectos de detalle no consignados a partir de la información de gabinete y la obtención de fotografías.

Mediante el uso de un sistema de información geográfica (SIG) se administró la información cartográfica disponible, a la vez que se digitalizó y generó nueva información. Las dificultades de estas actividades se relacionaron con los diferentes orígenes, escalas y detalle de esta información, las que a través del SIG lograron subsanarse, permitiendo llevar la información a la misma escala de representación, en este sentido se utilizaron dos niveles de detalle: el nivel regional, en donde se analizaron y representaron las unidades territoriales a un menor detalle (Capítulo I, fundamentos biofísicos y antecedentes humanos regionales) y un nivel de mayor detalle en el que se representaron los elementos de cada uno de los macrosistemas.

De una manera implícita, aquellos aspectos relacionados con la sensibilidad de estas unidades se presenta en el análisis del nivel mesosistémico, que posteriormente fue categorizado en el nivel de interfase.

- b) *Determinar, mediante una perspectiva histórica y considerando el contexto jurídico normativo, las características y modalidades de la ocupación humana en el área de estudio.***

La ocupación humana de la franja costera semiárida se presentó considerando aquellos elementos que permitieron reconstruir las características del poblamiento y ocupación de la costa durante el Cuaternario, información proveniente principalmente desde fuentes arqueológicas, levantada a partir de los vestigios identificados y estudiados en sitios que se localizan muy cerca de la línea de costa actual. Por otra parte, los antecedentes históricos y documentales, permitieron describir las características de los grupos humanos y sus formas de organización territorial, antes y durante la llegada del europeo a Chile. Las primeras normativas que comenzaron a regular la ocupación se aplicaron por tanto en la época denominada de la conquista, momento en el que comenzaron a establecerse las ciudades.

Las normativas actuales que rigen la instalación de la población se relacionan directamente con normativas ligadas a los espacios urbanos, que sólo permiten a las municipalidades gestionar los territorios urbanos de sus respectivos espacios comunales en los denominados planes reguladores comunales. Aquellos espacios rurales, situados entre centros urbanos pertenecientes a comunas diferentes pueden ser sujeto de ordenamiento y gestión en tanto se incluyan en un plan intercomunal.

Tres documentos normativos superiores establecen las indicaciones a partir de las cuales debe desarrollarse cualquier iniciativa de gestión del espacio territorial en Chile y que afectan indudablemente a los espacios litorales; ellos son la Ley General de Urbanismo y Construcciones, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones y la Política Nacional de Uso del Borde Costero.

Tanto la Ley General como la Ordenanza General tienen aplicabilidad en el conjunto del territorio nacional, la Política Nacional, en cambio, es exclusiva de los espacios costeros. Sin embargo, restringe las posibilidades de gestión a una franja territorial muy delgada, un verdadero borde y sólo en aquellos terrenos de propiedad fiscal.

La Ley sobre bases Generales del Medio Ambiente, si bien constituye una herramienta que permita la gestión de los territorios, si establece los requisitos de tipo ambiental que deben cumplir aquellos proyectos que se desarrollen y que tengan impactos reales o potenciales sobre el medio ambiente. En este mismo sentido, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental establece los mecanismos que permiten evaluar si los proyectos relacionados con el desarrollo urbano o similares se ajustan a las normativas ambientales existentes.

Además de las anteriores, en Chile existe un número importante de normas catalogadas como directas o indirectas sobre los usos del suelo, que permiten realizar acciones de planificación u ordenamiento sobre el territorio, ellas cubren o regulan un amplio espectro de materias, sectorialmente provienen de una multiplicidad de organismos y por lo tanto dejan ver los múltiples intereses que existen sobre el litoral.

Desde el punto de vista de la ocupación, se destaca ampliamente el uso del suelo urbano. Las localidades pobladas tienden a localizarse aledaños a la línea de costa. El análisis temporal, posibilitado por la existencia de fotografías aéreas verticales, da cuenta de una expansión urbana con tendencia a las conurbaciones, en especial en la zona sur del área de estudio, aquella parte de la costa que más se encuentra cercanas a los centros urbanos mayores de la región: Valparaíso, Viña del Mar y Concón, y al núcleo portuario e industrial de la bahía de Quintero.

En el resto de la franja costera semiárida, los centros urbanos aún dejan vastos espacios rurales entre ellos, por lo que las posibilidades de conurbación se ven limitadas; sin embargo existen otras modalidades de ocupación: caletas de pescadores, asentamientos rurales, áreas agrícolas y áreas de plantaciones forestales. Las concesiones marítimas, administradas por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante y otorgadas para periodos de entre 1 a 10 años y superior a 10 años, son un interesante registro de los intereses actuales y/o futuros sobre ciertas áreas marítimas.

**c) *Establecer y evaluar las alteraciones antrópicas actuales sobre el medio natural.***

Desde un punto de vista conceptual las alteraciones sobre la costa semiárida chilena, objeto de estudio de esta investigación, se remontan a los momentos en que los primeros grupos humanos comienzan a asentarse en este lugar durante el periodo Cuaternario; los restos arqueológicos dan cuenta de esta ocupación, la que sin lugar a dudas no tenía ni la importancia ni la extensión suficiente como para significar una alteración permanente sobre el medio, sin embargo fue suficiente como para

reconocer la impronta humana, y determinar sus características sociales, alimenticias y conductuales (entre otros aspectos).

A nivel mundial los ejemplos de las alteraciones antrópicas en la costa se encuentran clasificadas en una variada gama de categorías, sin embargo se reconocen aspectos comunes: alteraciones en el balance sedimentario y erosión debido a la instalación de estructuras y obras de ingeniería; alteraciones de la calidad ambiental, amenazas a la biodiversidad y alteraciones relacionadas con la ocupación humana y desarrollo de actividades.

A través de investigaciones académicas, información proveniente de agencias de gobierno y los propios antecedentes obtenidos mediante recopilación de información *in situ* se pudieron determinar las diferentes categorías de alteraciones existentes en la franja litoral. Siempre administradas mediante un sistema de información geográfica se obtuvo, en la medida de lo posible, la representación espacial de estas alteraciones.

De este modo se identificaron como elementos de alteración la expansión urbana; los problemas de erosión en la línea de costa y de los suelos sobre terrazas y dunas; contaminación del agua, suelo y aire; y la degradación de la vegetación natural y reactivación dunaria.

A través de valoraciones cualitativas o cuantitativas se pudo establecer la importancia relativa de cada uno de estos elementos de alteración. Así pudo determinarse que la expansión urbana es acelerada especialmente en el sector sur del área de estudio y sigue un patrón lineal, paralelo a la línea de costa, tendiendo a generar una conurbación. De hecho toda el área comprendida entre las comunas de Puchuncaví y Quintero se encuentran consideradas en el Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso, y que aún más, considera comunas contiguas que se encuentran hacia el interior de la región. Las alteraciones del balance sedimentario sólo son observables en el área industrial de la bahía de Quintero, afectando a la línea de costa y playa; Las infraestructuras de caletas de pescadores artesanales no evidencian tener impactos en este sentido. La evidencias de los fenómenos erosivos fue constatada a través de investigaciones académicas y observaciones de terreno, como un elemento relevante del paisaje afectando principalmente a dunas antiguas y terrazas, sin embargo no fue evaluado en términos de una cuantificación del fenómeno. Un estudio con imágenes de satélite y clasificaciones de terreno podría aportar rapidez en esta evaluación.

Las alteraciones en la franja costera ligadas a los procesos de contaminación del aire, suelo o agua se encuentran restringidos a situaciones particulares y lugares determinados. En la actualidad en Chile, cualquier actuación sobre el territorio que tenga algún tipo de emisión debe someterse al Sistema de Evaluación Ambiental, por lo que antes de la instalación del proyecto ya es posible conocer las tipologías y volúmenes de las emisiones. Al respecto, existe para cada caso una abundante normativa que regula las emisiones en las cuales cada actuación debe enmarcarse. Un caso interesante referido a un problema de alteraciones el que se encuentra en la bahía de Quintero, en el llamado Complejo Industrial Las Ventanas. En la actualidad la institucionalidad la ha declarado zona saturada.

**d) *Elaborar la cartografía de detalle de las unidades geomorfológicas del litoral entre los 32°S y 33°S.***

La recopilación y análisis de investigaciones previas permitieron identificar y caracterizar las principales unidades geomorfológicas de esta costa, a partir de las cuales es factible realizar un proceso de gestión con base ambiental: playas, dunas, acantilados y terrazas litorales. Para la representación espacial de estas unidades se utilizó como base cartográfica la carta topográfica a la escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar, elaborándose un mosaico constituido por 7 hojas digitales georeferenciadas en el datum WGS84, huso 19. Utilizando este marco de referencia se convirtió a formato digital y se georeferenció la cartografía geomorfológica de las fuentes bibliográficas disponibles, además de fotografías aéreas verticales blanco y negro y color e imágenes satelitales (landsat y aster). Para proceder al reconocimiento y la posterior digitalización de estas unidades en el ambiente SIG, se emplearon las facilidades de visualización de Google Earth. Las posibilidades de realizar acercamientos y procesamientos de imagen (brillo y contraste) permitió lograr un buen detalle permitiendo delimitar muy fielmente cada unidad.

A cada unidad geomorfológica reconocida y digitalizada en términos geométricos como un polígono, se le ingresó su nombre en la base de datos alfanumérica asociada. Para efectos de la elaboración de la cartografía a la escala de la representación final, se debió generalizar la información; el resultado es la cartografía del sistema geomorfológico al final de este capítulo, y que fuera utilizado posteriormente para la definición de mesosistemas y de espacios de interfase.

**e) *Sintetizar la información biofísica de la franja costera semiárida (32-33°S) con el fin de elaborar la cartografía de cada uno de los subsistemas.***

El trabajo de tesis involucró en una primera fase la revisión de los antecedentes regionales que permitieron describir la situación geográfico física en la que se inserta la franja costera semiárida chilena, abordando al mismo tiempo aspectos relacionados con la circulación general del atmósfera, la tectónica y la evolución del clima durante el Cuaternario y los efectos de los cambios glacioeustáticos del nivel del mar. Estos antecedentes fueron necesarios para orientar la investigación, la definición de los objetivos específicos del trabajo de tesis y situar a la franja costera como una unidad geográfica particular en el país y que puede ser delimitada a través de consideraciones geográficas y ser sujeto de un proceso de gestión con base ambiental.

En una segunda fase, un cúmulo importante de información bibliográfica fue revisada para la redacción de los capítulos V, VI y VII, que permitieron el estudio detallado de la geomorfología, el clima, las formaciones vegetales. El análisis de cada subsistema fue abordado desde lo general a lo específico: estudiándose según cada caso, aproximaciones o antecedentes interesantes a nivel mundial, las características de estos sistemas en Chile con énfasis en el litoral, para luego analizar en detalle los elementos y los procesos que los dinamizan en la franja costera semiárida. Para cada uno de estos niveles territoriales y de acuerdo a la disponibilidad de información, se realizó el cada estudio y análisis considerando una perspectiva cronológica.

Si bien no forma parte de este objetivo, el análisis de los aspectos antrópicos, en relación a la ocupación de la costa, evolución de la población, crecimiento urbano e impactos ambientales siguió una similar metodología.

**f) *Elaborar el mapa de paisajes de la franja costera semiárida e identificar criterios de valoración de cada uno de ellos.***

Fueron elaborados varias tipologías de mapas temáticos para el desarrollo de la tesis. Los mapas generales en escalas de poco detalle permitieron situar el contexto geográfico en el que se inserta la franja costera semiárida. Por otra parte, y con mayor detalle, cada subsistema, a excepción del subsistema climático, fue representado en los capítulos V, VII y VIII, mediante un mapa de sus elementos. Las alteraciones antrópicas fueron representadas a través de un mapa de similares características en el desarrollo del capítulo IX. Cada una de estas cartografías fue elaborada mediante un sistema de información geográfica, que permitió previamente administrar la información gráfica así como las bases de datos alfanuméricas asociadas.

Desde el punto de vista metodológico, en el capítulo X, respecto de la evaluación final, se diseñaron y elaboraron mapas para 3 de los 6 mesosistemas definidos: geomorfológico-biogeográfico, geomorfológico-antrópico y biogeográfico-antrópico. Debido a la imposibilidad de representar los elementos climáticos a la escala utilizada, aquellos mesosistemas que relacionaban los subsistemas con el clima, no tuvieron representación cartográfica.

La cartografía del tercer nivel de organización de la franja costera semiárida, fue elaborada considerando los cuatro espacios de interfase definidos: uso, impacto, protección y restricción, diseñándose una leyenda específica para esta representación. Si bien se describieron criterios de valoración para los espacios de interfase se estima necesario, para el completo logro de este objetivo, definir una metodología específica que permita realizar una evaluación objetiva utilizando parámetros medibles asociados a los elementos del nomenclátor de cada interfase.

**g) *Determinar, jerarquizar y cartografiar las áreas en riesgo frente a eventos naturales: aluvión, erosión, inundación y deslizamiento.***

En la información bibliográfica se reconoce para la franja costera de Chile central, además del riesgo sísmico, evidente para todo el territorio del país, cuatro eventos naturales que tienen significancias e impactos diferenciados sobre la población: aluvión, erosión, inundación y deslizamiento. Debido a las relaciones entre los sistemas climático y geomorfológico, estos eventos adquieren connotaciones territoriales que deben ser precisadas para cada caso, pero que tienen componentes zonales importantes, los que indudablemente deben ser considerados dada la extensión longitudinal del país.

Para el caso del conjunto de la costa chilena, se aprecia una falta de información referida a la documentación y literatura científica asociada a estudiar la génesis, desarrollo y consecuencias de estos fenómenos, la que es aún más evidente en el área de estudio de este trabajo de tesis.

Aún cuando se reconoce ampliamente que el riesgo de tsunami es sin lugar a dudas el de mayor relevancia para la población y son conocidas públicamente las áreas potencialmente afectadas de este fenómeno, no existen normativas que restrinjan la ocupación humana en estas áreas. Por otra parte, desde el punto de vista científico los estudios existentes tienen a concentrarse en aquellas áreas que han sido afectadas en el pasado histórico por este tipo de fenómenos.

En función de estos aspectos el tratamiento de este objetivo fue más bien superficial, atendiendo más bien a aspectos observacionales y aprovechando la escasa literatura científica e información existente. Indudablemente una labor sistemática de recopilación bibliográfica, que incluya la identificación de fuentes de información no tradicionales (informes policiales y de servicios de salud, periódicos y diarios), metodológica en la definición de los riesgos (tipologías, características génesis, formas e impactos resultantes o esperados) y un trabajo de terreno orientado a este tipo de actividad, se hace necesario para cumplir cabalmente el objetivo propuesto.

***h) Determinar los elementos económico-productivos de la franja costera semiárida.***

Si bien este objetivo corresponde a un elemento fundamental que permite caracterizar y comprender el paisaje humano de la franja costera, se estimó innecesario dedicarle un acápite exclusivo. En su defecto fue incorporado de forma implícita en el análisis de la ocupación antrópica de la franja costera, ampliamente estudiada en el capítulo 8 de esta investigación. Una mayor especificación de este objetivo debiese apuntar a la determinación de la importancia relativa de estos elementos productivos dentro de la economía o economías locales en la franja costera semiárida, informándose al mismo tiempo de eventuales relaciones de tipo económico que pudiesen eventualmente existir entre localidades; para ello sería relevante considerar información estadística relacionada, entregarían otros antecedentes relevantes en función de lograr positivamente este objetivo.

Así, se evidencian como importantes desde el punto de vista económico productivo las actividades portuario-industriales. En este sentido tiene un rol primordial, no sólo regional sino nacional, el núcleo industrial existente en la bahía de Quintero, que sin lugar a dudas ha obedecido a una visión de largo plazo en su desarrollo, desde que comenzó la instalación industrial en la década de los años cincuenta del siglo veinte. Pero que no ha incorporado adecuadamente las implicancias ambientales que han tenido impactos negativos y adversos para la población. No es el caso que se aprecia existente en torno a la instalación del puerto de punta Chungo de reciente funcionamiento, en el extremo norte del área de estudio, que además de las normativas ambientales y controles a las que debió someterse, mantiene una permanente política pública de responsabilidad social empresarial.

Las caletas artesanales dan variedad al paisaje y generan economías locales. Su distribución cartográfica en el área de estudio da cuenta de equivalencias en los espacios marino-costeros asignados para las capturas, rol que se encuentra entre las competencias de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante.

Las actividades económicas ligadas a los espacios urbanos se encuentran insertas dentro de los perímetros de las ciudades y pueblos existentes y se relacionan con sus correspondientes funciones urbanas, ligadas esencialmente al comercio provisión de servicios. Sin embargo, el elemento turístico presenta potencialidades que se evidencia que no son bien aprovechadas en épocas diferentes a la estación estival, y que tienen un modelo y política interesante de desarrollo en la ciudad de Viña del Mar, inmediatamente al sur de la ciudad de Concón, con una oferta permanente de servicios e infraestructura turística. Que se beneficia indudablemente de la cercanía de la ciudad de Santiago.

Fuera de los espacios rurales las actividades forestales y agrícolas son las que ocupan el interés sólo en términos de definir aquellas áreas y unidades sobre las que se desarrolla.

Estos aspectos económico productivos han sido representados cartográficamente asociados a los capítulos VIII, (ocupación antrópica) y IX (impactos ambientales).

***j) Proponer medidas correctoras tendientes a optimizar la ocupación de la costa bajo el concepto de la sustentabilidad.***

Una consecuencia esperada del trabajo de tesis es al identificación de las alteraciones antrópica existentes en la costa. Sin lugar a dudas los procesos de urbanización tienen en Chile y en la costa de Chile central una expresión clara en la desnaturalización del litoral o bien la sucesión de usos no normados. Se plantea por tanto la proposición de ciertas medidas correctoras en el sentido de orientar la ocupación sustentable de la costa, evidenciando la importancia de la coordinación de institucionalidad en los procesos de gestión, la relación con la investigación académica y el establecimiento de un organismo superior con un real carácter resolutivo en los procesos de gestión litoral.

Se entrega a continuación un resumen (Tabla N° 63) respecto del grado de cumplimiento de los objetivos específicos propuestos al inicio de esta investigación en función de tres niveles: cumplido en su totalidad, cumplido en buena parte y cumplido de modo restringido.

Tabla N° 63: **Grado de cumplimiento de los objetivos específicos.**

Objetivo	Grado de cumplimiento
a) Caracterizar y cartografiar las unidades costeras del área en estudio incluyendo su sensibilidad a diferentes usos.	Cumplido en su totalidad
b) Determinar, mediante una perspectiva histórica y considerando el contexto jurídico normativo, las características y modalidades de la ocupación humana en el área de estudio.	Cumplido en su totalidad
c) Establecer y evaluar las alteraciones antrópicas actuales sobre el medio natural.	Cumplido en su totalidad
d) Elaborar la cartografía de detalle de las unidades geomorfológicas del litoral entre los 32°S y 33°S	Cumplido en su totalidad
e) Sintetizar la información biofísica de la franja costera semiárida (32-33°S) con el fin de elaborar la cartografía de cada uno de los sistemas	Cumplido en su totalidad
f) Elaborar el mapa de paisajes de la franja costera semiárida e identificar criterios de valoración de cada uno de ellos.	Cumplido en buena parte
g) Determinar, jerarquizar y cartografiar las áreas en riesgo frente a eventos naturales: aluvión, erosión, inundación y deslizamiento.	Cumplido de modo restringido

h) Determinar los elementos económico-productivos de la franja costera semiárida	Cumplido en buena parte
i) Proponer medidas correctoras tendientes a optimizar la ocupación de la costa bajo el concepto de la sustentabilidad.	Cumplido en su totalidad

Fuente: Autor.

Se estima evidente que la mayor parte de los objetivos específicos del trabajo de tesis han sido alcanzados con éxito. Aquellos objetivos logrados con menores grados de cumplimiento, no son un obstáculo para el logro del objetivo general de la investigación, sin embargo, se identificó para cada uno de ellos aquellos aspectos necesarios a considerar para alcanzar un nivel mayor de cumplimiento.

Desde una perspectiva global, los objetivos específicos fueron organizados secuencialmente, abarcando tanto los aspectos biofísicos como antrópicos y permitiendo obtener con cada objetivo insumos para conseguir lograr el objetivo general de la investigación.

### 11.3. Objetivo general.

***Identificar, analizar y evaluar las relaciones recíprocas de la interfase naturaleza-sociedad en la franja costera semiárida chilena (32°-33°S) con el fin de proponer recomendaciones y medidas correctoras para un uso sustentable de esa costa. Comprender mediante el enfoque de la Teoría General de Sistemas las relaciones dinámicas, físicas y culturales dependientes e interdependientes entre los elementos que participan y coexisten en esta franja costera semiárida.***

Bajo un punto de vista zonal, Chile cuenta con tres macro áreas o “provincias” una árida en el norte, una mediterránea en la zona central del país y otra húmeda en el sur. El componente climático de esta clasificación deja lugar a la definición de zonas de transición entre una y otra.

La franja costera de Chile semiárido ocupa una posición traslapada entre la aridez del norte, las características templadas de la zona central del país y los múltiples intereses sectoriales, que se disponen bajo la forma de diferentes usos y competencias por el suelo. El interés de esta investigación surge a partir de la observación de la expansión lenta, pero progresiva de la ocupación de la costa, la sucesión y reemplazo de usos del suelo, la identificación de procesos biofísicos que comienzan a verse alterados en su funcionamiento, la presencia de espacios con escasa intervención antrópica y el establecimiento y aplicación de un conjunto de normativas que intentan regular el territorio y normar los impactos, pero sin una necesaria articulación, considerando que la franja costera, como un lugar que puede ser delimitado geográficamente, requiere de un tratamiento diferente al resto del territorio y que necesariamente debe iniciarse con un mejor entendimiento de los elementos naturales y humanos que allí se organizan, y de los procesos físicos y culturales que los hacen funcionar.

En este sentido, se ha estimado interesante identificar, bajo la aproximación de la teoría general de sistemas, cuáles son los elementos de los ambientes natural y social, y cómo ellos se encuentran organizados y en funcionamiento en esta costa.

Las relaciones recíprocas entre ellos son identificadas bajo la forma de interfase; es decir, espacios definidos por las relaciones existentes entre elementos, procesos y normativas en cuatro tipos: uso, impacto, restricción y protección.

Bajo estas conceptualizaciones se estima que el objetivo general de la investigación ha sido alcanzado, pues el análisis realizado ha permitido por tanto lograr un detallado conocimiento de estos elementos, sus ámbitos de acción e interrelaciones. Por otra parte, la incorporación de una perspectiva cronológica de la evolución natural e histórica de la ocupación humana, junto al estudio de las instancias jurídico-normativas, configuran la estructura en la cual se circunscriben las recomendaciones efectuadas para el uso sustentable de esta costa.

#### **11.4. Discusión.**

El trabajo de tesis ha pretendido entregar antecedentes organizados sobre las características naturales de un tramo de la costa de Chile, definida aquí como una costa semiárida. Las clasificaciones territoriales en este sentido apuntan a considerar las variables climáticas como determinantes en la definición de sus límites. Si bien son imprecisos la literatura científica reconoce la existencia de ámbitos de transición entre zonas en las que dominan ambientes ligados convencionalmente a uno u otro tipo climático. Esta definición es especialmente interesante en Chile y desde una primera aproximación resulta bastante sencilla de comprender, dada la configuración territorial del país, en donde las características zonales permiten distinguir en un sentido norte sur, un ámbito árido, un ámbito templado y un ámbito húmedo. Las clasificaciones desde este punto de vista consideran datos climáticos poco representativos a escala local, que carecen de una distribución ideal y regular en el territorio, problema que se acrecienta en base a la consideración de la costa en su conceptualización geográfica más básica: una unidad territorial esencialmente angosta, al “borde” del continente. Por otra parte las características vegetacionales si bien pueden ser utilizadas como expresión y como una variable de síntesis de elementos climáticos, edáficos y de relieve en la delimitación y clasificación de los territorios, en la actualidad presentan una gran degradación antrópica.

Como ha podido observarse, la definición territorial de costa semiárida conlleva notablemente un sesgo climático en su definición, pero que pierde peso en función de un aumento de la escala de análisis. En efecto, el análisis de la información de los subsistemas seleccionados ha sido realizado considerando la literatura conceptual existente en Chile para cada uno de sus elementos. Es aquí donde se expresan dos situaciones a las que se ve enfrentado el análisis. Por una parte, en muchos de los estudios académicos este tramo de la costa es parte de unidades territoriales mayores, en donde necesariamente se cae en generalizaciones y escaso detalle (recuérdese la noción de “angosto” en la franja litoral). Por otra parte existen estudios que comprenden situaciones específicas que no siempre cubren la totalidad del área de estudio considerada; además la información de las agencias de gobierno, si bien tienen en su mayoría amplias coberturas territoriales, habitualmente de carácter nacional, en la mayor parte de los casos la mínima unidad de expresión es la comuna. Sin embargo esta situación no siempre es así. El trabajo minucioso de recopilación y de catastro de información (el inventario), que consume gran tiempo, hacer surgir datos valiosos a la escala de esta investigación, y que afortunadamente tienen una buena disponibilidad y centralidad en su acceso: las localidades pobladas consignan la información específica para todo tipo de entidades para cada censo de población; las concesiones marítimas, con metadatos interesantes de cada caso, o la información

vegetacional asociada a un catastro de país. La información posible de obtener a escala comunal, en las dependencias municipales no siempre tiene la regularidad territorial y detalle deseado para territorios comunales contiguos.

Es así, que en un afán de poder considerar la mayor parte de la información existente, se decidió representar la información colectada a la escala de 1:50.000, correspondiente a la información cartográfica base en la que se encuentra la cartografía regular del país. De este modo, ha sido en principio sencillo la representación territorial de la información asociada a los elementos de los subsistemas. Las unidades geomorfológicas, o la superficie de las ciudades en diferentes épocas ha sido elaborada a través de fotografías aéreas e imágenes satelitales. Otra información ha podido espacializarse con la ayuda informática de un SIG, aprovechando la disponibilidad de información pública de agencias especializadas, aunque no siempre actualizada como deseara cualquier investigación.

Así, en la escala de trabajo de esta tesis, los conceptos de mediterráneo, o semiárido ya no pueden ser tan precisos en su delimitación como en escalas de menor detalle. Bajo esta óptica, la costa chilena comprendida entre los 32 y 33°S es, en el juicio de los resultados y análisis de esta investigación, más parecida, en sus aspectos paisajísticos, geomorfológicos y también en parte evolutivos, a los territorios costeros de más al norte que de más al sur.

Estas reflexiones cobran vigor en la medida de las consideraciones de los escenarios de cambio climático proyectados para esta parte del país. Si bien los modelos pueden ser cuestionados en razón de su resolución espacial, sus conclusiones son coincidentes con las tendencias observadas en el estudio de datos de temperatura y de precipitación en esta tesis, por lo menos en términos generales; existiendo variaciones estacionales, latitudinales y evolutivas que deberán ser analizadas y explicadas en el marco de posteriores investigaciones sobre estos temas. De este modo se ha proyectado para las próximas décadas una aridización de la costa que de manera progresiva “avanza” de norte a sur, por lo menos en lo que respecta a Chile central.

No ha sido uno de los objetivos de este trabajo de tesis detallar y utilizar cada uno de las propiedades básicas de la teoría general de sistemas, dada la complejidad de las relaciones existentes, la extensión latitudinal de la costa considerada y la información colectada. Es por ello que se ha simplificado el análisis en la determinación de elementos y relaciones de los subsistemas geomorfológico, climático, biogeográfico y antrópico, adoptando un criterio cronológico en la exposición de los contenidos, lo que a su vez ha permitido conocer como ha sido la evolución del conocimiento científico en Chile para estas variables.

La incorporación de otros subsistemas a los considerados, o incluso otras variables, hubiese sido deseable si los objetivos de la investigación se hubiesen orientado a establecer relaciones sobre datos a partir de mediciones de parámetros, ello habría permitido realizar análisis de correlación y regresión permitiendo de este modo establecer la dirección de las relaciones, la determinación de la dependencia entre variables, o incluso más, la fortaleza de esas relaciones, como podría haber sido el caso al analizar el régimen del oleaje, el transporte sedimentario, las tasas de pérdida de suelos, los volúmenes y costos de producción económica, el ingreso de divisas, la migración turística estacional, el avance dunario, etc.

En función de lo analizado se ha optado por seleccionar los subsistemas más característicos que permiten sintetizar la información en la cual se aprecian las relaciones de mayor fortaleza en la franja costera semiárida.

Desde el punto de vista del estudio de las variables antrópicas, el análisis se ha centrado en los mecanismos de ocupación de la costa, instalación de infraestructuras y desarrollo de actividades. Es indudable la existencia de factores que favorecen esta ocupación humana, ellas deben encontrarse en el ámbito económico productivo, la cercanía a otros mercados, la búsqueda de espacios prístinos, la existencia de infraestructura (turismo, transporte, etc.) o el simple deseo de vivir cerca del mar.

Políticas Públicas que tiene como objeto entregar beneficios a la comunidad corren el riesgo de transformarse en verdaderos peligros para el paisaje. Así, en la búsqueda de reducir la degradación de la vegetación natural en el extremo norte del área de estudio, que venía experimentándose desde la época misma de la Colonia, el fomento a la replantación ha significado una artificialización del paisaje, en este mismo sentido deben observarse la proliferación de condominios, el otorgamiento de concesiones marinas, los obstáculos a la gestión local en ámbitos no urbanos, etc.

Las experiencias internacionales aportan modelos interesantes de tomar en cuenta en la perspectiva de una gestión integrada de la franja costera semiárida. Las experiencias positivas, así como los desaciertos son múltiples. Las mejores decisiones de gestión pasan también por la oportunidad de tomarlas a tiempo. En este sentido, la proposición de medidas deben ser consideradas como guías para una gestión sustentable. Una planificación de largo plazo debiese requerir acciones en diferentes niveles de aproximación, en los que la información cumple el rol fundamental sobre la cual se basan las decisiones en materia de gestión, una gestión coordinada con la participación de los diferentes actores con interés en el litoral y por supuesto el marco normativo adecuado.

A partir del trabajo realizado, surgen reflexiones en pro de una gestión de la zona costera bajo la perspectiva de la sustentabilidad: la información, la cartografía, los recursos investigativos humanos y las normativas que se encuentran disponibles. Pareciese ser que en los procesos de gestión son necesarias acciones de coordinación efectiva y aplicada, y una autoridad que defina los cursos de acción. Una ley del litoral en Chile se propone como necesaria en este sentido. Por el contrario, también se encuentran presentes una multiplicidad de intereses sectoriales, un ambiente propicio para el desarrollo de proyectos inmobiliarios, o macro negocios industriales, y una imprecisión de la normativa básica que restringe la definición del litoral a un borde fragmentado de territorio y no una franja geográfica de gestión (la política nacional de uso del borde costero tiene definiciones diferentes según el litoral se encuentre frente a predios públicos o predios privados).

Las medidas propuestas para una gestión sostenible, apuntan a señalar la importancia de ciertas ideas que se deducen a partir de los análisis efectuados, sin embargo otro tipo de consideraciones son relevantes y que abren las puertas de nuevas vetas de investigación: la participación ciudadana, el compromiso ambiental de las autoridades, la responsabilidad social empresarial, el rol de la academia en el estudio y definición del valor científico de los territorios y la definición precisa de áreas de riesgo.

## 11.5. Conclusión final.

Mediante el desarrollo de esta investigación se ha demostrado el carácter particular del extremo sur de la franja costera semiárida chilena, una zona en transición hacia la definición del clima mediterráneo de la zona central de Chile. A través de una exhaustiva revisión bibliográfica de los antecedentes biofísicos, se han expuesto las características de este tipo de costa en la que aún es posible realizar una gestión de conjunto sobre aquellos espacios que aún no manifiestan una ocupación humana intensiva.

Desde el punto de vista conceptual, el enfoque de la teoría de sistemas como aproximación ha sido útil en la identificación de los subsistemas y de los elementos que los definen. La organización de estos elementos y sus relaciones ha podido ser comprendida en función de las relaciones con otros subsistemas, posibilitando al mismo tiempo entender los procesos físicos que los hacen funcionar. En estos términos se configura un complejo funcional organizado de esta costa, que se completa en su comprensión a través de antecedentes históricos y físico-evolutivos.

En un sentido práctico la definición de los subsistemas climático, geomorfológico, biogeográfico y antrópico, sus elementos y los mecanismos que los dinamizan permitió en gran medida guiar actividades fundamentales de la investigación, como la recopilación bibliográfica, la exposición de la información y la representación cartográfica de los contenidos.

Si bien se reconoce a la teoría de sistemas como una aproximación conceptual válida, se hace necesario incorporar otros elementos de análisis que permitiría caracterizar de una forma más objetiva las relaciones entre los elementos, ello sólo es posible si se realizan observaciones que apunten a obtener datos numéricos, con un suficiente rango temporal de data y mediante el uso de técnicas estadísticas en su análisis. Se estima, en este sentido, que se posibilitaría obtener así la fortaleza de las relaciones.

Bajo una perspectiva metodológica, la información inventariada y el discurso se ha organizado en la definición de subsistemas, mesosistemas y espacios de interfase, como una forma de exponer la forma en la cual se organiza el paisaje biofísico-cultural de esta costa. A través de una descripción cronológica, se ha visto como el estado de la investigación ha avanzado en el conocimiento, desde consideraciones genéricas y de poco detalle, hacia una mayor especificación y medios utilizados permitiendo así un conocimiento más preciso de cómo son los procesos evolutivos de los elementos biofísicos y culturales del paisaje litoral.

En un sentido práctico, han surgido antecedentes importantes: la población se asienta en esta costa debido especialmente a las favorables condiciones climáticas, privilegiando la homogeneidad térmica que ofrece la cercanía la mar y a la existencia de recursos, aspectos que han sido observados desde las primeras etapas de la ocupación litoral durante el Cuaternario. Un turismo estacional estival, el aumento del poder adquisitivo de la población, con mejoras notables en las posibilidades de movilidad espacial, el aumento poblacional, las posibilidades de nuevos negocios, son variables que se repiten en el crecimiento en extensión de las ciudades. A ello se suman las deficiencias de las normativas que favorecen una ocupación de la costa fuera de las posibilidades de una gestión territorial integrada.

La geomorfología ha sido considerada en la investigación como una disciplina sintética ya que provee el ámbito espacial en donde los elementos de los otros sistemas se desarrollan o actúan. A la vez, las formas del terreno permiten conocer cuáles han sido los mecanismos evolutivos que le han dado el aspecto al paisaje litoral. El estudio de la climatología ha sido realizado en función de las características geomorfológicas, entregando antecedentes que permiten precisar los procesos evolutivos de las formas. Por otra parte los antecedentes de la biogeografía han sido útiles por cuanto ayudan a comprender las características del conjunto del paisaje litoral. Los impactos ambientales manifiestan diversos tipos de alteraciones, positivas o negativas en las relaciones de los subsistemas biofísicos con el subsistema antrópico.

La noción de paisaje, como elemento integrador y síntesis de las relaciones entre elementos y procesos en sus diferentes niveles de aproximación, se presenta como una alternativa válida, no sólo para comprender el funcionamiento de cualquier espacio, sino también para proponer y realizar una gestión adecuada desde el punto de vista del desarrollo sustentable.

En un sentido académico, y como aporte al conocimiento, la organización de los contenidos ha puesto de manifiesto las formas en las que la población comienza a desarrollar y ocupar la costa. A través del análisis de sistemas se ha llegado a la definición de cuatro interfases, que expresan territorialmente las relaciones antrópicas y biofísicas y cómo estas son normadas por la institucionalidad vigente. Al respecto los múltiples intereses en la costa ocurren en un espacio restringido desde el punto de vista espacial, que es definido en la institucionalidad bajo un concepto jurídico y no geográfico, limitando las posibilidades de gestión. Las evidencias indican que es más bien necesaria una autoridad superior competente en la toma de decisiones integradas sobre este espacio. Estas ideas ponen de manifiesto problemas que deben solucionarse: una mayor coordinación entre instituciones, una mayor relación con la academia, y la redacción de una ley del litoral son elementos necesarios para ello.

La identificación de estas interfases es vista como unidades de gestión orientadoras en las medidas de gestión necesarias de realizar. Para cada interfase existe un cúmulo importante de normativas que pueden ser utilizadas y actores que son competentes en este proceso. Una necesaria normativa superior de carácter legal debiera ser la articuladora de esfuerzos en pro de una gestión de la franja costera bajo la perspectiva del desarrollo sustentable, que debiese permitir evitar, entre otros aspectos, la continuidad urbana y favorecer la existencia de ventanas verdes, como espacios de conservación, de alto valor paisajístico, patrimonial y científico

El valor de las cartografías y de las herramientas informáticas de análisis favorecen el diseño de modelos, compendiar información, y la obtención de productos que han ilustrado la mayor parte de los capítulos de este trabajo de tesis. En este sentido la interfase también es de carácter conceptual, pues permite la reunión de perspectivas sectoriales: institucional, académica y pública, esta última representada por el nivel local, escenario en el cual deberían materializarse las acciones concretas de gestión sustentable.

Se estima por tanto que el objetivo de la investigación ha sido cumplido. Los resultados obtenidos, también han permitido la identificación de otros elementos que podrían ser incorporados en una investigación orientada a precisar un modelo futuro de ordenamiento territorial de la costa, incorporando nuevos roles, objetivos y otros actores. Creemos que esta investigación, es por tanto un aporte en el conocimiento de la costa chilena y de sus posibilidades de gestión.

En un sentido personal se ha obtenido una mayor precisión en el conocimiento de esta costa, especialmente de sus variables antrópicas y jurídico normativas. El empleo de las conceptualizaciones de la teoría de sistemas, si bien ha permitido trazar el camino a través del cual se han logrado los objetivos propuestos, plantea nuevos desafíos. Se estima en este sentido avanzar en su aplicabilidad a través de la definición de casos de estudio interesantes que sean usados como modelos en los cuales implementar acciones que puedan ser la base para la proposición de una redefinición de una nueva política nacional que considere de una forma más adecuada al sistema natural, y una mayor coordinación de las normativas existentes. Se estima en este sentido y necesario realizar avances en términos del empoderamiento de sectores sociales e institucionales. Áreas interesantes en este sentido es la costa entre las localidades de Los Vilos y Pichidangui, aún suficientemente alejadas de las actuaciones que han significado el desarrollo actual que ostenta Concón-Viña del Mar o el presente en la bahía de Quintero.

Desde otro punto de vista, si bien no ha sido uno de los objetivos de la investigación, surge como interesante, en lo personal y desde el punto de vista académico, incorporar un criterio integrador de variables biofísicas y evolutivas en lo que ha sido llamada costa semiárida: la importancia del agua de escurrimiento superficial, la morfoconservación de las unidades geomorfológicas y las actuales características de la vegetación. Una degradación del litoral de base antrópica englobada en el concepto de desertificación que se observa, no es una voz de alerta, sino una llamada a la acción concreta en beneficio del desarrollo sustentable del litoral.



**CAPÍTULO XII**  
**BIBLIOGRAFÍA GENERAL**



- AES Gener**, 2011. Memoria Anual. 243 pp.
- Ampuero, G.**, 1991. Antiguas culturas del Norte Chico. En *Diaguitas: Pueblos del norte verde*. Museo Chileno de Arte Precolombino. 2ª ed. Santiago, 96 pp.
- Anahi, C.** 2006. Caracterización y evaluación de los objetivos de forestación de las plantaciones de *Atriplex nummularia Lindl.* Bonificadas mediante D.L. N° 701 de 1974 en cuatro comunidades agrícolas de la región de Coquimbo. Tesis Departamento de Manejo de Recursos Forestales Universidad de Chile.
- Andrade, B.**, 1999. El marco natural de Chile: su diversidad de paisajes. Estudios Geográficos. Instituto de Economía y Geografía, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. Tomo LX N°234, enero-marzo.
- Andrade, B.; Arenas, F. & Guijón, R.**, 2008. Revisión crítica del marco institucional y legal chileno de ordenamiento territorial: el caso de la zona costera. *Revista de Geografía Norte Grande* 41:23-48.
- Andrade, B., Arenas, F. & Lagos, M.**, 2010. Incorporación de criterios de fragilidad ambiental y riesgo en la planificación territorial de la costa de Chile central. *Revista de Geografía Norte Grande* 45:5-20.
- Andrade, B. & Castro, C.**, 1992. Ensayo de evaluación del impacto de un eventual ascenso del nivel marino inducido por el efecto de invernadero en la zona costera de la Región de Valparaíso. *Revista de Geografía Norte Grande* 19: 53-57.
- Andrade, B. & Castro, C.**, 1990. La carta fisiográfica del litoral entre Tunquén y Santo Domingo (33°16' – 33°38'S). *Terra Australis* 32:153-164.
- Andrade, B. & Castro, C.**, 1989. La carta fisiográfica aplicada al manejo de la zona costera. *Terra Australis* 31:87-96.
- Andrade, B. & Castro, C.**, 1987. Antecedentes sobre la valoración y manejo de costas arenosas en Chile. *Terra Australis* 30:151-157.
- Andrade, B. & Castro, C.**, 1981. Ensayo y método de detección de unidades morfodinámicas en las planicies litorales de Chile Central. *Terra Australis* 25: 89-97
- Andrade, B.; Condeza, A.; Elizalde, P. & Halaby, M.**, 2004. Morfología de acantilados y plataformas litorales en la costa de Chile central entre la boca del Rapel y Boyeruca (33°54'-34°41'S). *Terra Australis* 49:299-311.

**Andrade, B., & Hidalgo, R., 1997.** Desarrollo urbano en el litoral de la provincia de Petorca: una aproximación desde los instrumentos de planificación territorial y fragilidad del medio físico. *Revista de Geografía Norte Grande* 24:157-164.

**Andrade, B., & Hidalgo, R., 1996.** La zona costera y los instrumentos de planificación territorial: litoral de la provincia de Petorca. *Terra Australis* 41:111-120.

**Andrade, B., Lagos, M. & Arenas, F., 2004.** Cuantificación de proceso morfogenéticos actuales como indicador de la fragilidad de unidades fisiográficas en la costa de la región de O'Higgins. *Revista de Geografía Norte Grande* 31:63-72.

**Andrade, B. & Manríquez, H., 1994.** Consideraciones ambientales de la expansión urbana sobre unidades sensibles en la zona costera: el caso de Viña del Mar. *Revista de Geografía Norte Grande* 21:19-25.

**Andrade, B. & Salazar, A., 1995.** La inserción del sistema natural en la administración territorial de la zona costera: El balneario de Algarrobo. *Revista de Geografía Norte Grande* 22:15-19.

**Andrade, B. & Urrutia, R., 1991.** Impacto de la actividad de camping sobre unidades medioambientales sensibles de la zona costera entre Lolleo y Algarrobo: Chile Central. *Revista de Geografía Norte Grande* 18:9-17.

**Araya-Vergara, J., 2001.** Los ergs del desierto marginal de Atacama, Chile. *Investigaciones Geográficas* 35:27-66.

**Araya-Vergara, J., 2001.** Formas deposicionales submarinas en el perfil longitudinal del estrecho de Magallanes, Chile. *Ciencia y Tecnología del Mar* 24:7-21

**Araya-Vergara, J., 1999.** Perfiles longitudinales de fiordos de Patagonia Central. *Ciencia y Tecnología del Mar* 22:3-29.

**Araya-Vergara, J., 1997.** Perfiles geomorfológicos de los fiordos y depresión longitudinal de Norpatagonia. *Ciencia y Tecnología del Mar* 20:3-22.

**Araya-Vergara, J., 1997.** Fundamentación geomorfológica para la conservación y manejo de sistemas dunares. *Terra Australis* 42:65-72.

**Araya-Vergara, J., 1989.** Remnant coastal dunes and their significance in Chilean ergs. *Second International Conference on Geomorphology Geoöko-Plus 1, Darmstadt*:15.

**Araya-Vergara, J., 1983.** Influencias morfogenéticas de los desalineamientos y líneas de costa contrapuestas en el litoral de Chile central. *Informaciones Geográficas* 30:3-23.

**Araya-Vergara, J., 1979.** Las incidencias cataclísmicas de las bravezas en la evolución de la costa de Chile central. *Informaciones Geográficas* 26:19-42.

**Araya-Vergara, J., 1976.** Reconocimiento de tipos e individuos geomorfológicos regionales en las costas de Chile. *Investigaciones Geográficas* 23:9-30.

**Banco Mundial**, 2008. Países sin litoral, alto costo de transporte, retrasos y menos comercio. <http://go.worldbank.org/T3G87CYMX0>.

**Bahre, C.**, 1979. The destruction of the natural vegetation of north central Chile. Publications in Geography Vol 3 University of California press.

**Barragán, J.M. Chica, J.A. & Pérez, M.L.**, 2008. Iniciativa andaluza (España) para la gestión integrada de zonas costeras. Revista de Geografía Norte Grande 41:5-22

**Bird, E.C.F.**, 1985. Coastal changes, a global review. Wiley, Chichester, 219 pp.

**Börgel, R.**, 1983. Geomorfología. Colección Geografía de Chile, Instituto Geográfico Militar, Santiago, 182 pp.

**Börgel, R.**, 1963. Las dunas litorales en Chile: Teoría y aplicación. Inscr. 26864.

**Borie, C; Duarte, A. & Lira, N.**, 2004. Una aproximación etnoarqueológica al estudio de los asentamientos costeros. Revista Werken N° 5.

**Bosque, J.**, 1999. La ciencia de la información geográfica y la geografía. VII Encuentro de geógrafos de América Latina. Publicaciones CD, San Juan, Puerto Rico, 15 pp.

**Berenguer, J.**, 2008. La Costa: un lugar para vivir. En: Pescadores de la Niebla: los changos y sus ancestros. Museo Chileno de Arte Precolombino. Santiago, 110 pp.

**Brüggen, J.** 1950. Fundamentos de la Geología de Chile. Instituto Geográfico Militar. 374 pp.

**Brüggen, J.** 1929. Texto de Geología. El Globo.

**Burschel, H.; Hernández, A. & Lobos, M.** 2003. Leña: una fuente energética renovable para Chile. Editorial Universitaria, Santiago, 171 pp.

**Caldichoury, R.**, 2000. Análisis de la vegetación en cronosecuencias dunares. Campo de dunas Santo Domingo – El Yali. Investigaciones Geográficas 34:17-28.

**Caldichoury, R.**, 1990. La fitogeografía del erg Santo Domingo, El Convento-Yali. Memoria de título, Escuela de Geografía Universidad de Chile. 99 pp.

**Cañón, J. & Morales, E.** 1985. Geografía del mar chileno. Colección Geografía de Chile. Instituto Geográfico Militar. Santiago, 244 pp.

**Carballo, A. & Villasante, C.**, 2009. La gestión integrada de las zonas costeras en la política marítima de la Unión Europea. Gestión integrada de zonas costeras, Cap. 1 Aenor, Madrid. 482 pp.

**Castro, C.**, 2004a. Duna cerro Dragón de Iquique (20°15'S): Un rasgo geomorfológico singular del desierto costero chileno. *Terra Australis* 49:31-48.

**Castro, C.**, 2004b. El índice de vulnerabilidad de dunas litorales: un instrumento para la gestión. *Terra Australis* 49:89-113.

**Castro, C.**, 2003. Indicadores de vulnerabilidad de dunas litorales: un instrumento para la gestión. *Anales de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas*. Santiago pp. 33-39.

**Castro, C.**, 1987. Transformaciones geomorfológicas recientes y degradación de las dunas de Ritoque. *Revista de Geografía Norte Grande* 14:3-13.

**Castro, C.**, 1984-85. Reseña del estado actual de conocimiento de las dunas litorales en Chile. *Terra Australis* 28:13-32.

**Castro, C. & Alvarado, C.**, 2009. La gestión del litoral chileno: un diagnóstico. *Cyted Ibermar. Manejo Costero Integrado*. 22 pp.

**Castro, C. & Andrade, B.**, 1989. Estado de morfoconservación del litoral entre Tunquén y Santo Domingo (33°16'-33°38'S) *Revista de Geografía Norte Grande* 16:51-56.

**Castro, C. & Brignardello, L.**, 1997. Geomorfología aplicada a la ordenación territorial de la franja costera entre Concón y Quintay (32°55'S y 33°15'S). *Revista de Geografía Norte Grande* 24:13-125.

**Castro, C. & Brignardello, L.**, 2005. Geomorfología aplicada a la ordenación territorial de litorales arenosos. Orientaciones para la protección, usos y aprovechamiento sustentables del sector de Los Choros, comuna de La Higuera, IV Región. *Revista de Geografía Norte Grande* 33:33-58.

**Castro C.; Brignardello L. & Cereceda T.**, 1995. Determinación de áreas con riesgo morfodinámico en San Juan Bautista, Isla Robinson Crusoe, comuna de Juan Fernández, V Región. *Terra Australis* 40: 46-61.

**Castro, C.; Brignardello, L. & Farías M.**, 1999. Diagnóstico del estado actual y sensibilidad natural del borde costero entre Concón y Quintay, V región de Valparaíso. *Terra Australis* 44:107-124.

**Castro, C.; Calderón, M. & Zúñiga, A.**, 2001. Indicadores geomorfológicos de la fragilidad de paleodunas. *Revista de Geografía Norte Grande* 28:11-24

**Castro, C.; Marquardt C. & Zúñiga, A.**, 2010. Peligros naturales en geositios de interés patrimonial en la costa sur de Atacama. *Revista de Geografía Norte Grande* 45:21-39.

**Castro, C. & Morales, E.**, 2006. La zona costera. Medio natural y ordenación integrada. Serie Geolibros N° 5. Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile. 1ª ed. Santiago, 210 pp.

**Castro, C. & Villagrán, J.**, 1997. Sistema natural y demanda inmobiliaria: el borde costero de Concón-Quintay. *Terra Australis* 42:51-63.

**Castro, C. & Pozo, V.**, 1995. Determinación de unidades con deterioro ambiental en el entorno de la bahía de Quintero (32°38' y 32°48' latitud sur y los 71°28' y 71°40' longitud oeste) Revista de Geografía Norte Grande 22:21-26.

**Castro, C. & Vicuña, P.**, 1990. Caracterización de la erosión lineal en planicies costeras de Chile central. Revista de Geografía Norte Grande 17:37-45.

**Castro, C.; Zúñiga, A. & Pattillo, C.**, 2012. Geomorfología y geopatrimonio del mar de dunas de Atacama, Copiapó (27°S), Chile. Revista de Geografía Norte Grande, 53:123-136.

**Caviedes, C.**, 1967. Las Terrazas del Aconcagua inferior. Revista Geográfica de Vaparaíso 1:63-80.

**Cendrero, A.** 1989. Land-Use Problems, Planning and Management in the Coastal Zone: An Introduction. Ocean & Shoreline Management 12:367-381.

**Centro de Análisis de Políticas Públicas**, 2010. Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile 2008. Universidad de Chile. Instituto de Asuntos Públicos. Santiago, 508 pp.

**Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)**, 1990. Atlas Agroclimático de Chile, Regiones IV a IX. Publicación N° 87. Santiago, 67 pp.

**Chorley, R.J. & Kennedy, B.A.**, 1971. Physical geography: a systems approach. London, Prentice Hall International. 370 pp.

**Chorley, R.J.**, 1962. Geomorphology and general systems theory. Theoretical papers in the hydrologic and geomorphic sciences. Geological Survey Professional paper 500-B Washington.

**Clark, J.** (1992) Integrated management of coastal zones. FAO Fisheries Technical Paper N° 327, Roma, 167 pp.  
<http://www.fao.org/docrep/003/T0708E/T0708E00.HTM>

**Coccosis, H.**, 1985. Ordenación de las zonas costeras: la experiencia europea. La Naturaleza y sus Recursos. UNESCO, Vol XXI N°1, enero-marzo, 1985 pp. 20-28.

**Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)**, 2008. Agricultura, desarrollo rural, tierra, sequía y desertificación: resultados, tendencias y desafíos para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe. Naciones Unidas, Santiago, 78 pp.

**Comisión Europea**, 2001. La Unión Europea apuesta por las zonas costeras. Luxemburgo. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. 29 pp.

**Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)**, 2010. Primer reporte sobre manejo de residuos sólidos en Chile. Santiago, 60 pp.

**Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)**, 2009. Política nacional para la gestión de sitios con presencia de contaminantes. Santiago, 49 pp.

**Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)**, 2005. Política de gestión integral de residuos sólidos. Santiago. 74 pp.

**Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)**, 2005. Estrategia nacional para la conservación y uso racional de los humedales en Chile. 30 pp.

**Comité de Desarrollo Territorial**, 1999. Estrategia Territorial Europea. Hacia un desarrollo equilibrado y sostenible del territorio de la UE. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo, 89 pp.

**Comité Técnico del Aire**, 2007. Informe de seguimiento Plan de descontaminación de Ventanas 1993-2006. Informe Diciembre 2007. Ministerio de Salud, Comisión Nacional del Medio Ambiente, Servicio Agrícola y Ganadero. 39 pp.

**Cooke, R.U. & Doornkamp, J.C.**, 1990. Geomorphology in Environmental Management 2nd ed. Clarendon Press. Oxford. 409 pp.

**Corporación Nacional Forestal (CONAF)**, 2012. Informes finales temporada. Sistema Digital CONAF. <http://www.conaf.cl/conaf/seccion-estadisticas-historicas.html>

**Corporación Nacional Forestal (CONAF)**, 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe nacional con variables ambientales. Santiago, 89 pp.

**Chávez, C.**, 1995. Amenazas naturales en media y baja montaña asociados al corredor de comercio Las Leñas, VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Memoria para optar al título de geógrafo. Departamento de Geografía, Universidad de Chile. 106 págs.

**Chuvieco, E.; Bosque, J.; Pons, X.; Conesa, C.; Santos, J.; Gutiérrez, J.; Salado, M.; Martín, M.; De la Riva, J.; Ojeda, J. & Prados, M.**, 2005. ¿Son las tecnologías de la información geográfica (TIG) parte del núcleo de la geografía? Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles 40:35-55.

**Davies, J.L.**, 1980. Geographical variation in coastal development. Longman 2<sup>nd</sup> ed., 212 pp.

**Departamento de Geofísica**, 2006. Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI. Informe final. Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. 63 pp.

**Di Castri, F. & Hajek, E.**, 1976. Bioclimatología de Chile. Vicerrectoría Académica Universidad Católica de Chile. Santiago, 128 pp.

**Doménech, J.; Sardá, R.; Carballo, A.; Villasante, C. Barragán, J.M.; Rodríguez, M.J.; Colina A. & Juanes, J.**, 2009. Gestión integrada de zonas costeras. Aenor, Madrid. 482 pp.

**Donoso, E.**, 2007. Descenso de la natalidad en Chile: Un problema país. Revista chilena de obstetricia y ginecología. 72(2):73-75.

**Elórtogui, S. (Ed.)**, 2005. Las dunas de Concón. El desafío de los espacios silvestres urbanos. Taller La Era, Viña del Mar. 111 pp.

**Environmental Protection Agency (EPA)**, 2009. Synthesis of adaptation options for coastal areas. Washington, DC, U.S. Environmental Protection Agency, Climate Ready Estuaries Program. EPA 430-F-08-024, January 2009.

**Errázuriz, A.M.; Cereceda, P.; González, J.I.; González, M.; Henríquez, M. & Rioseco, R.**, 1992. Manual de Geografía de Chile. Editorial Andrés Bello, Santiago, 415 pp.

**Estellé, P.**, 1974. La Conquista, siglo XVI. Historia de Chile. Editorial Universitaria. Colección Imagen de Chile, edición 1997. Santiago, 869 pp.

**Fairbridge, R.**, 1960. The changing level of the sea. *Scientific American*. 202(5):70-79.

**Figuroa, H.**, 1968. Geomorfología del área costera de Valparaíso entre la bahía de Quintero y el río Aconcagua. *Revista Geográfica de Valparaíso* 2(1):3-11.

**Fletcher, Ch. & Jones, A.**, 1996. Sea-level highstand recorded in holocene shoreline deposits on Oahu, Hawaii. *Journal of Sedimentary Research* 66(3):632-641.

**Flores, E.**, 1996. Clasificación de las costas de Chile. *Anales de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas*, XVII Congreso de Geografía. Universidad de La Serena pp. 29-34.

**Fuenzalida Ponce, H.**, 1971. Climatología de Chile. Publicación interna de la Sección Meteorología, Departamento de Geofísica y Geodesia, Universidad de Chile. 74 pp.

**Fuenzalida Ponce, H.**, 1965. Clima. *Geografía Económica de Chile*. Corporación de Fomento de la Producción, Capítulo IV. Santiago.

**Fuenzalida Villegas, H.**, 1965. Biogeografía. *Geografía Económica de Chile*, Corporación de Fomento de la Producción. Texto Refundido, Capítulo VII, pp. 228-267.

**Fuenzalida Villegas, H.**, 1956. Campos de dunas en la costa de Chile Central. XVIII. *Congrés Internationale de Géographie*. Rio de Janeiro pp. 234-240.

**Fuenzalida Villegas, H.**, 1951. Las terrazas marinas en las provincias de Linares y Maule. *Informaciones Geográficas* 1:12-13.

**Fuenzalida Villegas, H.**, 1950. Orografía, *Geografía Económica de Chile*, Corporación de Fomento de la Producción, Santiago.

**Fuenzalida Villegas, H.**, 1950. Clima. En *Geografía Económica de Chile*. Corporación de Fomento de la Producción, Capítulo IV. Santiago

**Fuenzalida Villegas, H.**, 1950. Biogeografía. *Geografía Económica de Chile*, Corporación de Fomento de la Producción. Capítulo VII. pp. 371-428.

**Gajardo, R.**, 1995. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago, 165 pp.

**Geisse, G.**, 1977. Origen y evolución del sistema urbano nacional. *Eure*. 5(14):37-46.

**Geisse, G & Valdivia, M.**, 1978. Urbanización e industrialización en Chile. *Eure* 5(15):11-35.

**George, P.**, 1991. *Diccionario de Geografía*. Akal, Madrid, 622 pp.

**Global Spatial Data Infrastructure (GSDI)**, 2009. SDI Coobook. <http://www.gsdi.org/gsdicookbookindex>.

**Gobierno de Chile; Consejo Nacional de Producción Limpia & Asociación de Empresas V Región.**, 2011. Acuerdo de Producción Limpia Zona Industrial Puchuncaví-Quintero. 43 pp.

**Grebe, M.E.**, 1998. *Culturas indígenas de Chile: Un estudio preliminar*. Pehuén Editores Ltda. Santiago.

**Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático**, 2003. *Cambio Climático 2001. Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Tercer informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Editado por Robert T. Watson. 207 pp.

**Guarda, G.**, 1978. *Historia urbana del Reino de Chile*. Santiago. Editorial Andrés Bello, 509 pp.

**Guilcher, A.**, 1957. *Geomorfología litoral y submarina*. Omega, Barcelona, 264 pp.

**Gulliver, F.P.**, 1898. Shoreline topography, *Proc. Amer. Acad. Arts and Sciences*, XXXIV, mayo 1898-mayo 1899 pp. 151-258.

**Hails, J.**, 1977. Applied Geomorphology in coastal-zone planning and management. *Applied Geomorphology*, John Hails Editor. Cap. 9, 317-362.

**Harvey, D.**, 1983. *Teorías, leyes y modelos en geografía*. Alianza Editorial. 504 pp.

**Henríquez, P.; Castillo, M. J. & Hidalgo, R.** (Eds.), 2008. 1906/2006 cien años de política de vivienda en Chile. Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Nacional Andrés Bello e Instituto de Geografía de la Facultad de Historia, Geografía y Ciencia Política de la Pontificia Universidad Católica de Chile, 2007, 325 pp. *Revista de Geografía Norte Grande* 39:97-99

**Herm, D., & Paskoff, R.**, 1967. Vorschlag zur Gliederung des marinen quartärs in nord und mittel-Chile, *N. Jb. Min. Geol. Paläont. Mh.*, 10:577-588.

**Hildebrand, L. & Norrena, E.**, 1992. Approaches and Progress Toward Effective Integrated Coastal Zone Management. *Marine Pollution Bulletin* 25(1-4):94-97.

**Holt-Jensen, A.**, 1980. *Geography, its history and concepts. A student's guide*. Harper & Row Publishers, London, 171 pp.

**Inman, D.L. & Nordstrom, C.E.**, 1971. On the tectonic and morphologic classification of coasts, *J. Geol.* 79, 1-21.

**Instituto de Recursos Naturales (IREN)**, 1977. Estudio de las Comunidades agrícolas IV región. Santiago, 89 pp.

**Instituto de Recursos Naturales (IREN)**, 1966. Inventario de dunas en Chile, Nº 4, Santiago.

**Instituto Geográfico Militar (IGM)**, 2011. Atlas Geográfico para la Educación. Santiago, 216 pp.

**Instituto Geográfico Militar (IGM)**, 2010. El Instituto Geográfico Militar en apoyo a los desastres. Presentación institucional.

**Instituto Geográfico Militar (IGM)**, 2005. Atlas de la República de Chile. Santiago, 359 pp.

**Instituto Geográfico Militar (IGM)**, 1988. Geografía de la IV Región de Coquimbo. Colección Geografía de Chile, Santiago, 425 pp.

**Instituto Geográfico Militar (IGM)**, 1984-85. El terremoto del 3 de marzo de 1985 y los desplazamientos de la corteza terrestre. *Terra Australis* 28:7-12.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 2011. Compendio Estadístico.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 2009. Estadísticas vitales, Santiago, 513 pp.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 2005. Ciudades, pueblos, aldeas y caseríos. Censo 2002. Santiago, 300 pp.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 2003. Censo 2002. Síntesis de Resultados. 50 pp.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 2002. Censo 2002. Resultados Vols I y II.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 2001. Compendio Estadístico.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 1995. Ciudades, pueblos y aldeas. Censo 1992. 203 pp.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 1992. Censo de población y vivienda. Resultados generales.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 1982. XV Censo nacional de población y IV de vivienda. Vols I, II y III.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 1970. Población. Total país.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 1960. Censo de población. Resumen país.

**Instituto Nacional de Estadísticas (INE)**, 1952. XII Censo general de población y I de Vivienda. Resumen país.

**Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**, 2007. Climate Change 2007: Synthesis report. Geneva Switzerland, 104 pp

**Jackson, D. & Méndez, C.** 2005. Hallazgo o búsqueda de sitios paleoindios: problemas de investigación en torno a los primeros poblamientos. *Werken* N° 5.

**Jackson, D.; Méndez, C; López, P.; Jackson, D. & Seguel, R.,** 2005. Evaluación de un asentamiento arqueológico en el semiárido de Chile: procesos de formación, fauna extinta y componentes culturales. *Intersecciones en Antropología* Facultad de Ciencias Sociales, UNCPBA, Argentina, 6:139-151.

**Jehová de Andrade, A. & Rubio, P.,** 1998-99. Geomorfología litoral: una propuesta metodológica sistémica en la llanura costera de Ceará, nordeste de Brasil. *Revista de Geografía*, Vol XXXII-XXXIII, p.165-182.

**Johnson, D.W.,** 1919. *Shore processes and shoreline development*, Nueva York, Wiley, 584 pp.

**Johnston, R.J.,** 1983. *Geography and Geographers. Anglo-American Human Geography since 1945.* Edward Arnold, 2<sup>nd</sup> edition, 264 pp.

**Juhasz, F.,** 1991. An International Comparison of Sustainable Coastal Zone Management Policies. *Marine Pollution Bulletin* Vol. 23 pp. 595-602.

**Kelletat, D.,** 1989. The question of "zonality" in coastal geomorphology, with tentative application along the coast of the USA. *Journ. Coastal Research* 2:329-344.

**King, C.,** 1977. Clasificación and Morphometry of the Coast Between 20°S and 42°S. *Revista Geográfica de Valparaíso* 8:27-57.

**Langton, J.,** 1972. Potentialities and problems of adapting a systems approach to the study of change in Human Geography. *Progress in Geography*, 4, 125-79.

**López, P.,** 2007. Tafonomía de los mamíferos extintos del pleistoceno tardío de la costa meridional del semiárido de Chile (IV Región -32°latitudes). *Alcances culturales y peleoecológicos.* *Chungará* 39(1), jun. 2007:69-86.

**Luebert, F. & Pliscoff, P.,** 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, 316 pp.

**Manríquez, H.,** 1997. Evolución morfológico-histórica en la zona costera de la ciudad de San Antonio. *Revista Geográfica de Valparaíso* 28:267-273.

**Manríquez, H.,** 1994. Manejo de Zonas Costeras: Expansión urbana sobre unidades sensibles en la ciudad de Viña del Mar (período 1974 - 1991). Memoria de Título para optar al grado académico de Licenciado en Geografía. Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile. 110 pp.

**Marchant, C.**, 2004. Cambios recientes y vulnerabilidad del campo de dunas de Conchalí, Los Vilos IV Región de Coquimbo. Seminario de Grado Instituto de Geografía Pontificia Universidad Católica de Chile. 171 pp.

**Mardones, M.**, 1999. Contribución al conocimiento geomorfológico de las cuencas hidrográficas de los lagos Lanalhue y Lleulleu. *Terra Australis* 44:87-106.

**Martin, A.**, 1990. Hacia una nueva regionalización y cálculo del peligro sísmico en Chile. Memoria para optar el Título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Chile. 207 pp.

**Martín, J.**, 1999. Cambios en el sistema climático: escalas, métodos y efectos (desertificación). Seminario internacional sobre la inserción del semiárido latinoamericano en el proceso de Globalización de la economía mundial – Anais. Temática V, 515-528.

**Martinic, M.**, 1996. La cueva del Milodón (Última Esperanza, Patagonia Chilena). Un siglo de descubrimientos y estudios referidos a la vida primitiva en el sur de América. *Journal de la Societé des Américanistes* T. 82 pp. 311-323.

**Meaza, G. & Cuesta, M.J.**, 2010. Fitoindicación/fitoacción ambiental y territorial. Ensayo de aplicación en la reserva de la biosfera de Urdaibai (País Vasco) *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 54:99-123.

**Melón S.A.**, 2011. Memoria Anual. 103 pp.

**Méndez, C.** 2002a. Orígenes del asentamiento holocénico tardío de cazadores recolectores en el litoral del Choapa: ensayo para la generación de una hipótesis de investigación. *Werkén* N° 4.

**Méndez, C.**, 2002b. Cazadores recolectores costeros y sus contextos de tarea: una visión desde el asentamiento holocénicos temprano de punta Penitente (LV. 014), Los Vilos. *Chungará (Arica)* 34(2):153-166.

**Méndez, C. & Jackson, D.**, 2006. Causalidad o concurrencia, relaciones entre cambios ambientales y sociales en los cazadores recolectores durante la transición entre el Holoceno Medio y Tardío (Costa del semiárido de Chile). *Chungará, Revista de Antropología Chilena* 38(2):173-184.

**Méndez, C. & Jackson, D.**, 2004. Ocupaciones humanas del holoceno tardío en Los Vilos (IV Región, Chile): Origen y características conductuales de la población local de cazadores recolectores de litoral. *Chungará, Revista de Antropología Chilena*. 36(2):279-293.

**Meneses, R.; Varela, G. & Flores, H.**, 2012. Evaluating the use of *Atriplex nummularia* hay on feed intake, growth, and carcass characteristics of creole kids. *Chilean Journal of Agricultural Research* 72(1) January-march 2012:74-79.

**Ministerio de Defensa Nacional (MINDEF)**, 2010. Ley N° 20.424, Estatuto orgánico del Ministerio de Defensa Nacional. Ministerio de Defensa Nacional. Santiago, Chile, 2 de febrero de 2010.

**Ministerio de Defensa Nacional (MINDEF)**, 1994. Decreto N° 475, Establece política nacional de uso del borde costero del litoral de la república y crea comisión que indica. Ministerio de Defensa Nacional. Santiago, Chile, 14 de diciembre de 1994.

**Ministerio de Defensa Nacional (MINDEF)**, 2005. Decreto N° 2, Sustituye reglamento sobre concesiones marítimas, fijado por Decreto (M) N° 660 de 1988. Ministerio de Defensa Nacional. Santiago, Chile, 3 de enero de 2005.

**Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL)**, 1995. Decreto N° 827, Promulga el protocolo para la conservación y administración de las áreas marinas y costeras protegidas del pacífico sudeste. Ministerio de Relaciones Exteriores. Santiago, 27 de junio de 1995.

**Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)**, 1975. Decreto N° 458, Aprueba nueva ley general de urbanismo y construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Santiago, Chile, 18 de diciembre de 1975.

**Ministerio Secretaría General de la Presidencia**, 1994. Ley N° 19.300, Aprueba ley sobre bases generales del medio ambiente. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile, 1 de marzo de 1994.

**Ministerio Secretaría General de la Presidencia**, 2010. Ley N° 20.417, Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile, 12 de enero de 2010.

**Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)**, 2004. Chile, un siglo de políticas de vivienda y barrio. Santiago, Pehuén Editores Ltda. 1ª ed. 359 pp.

**Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)**, 1992. Decreto N° 47, Fija texto de la ordenanza general de la ley general de urbanismo y construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Santiago, Chile, 16 de abril de 1992.

**Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)**, s/a. Historia del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Documento electrónico.  
[http://www.minvu.cl/opensite\\_20061113164636.aspx](http://www.minvu.cl/opensite_20061113164636.aspx)

**Ministerio del Medio Ambiente**. 2012. Informe del estado del medio ambiente 2011. Santiago, 2ª edición, 511 pp.

**Ministerio del Medio Ambiente**, 2011. Las áreas protegidas de Chile. Antecedentes, institucionalidad, estadísticas y desafíos. L. Sierralta; R. Serrano; J. Rovira y C. Cortés (eds). Santiago, 35 pp.

**Ministerio del Medio Ambiente**. 2011. Registro de emisiones y transferencia de contaminantes. Reporte 2005-2009, Santiago, 185 pp.

**Morales, E.** 1984. Geografía de los Fondos Marinos. Colección Geografía de Chile. Instituto Geográfico Militar, Santiago, 206 pp.

**Morton, R.**, 1977. Historical shoreline changes and their causes, Texas gulf coast. Transactions Gulf Coast Association of Geological Societies Vol XXVII:352-364.

**Müller-Hohenstein, K.**, 1992. Las dunas como ecosistemas: experiencias en Europa, Arabia y África. *Bosque* 13(1):9-21.

**Novoa, J.**, 1991. Cambios recientes de la línea litoral, área intercomunal La Serean-Coquimbo (IV Región, Chile semiárido, análisis comparativo (1954-1978). *Terra Australis* 35:35-45.

**Novoa, R.; Villaseca, S.; Del Canto, P.; Rouanet, J.; Sierra, C. & Del Pozo, A.**, 1989. Mapa Agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, 221 pp.

**Núñez, M. & Saelzer, E.**, 1954. Las terrazas marinas entre Valparaíso y Algarrobo. *Informaciones Geográficas* 4:6-27.

**Ortiz, J.**, 1983. Población y sistema nacional de asentamientos urbanos. Colección Geografía de Chile. Instituto Geográfico Militar, Santiago, 156 pp.

**Ota, Y.; Miyauchi, T.; Paskoff, R & Koba, M.**, 1995. Plio-Quaternary marine terraces and their formation along the Altos de Talinay, north central Chile. *Revista Geológica de Chile* 22(1):89-102.

**Owens, D.**, 1983. Coastal Law. Man and the Marine Environment R. Ragotzkie ed. CRC Press, Inc. Usa. pp.141-158.

**Paskoff, R.; Manríquez, H.; Cuitiño, L. & Petiot, R.** 2002. Nuevos antecedentes acerca de la geomorfología de la duna colgada de Concón. *Terra Australis* 47:43-50.

**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* 27,1:121-131.

**Paskoff, R.; Cuitiño, L. & Petiot, R.**, 1998. Carácter relicto de la gran duna de Iquique, región de Tarapacá, Chile. *Revista Geológica de Chile*. 25(2):255-263.

**Paskoff, R. & Manríquez, H.**, 1997. Manejo del borde costero y desarrollo sustentable en Chile central (IV y V regiones) *Terra Australis* 42:73-89.

**Paskoff, R. & Del Canto, S.**, 1983. Características y evolución geomorfológica actual de algunas playas de Chile central, entre Valparaíso y San Antonio (V Región). *Revista de Geografía Norte Grande* 10:31-45.

**Paskoff, R.**, 1999. Contribuciones recientes al conocimiento del Cuaternario marino del centro y del norte de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande* 26:43-50.

**Paskoff, R.**, 1997. Apuntes del curso "Análisis del medio geográfico de la IV y V región". Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

**Paskoff, R.**, 1996a. Atlas de las Formas de Relieve de Chile. Instituto Geográfico Militar, Santiago, 288 pp.

**Paskoff, R.** 1996b. Neotectónica y variaciones del nivel del océano durante el Plio-Cuaternario en la costa de Chile Semiárido (30-33°S). Ponencias y Seminarios, IV Congreso Internacional de Ciencias de la Tierra 131-135.

**Paskoff, R.**, 1995. Field meeting in the La Serena-Coquimbo bay. Guidebook for a fieldtrip (27-28 november 1995) organized during the 1995 Annual meeting of the International Geological Correlation Program Project 367 (Antofagasta, Chile).

**Paskoff, R.**, 1994. Les littoraux. Impacts des aménagements sur leur évolution. Masson Géographie, 2e édition. 256 pp.

**Paskoff, R.**, 1993. Geomorfología de Chile Semiárido. Universidad de La Serena. 321 pp.

**Paskoff, R.**, 1989. Zonality and main geomorphic features of the Chilean coast. *Essener Geogr. Arbeiten* Bd.18:237-267.

**Paskoff, R.**, 1981. L'érosion des côtes. Que sais je? 1902, Presses Universitaires de France. 127 pp.

**Paskoff, R.**, 1978-79. Sobre la evolución geomorfológica del Gran Acantilado costero del norte grande de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande* 6:7-21.

**Paskoff, R.**, 1970. Le Chili semi-aride, recherches géomorphologiques. Biscaye, Bordeaux, 420 pp.

**Peña-Cortés, F.; Ailio, C.; Gutiérrez, P.; Escalona-Ulloa, M.; Rebolledo, G.; Pincheira-Ulbrich, J.; Rozas, D. & Hauenstein, E.**, 2008. Morfología y dinámica dunaria en el borde costero de la Región de La Araucanía en Chile. Antecedentes para la conservación y gestión territorial. *Revista de Geografía Norte Grande* 41:63-80.

**Peña, F. & Mardones, M.**, 1999. Geomorfología del curso inferior del río Itata. VIII Región del Biobío. *Terra Australis* 44:31-44.

**Phillips, J.**, 1999. Divergence, convergence, and self-organization in landscapes. *AAAG*, 89(3):466-488.

**Pisano, E.**, 1966. Zonas biogeográficas. *Geográfica Económica de Chile*, Corporación de Fomento de la Producción, Primer Apéndice. Capítulo VI. pp. 62-73.

**Pomar, J.**, 1962. Cambios en los ríos y en la morfología de la costa de Chile. *Revista Chilena de Historia y Geografía* 130:318-356.

**Puerto Ventanas S.A.**, 2011. Memoria Anual, 124 pp.

**Quezada, J.; González, G.; Dunai, T.; Jensen, A. & Juez-Larré, J.**, 2007. Alzamiento litoral pleistoceno del norte de Chile: edades 21Ne de la terraza costera más alta del área de Caldera-Bahía Inglesa. *Revista Geológica de Chile* 34(1):81-96.

**Quintanilla, V.**, 1987. Carta fitogeográfica de Chile mediterráneo. Universidad de Santiago de Chile, Área de Geociencias IV, año XVII, N° 70, reedición, 32 pp.

**Quintanilla, V.** 1983. Biogeografía. Colección Geografía de Chile. Instituto Geográfico Militar, Santiago. 230 pp.

**Quintanilla, V.** 1981. Carta de las formaciones vegetales de Chile. Universidad de Santiago de Chile, Área de Geociencias I, año XI, N° 47. 32 pp.

**Quiroz, D. & Sánchez, M.** 2004. Poblamientos iniciales en la costa septentrional de la Araucanía (6.500-2.000 A.P.) Chungará, Revista de Antropología Chilena. Volumen especial pp. 289-302.

**Radtke, U.,** 1989. Marine Terrassen und Korallenriffe als problem der quärteren Meeresspiegelschwankungen erläutert an fallstudien aus Chile, Argentinien und Barbados. Dusseldorfer Geographische Schriften. 27:1-246.

**Ramírez, C.; Durán, A.; Figueroa, H. & Contreras, D.,** 1985. Estudio de la vegetación de dunas con técnicas estadísticas multivariadas. Revista Geográfica de Valparaíso 16:47-66.

**Ramírez, C.,** 1992. Las dunas chilenas como hábitat humano, florístico y faunístico. Bosque 13(1):3-17.

**Ramírez, M.,** 2005. Caracterización geomorfológica y usos humanos en las dunas litorales de Pichidangui, IV Región de Coquimbo. Seminario de Grado Instituto de Geografía Pontificia Universidad Católica de Chile. 175 pp.

**Reiche, C.,** 1934. Geografía botánica de Chile. 2 vol. Trad. G. Looser. Imprenta Universitaria. Santiago.

**Retamal, J.,** 1980. La sociedad colonial. Editorial Salesiana. Serie Cuadernos Históricos N° 5. Santiago. 27 pp.

**Romero, H.,** 1983. Chile en el Espacio Mundial, estructuras y procesos geográficos a escala planetaria. Fundamentos Geográficos del Territorio Nacional. Colección Geografía de Chile. Instituto Geográfico Militar. Santiago, 247 pp.

**Romero, H.,** 1985. Geografía de los Climas. Colección Geografía de Chile. Instituto Geográfico Militar, Santiago, 243 pp.

**Rubio, P.,** 2012. Sobre la idea y desarrollo de la ciencia del paisaje. En: Apuntes de la asignatura "Gestión Ambiental y Paisaje. Master Oficial Europeo en "Planificación Territorial y Gestión Ambiental". Universitat de Barcelona. Barcelona. España.

**Rubio, P.,** 1995. Los estudios de paisaje y la teoría general de sistemas. Cambios regionales a finales del siglo XX. XIV Congreso Nacional de Geografía, Asociación de Geógrafos Españoles, Salamanca, 8.

**San Martín, J.; Ramírez, C. & San Martín C.,** 1992. La flora de las dunas chilenas y sus adaptaciones morfológicas. Bosque 13(1):29-39.

**Sánchez, A. & Cárdenas, C.,** 2000. El impacto de los proyectos inmobiliarios en el desarrollo local: el borde costero de la localidad de Horcón, Región de Valparaíso. Revista de Geografía Norte Grande 27:111-121.

**Santana, R.**, 1966. Reseña geográfica de Chile. Geografía Económica de Chile. Primer apéndice. Corporación de Fomento de la Producción. Santiago pp. 1-17.

**Santibáñez, F. & Uribe, J.**, 1993. Atlas agroclimático de Chile. Regiones VI, VII, VIII y IX. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Laboratorio de Agroclimatología. Departamento de Ingeniería y Suelos. Santiago, 99 pp.

**Santibáñez, F. & Uribe, J.**, 1990. Atlas agroclimático de Chile. Regiones V y Metropolitana. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Laboratorio de Agroclimatología. Departamento de Ingeniería y Suelos. Santiago, 65 pp.

**Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA)**, 2000. El maremoto del 22 de mayo de 1960 en las costas de Chile. 2ª edición. 72 pp.

**Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)**, 2002. Mapa Geológico de Chile escala 1:1.000.000.

**Shepard, F. P.**, 1973. Seacoast classification. Submarine Geology: Harper Row, New York, pp. 102-122.

**Shepard, F.P.**, 1948. Submarine geology, Nueva York, Harper & Bros, 348 pp.

**Silva, O.**, 1980. Culturas y pueblos de Chile prehispano. Editorial Salesiana, Santiago, 51 pp.

**Simian, J.**, 2010. Logros y desafíos de la política habitacional en Chile. Estudios Públicos 117, verano 2010, pp. 269-322.

**Soto, G.**, 1999. Mapa preliminar de la desertificación en Chile. Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal.

**Standen, V.; Santoro, C. & Arriaza, B.**, 2004. Síntesis y propuestas para el periodo arcaico en la costa del extremo norte de Chile. Chungará, Revista de Antropología Chilena. Volumen especial pp. 201-212.

**Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE)**, 2011. Guía de zonificación costera para el ordenamiento territorial. 1ª ed., 114 pp.

**Subsecretaria de Marina**, 2000. El borde costero, un espacio de integración y desarrollo 18 pp.

**Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)**, 2011. Informe de Gestión del Sector Sanitario. Santiago, Editares, 85 pp.

**Tavares, C.**, 1996. Clasificación de la duna bordera artificial en el litoral de la Provincia de Arauco, VIII Región, Chile. Anales de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas. Universidad de La Serena 71-78 pp.

**Tavares, C.**, 1995. Tasa anual de transporte eólico en la duna bordera artificial de la provincia de Arauco. VIII Región, Chile. Anales de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas. Universidad Austral de Chile 303-308.

**Thornbury, W.**, 1960. Principios de Geomorfología. (T.O. Principles of Geomorphology, John Wiley & Sons, 1954) Editorial Kapeluz, Buenos Aires, 627 pp.

**Tros-de-Illarduya, M.**, 2008. El reto de la gestión integrada de las zonas costeras (GIZC) en la Unión Europea. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles 47:143-156.

**Vargas, G.; Farías, M.; Carretier, S.; Tassara, A.; Baize, S. & Melnick, D.**, 2011. Coastal uplift and tsunami effects associated to the 2010  $M_w$ 8.8 Maule earthquake in Central Chile. Andean Geology 38(1):219-238.

**Vicuña, P.**, 1987. Indicadores geomorfológicos de la degradación antrópica en los campos de dunas antiguas de la costa de Chile central. Memoria de título. Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile.

**Vila Valenti, J.**, 1982. Veinticinco siglos de geografía. Revista de Geografía Norte Grande 9:3-10.

**World Bank**, 2013. Resilient coastal cities. The economic, social and environmental dimensions of Risk. Caribbean knowledge Series 78607. 16 pp.

**World Bank**, 1998. Strategy for Coastal and Marine Resources Management in Latin America and the Caribbean. N° ENV-129. Washington, D.C. 42 pp.

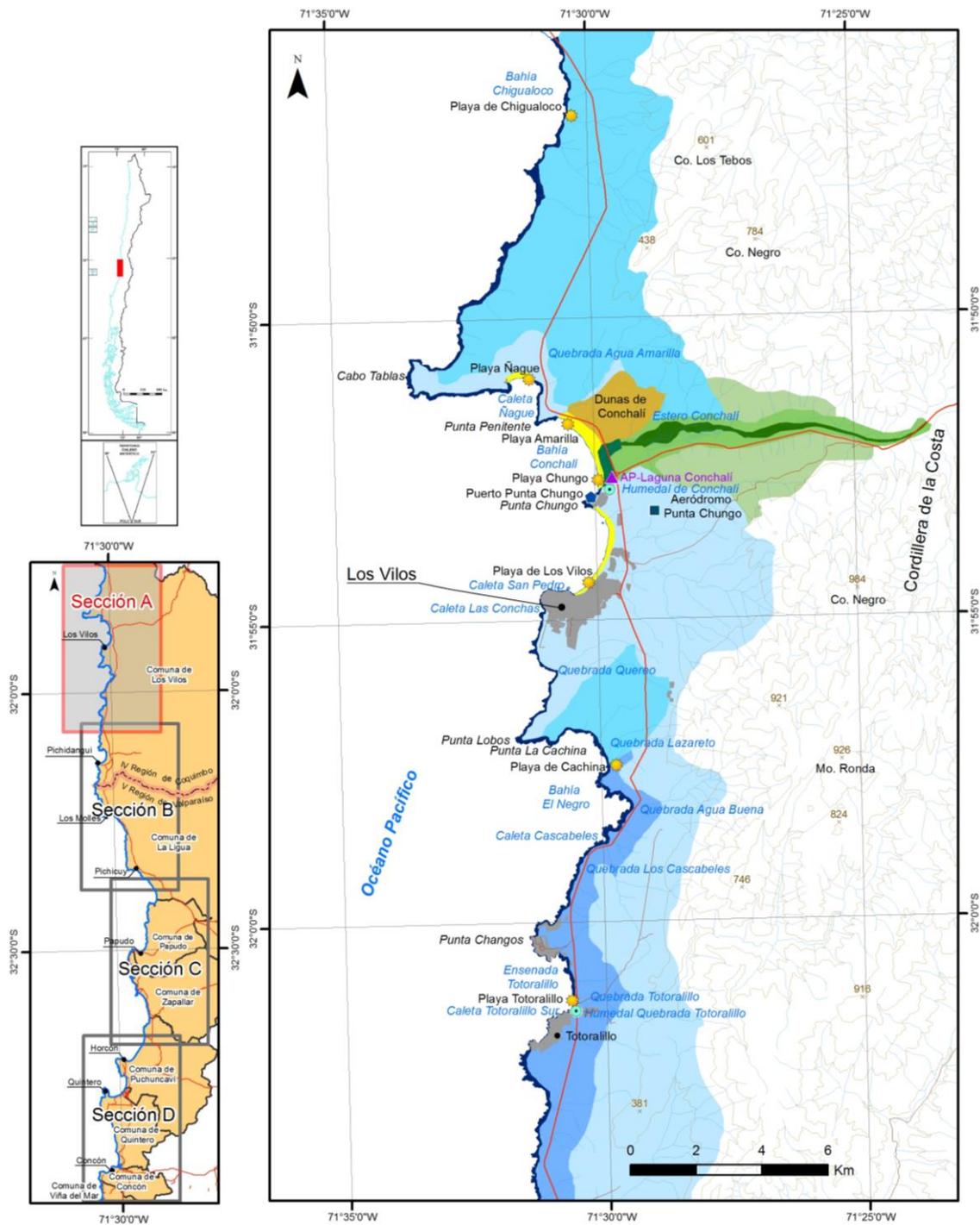
**Young, A.**, 1972. Slopes. Longman Group Limited. London. 288 pp.



## **ANEXO CARTOGRÁFICO**

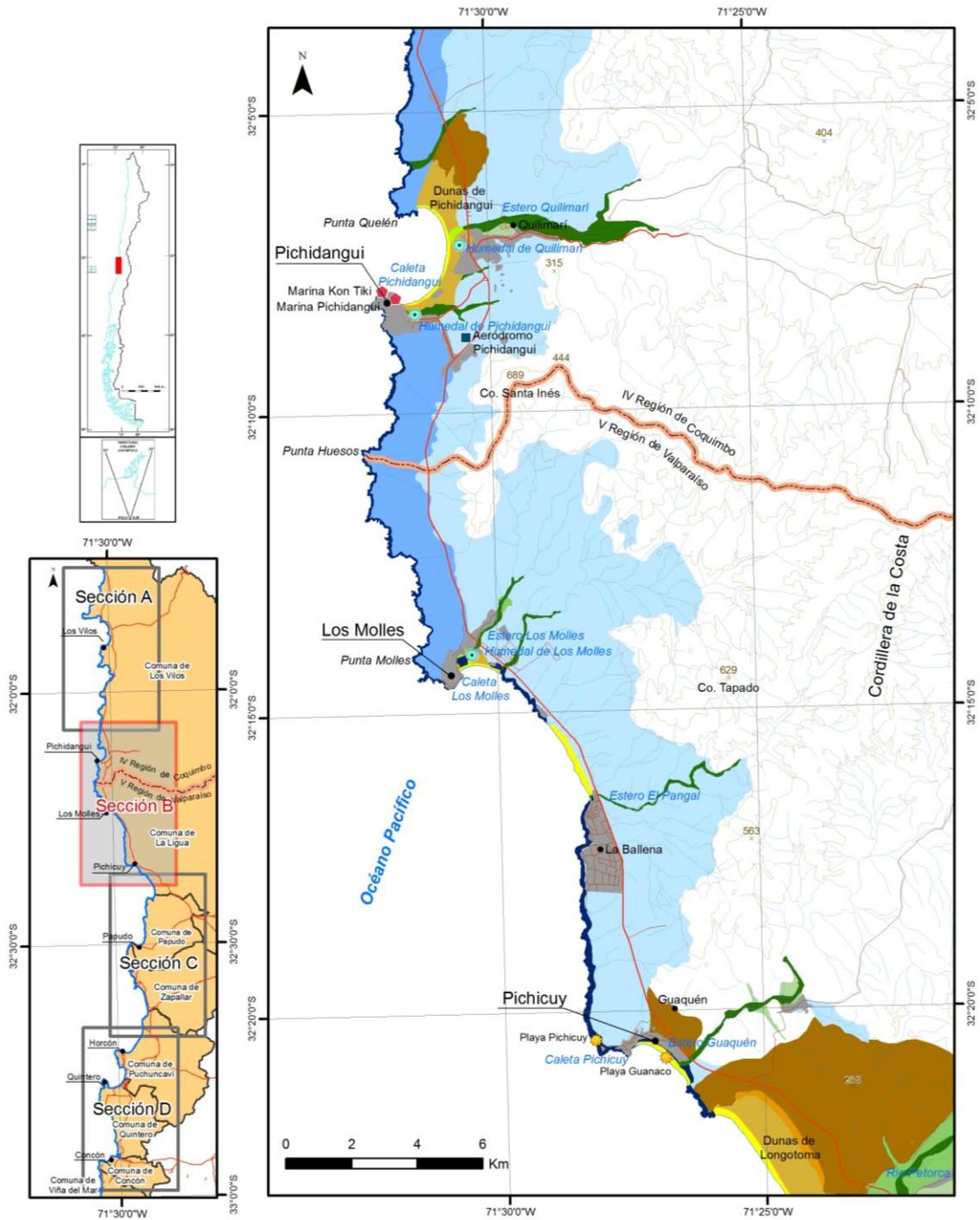


Mapa 22: Toponimia y Geomorfología Los Vilos-Concón  
Sección A



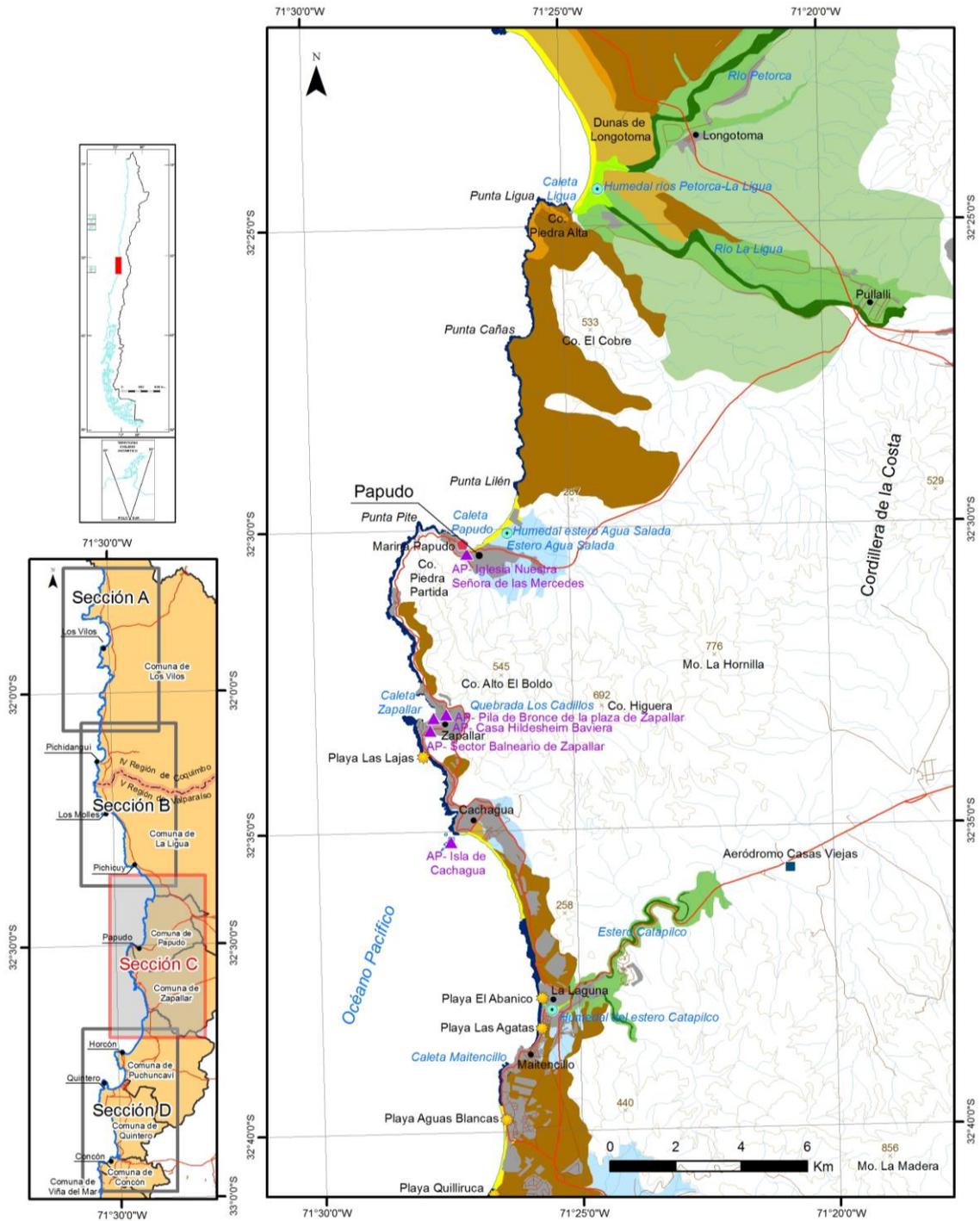
Fuente: Autor

Mapa 22: Toponimia y Geomorfología Los Vilos-Concón  
Sección B



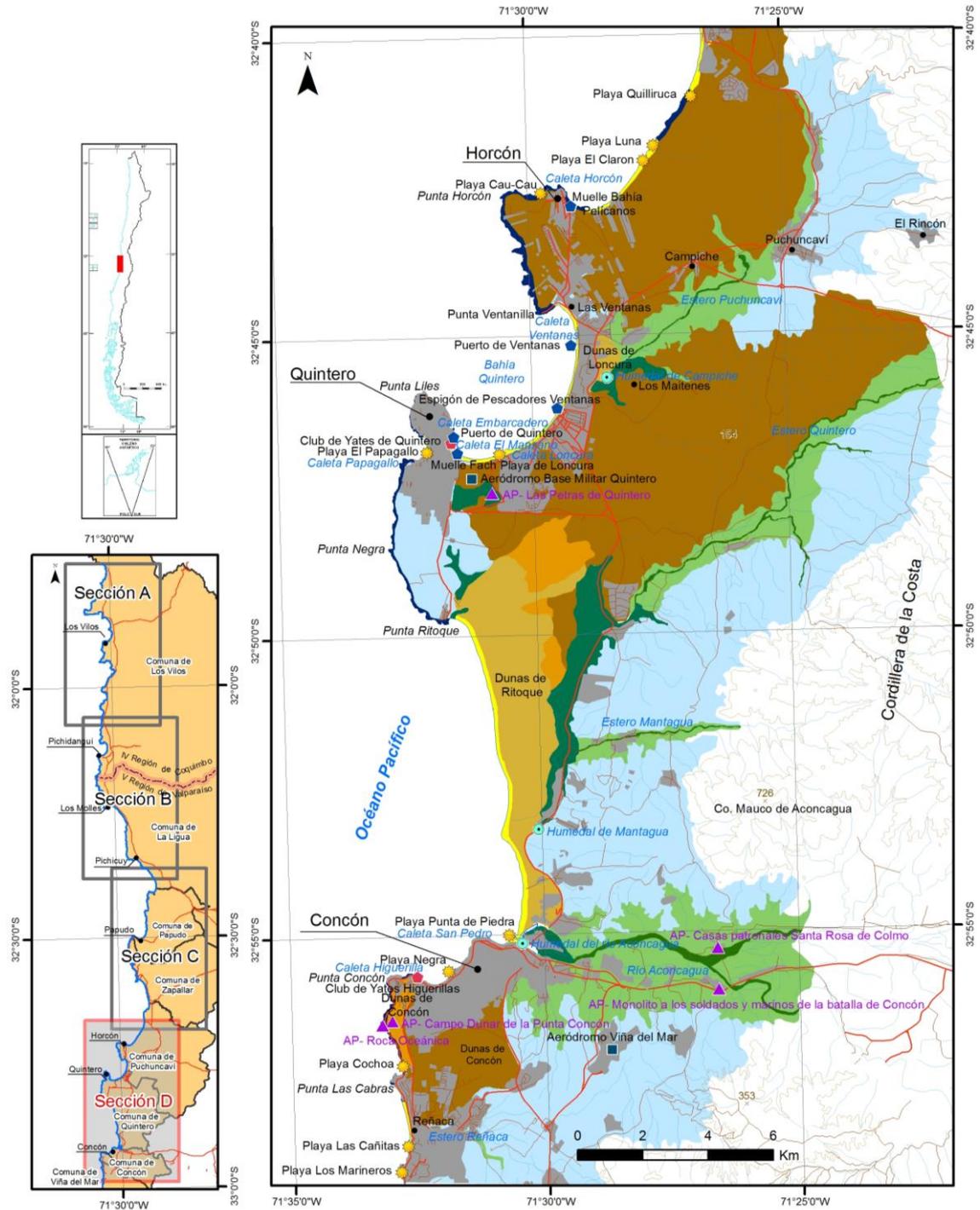
Fuente: Autor

Mapa 22: Toponimia y Geomorfología Los Vilos-Concón  
Sección C



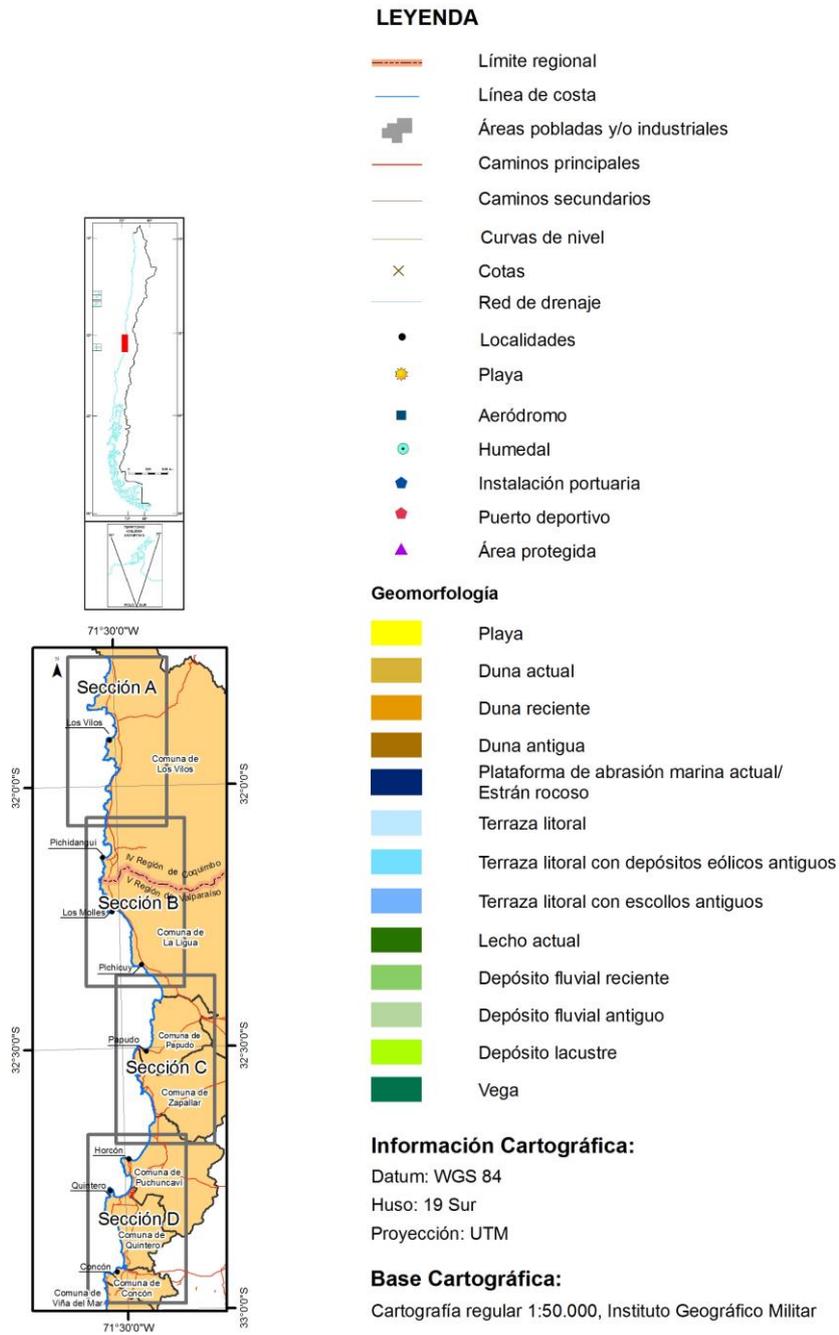
Fuente: Autor

Mapa 22: Toponimia y Geomorfología Los Vilos-Concón  
Sección D



Fuente: Autor

## Mapa 22: Toponimia y Geomorfología Los Vilos-Concón



Fuente: Autor