



**CENTRO EULA - CHILE
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**



INFORME FINAL

PROYECTO “LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA EN EL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA FRANCISCO COLOANE”

Diciembre, 2007

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVOS	4
2.1.	<i>Objetivo general</i>	4
3.	RESULTADOS	5
3.1.	Objetivo Específico Número 1	5
3.1.1.	<i>Metodología cartografía base escalas 1:150.000 y 1:100.000</i>	5
3.1.1.1.	Etapas	5
3.1.1.2.	Cobertura espacial, escalas de trabajo y fuentes de información	6
3.1.1.3.	Productos generados	6
3.1.2.	<i>Metodología cartografía base escala 1:10.000</i>	13
3.1.2.1.	Etapas	13
3.1.2.2.	Productos generados	17
3.1.3.	<i>Vinculación red geodésica Ministerio de Bienes Nacionales</i>	19
3.1.3.1.	Etapas	19
3.2.	Objetivo Específico Número 2.	20
3.2.1.	<i>Metodología cartografía temática escala 1:150.000</i>	21
3.2.2.	Etapas	22
3.2.3.	Actividades de terreno	22
3.3.	Objetivo Específico Número 3	45
3.3.1.	<i>Metodología</i>	45
3.3.2.	<i>Etapas</i>	45
3.3.3.	<i>Productos generados</i>	50
3.4.	Objetivo Específico Número 4.	52
3.4.1.	<i>Metodología</i>	52
3.4.2.	<i>Etapas</i>	52
3.4.3.	<i>Productos generados</i>	52
4.	CONCLUSIONES	53
4.1.	<i>Respecto de los objetivos</i>	53
4.2.	<i>Respecto de los productos</i>	54
4.3.	<i>Respecto de la zonificación participativa</i>	54
4.4.	<i>Respecto del estudio de paisaje</i>	55
4.5.	<i>Respecto del estudio de geomorfología</i>	58
5.	ANEXOS FORMATO PAPEL	46
6.	ANEXOS FORMATO DIGITAL	46

1. INTRODUCCIÓN

Las Áreas Marinas Costeras Protegidas fueron creadas en Chile debido a la necesidad de proteger y preservar los ecosistemas frágiles, vulnerables o de valor natural o cultural único, con particular énfasis en la flora y fauna amenazados de agotamiento y extinción, y a la vez, promover actividades económicas de bajo impacto ambiental que permitan dar sustentabilidad a las actividades de conservación, investigación, educación y recreación a desarrollar en dichas áreas costeras, como por ejemplo el turismo de naturaleza. Por lo tanto, en estas áreas se deberá establecer un manejo integrado, sobre la base de estudios e inventarios de sus recursos, con miras al desarrollo sostenido de ellos, prohibiendo o limitando toda actividad que pueda causar efectos adversos sobre el ecosistema, fauna y flora, así como su hábitat. Cabe destacar que estas áreas se enmarcan en acuerdos adoptados en la Comisión Permanente del Pacífico Sur y han sido declaradas a través de decretos supremos del Ministerio de Defensa Nacional.

De acuerdo a la descripción de las Áreas Marinas y Costeras Protegidas que hace la Unión Mundial para la Naturaleza, éstas son el espacio que incluye porciones de agua y fondo marino, rocas, playas y terrenos de playa fiscales (*flora y fauna*), recursos históricos y culturales que la ley u otros medios eficientes colocan en reserva para proteger todo o parte del medio así delimitado. De este modo las Áreas Marinas Costeras Protegidas nacen como una herramienta de gestión para la protección, administración, mantención y restauración de los recursos naturales y culturales de las aguas marinas y costeras, siendo utilizadas, a nivel mundial, para conservar la biodiversidad, proteger las especies marinas en peligro, reducir los conflictos de uso, generar instancias de investigación y educación y desarrollar actividades comerciales y recreativas. Asimismo, otro objetivo de estas áreas es la conservación del patrimonio histórico-cultural marino y costero de las comunidades que las habitan para el desarrollo sostenible del turismo, la pesca y la recreación.

El Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane se ubica a 180 kilómetros al suroeste de Punta Arenas y comprende al sector del estrecho de Magallanes y fiordos adyacentes a la Isla Carlos III (Figura 1). Asimismo, contiene el primer Parque Marino homónimo de nuestro país. Su posición geográfica en un paisaje típico de fiordos y canales patagónicos fueguinos, influenciada por aguas del océano Atlántico, de la Corriente del Cabo de Hornos, del aporte de glaciares y ventisqueros que caen directamente al mar y de los ríos, además de la influencia de fuertes vientos y precipitaciones gran parte del año, generan en el área un ecosistema único, heterogéneo y con alta productividad biológica. A su vez, los objetivos o principios orientadores de la creación del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane son los siguientes:

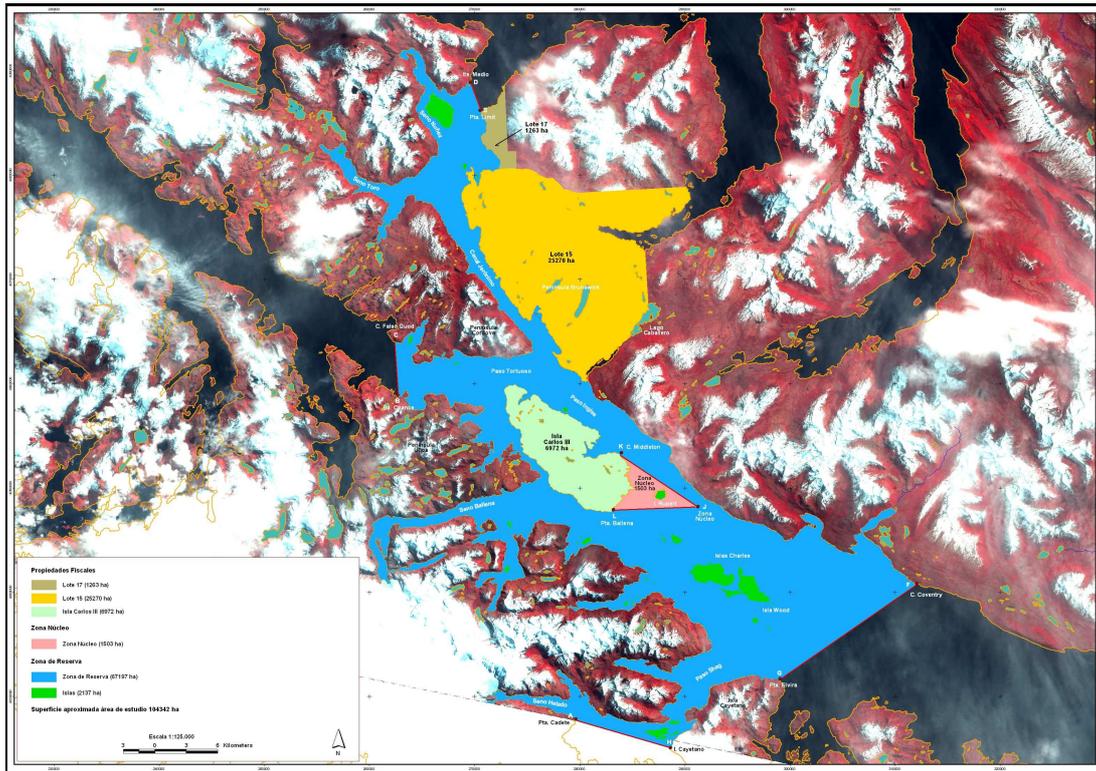


Figura 1. Localización del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane

- Conservar y mantener el ecosistema marino y sus procesos.
- Protección del sitio de alimentación de la ballena Jorobada.
- Protección de zonas de reproducción de aves y mamíferos marinos y terrestres.
- Protección de áreas de reclutamiento de centolla.
- Establecer un área para la investigación científica a largo plazo.
- Regular y potenciar actividades económicas basadas en el producto turístico de interés natural y cultural.
- Lograr el autosustento económico del área a través de la generación de actividades económicas de bajo impacto ambiental y/o ecológico.
- Restricción total o parcial, según sea el caso, a actividades extractivas intensivas de recursos naturales, como industrial-minero y acuícola-pesquero, como también de otras actividades y/o proyectos de inversión (*infraestructuras viales u otras de alto impacto ambiental*).

En este contexto, el presente estudio se enmarca en el proyecto “Conservación de la biodiversidad de importancia mundial a lo largo de la costa chilena” (GEF Marino), cuyos objetivos son la conservación de los recursos marinos y costeros, la optimización de las asociaciones público-privadas y la gobernabilidad local, como también el fomento de actividades productivas sustentables que incentiven el desarrollo económico local, entre ellos, el turismo de naturaleza. Específicamente, surge de la necesidad de disponer de cartografía actualizada del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane y de una propuesta de zonificación participativa que permita definir adecuadamente el manejo futuro del área. Desde un punto de vista cartográfico, el estudio tiene su justificación en los siguientes aspectos:

- La carencia de una base cartográfica digital normalizada para el área y la necesidad de actualizar bases cartográficas oficiales.
- Las bases cartográficas actualmente disponibles no abarcan todos los espacios de interés en las escalas requeridas.
- La falta de posicionamiento georreferenciado y de vinculación geodésica local que permita una correcta visualización y localización de elementos territoriales, como también de concesiones
- La necesidad de disponer de planos marítimos-costeros y/o continentales digitales que permitan situar, planificar y distribuir el borde costero en una misma base cartográfica.
- La necesidad de una base cartográfica adecuada para la generación de cartografía temática y de zonificación del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane y territorios adyacentes.

De este modo el estudio tuvo por objetivo generar un levantamiento de cartografía base y temática en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, en la región y provincia de Magallanes, como también elaborar una propuesta de zonificación participativa del área sujeta a planificación. Los antecedentes generados por el estudio constituyen un importante insumo para el establecimiento de una línea de base científica del área, como también para su zonificación, para la generación de cartografía base y temática y la identificación de amenazas y potencialidades que puedan afectar la conservación de la biodiversidad. Desde otra perspectiva, también entrega elementos científicos y técnicos que permitan identificar usos prioritarios y el desarrollo de actividades económicas de bajo impacto, compatibles con los objetivos de conservación propuestos para el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane.

El presente informe, Informe Final, entrega los resultados del estudio “Levantamiento de Cartografía en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane”, Código BIP N° 3006-1438-0, desarrollado por la Unidad de Planificación Territorial del Centro EULA/Chile de la Universidad de Concepción. El informe presenta los objetivos generales y específicos del trabajo, metodologías aplicadas, resultados y productos según objetivos. En los Anexos se presentan los estudios específicos realizados (*Geomorfología, Paisaje y Memoria de Zonificación Participativa*), la cartografía base y temática generada, como también su respectivo respaldo magnético, mosaico de imágenes satelitales y fotografías aéreas adquiridas durante el desarrollo del proyecto.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Realizar un levantamiento y análisis de cartografía y zonificación en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane

2.1. Objetivos específicos

- Elaborar cartografía base georeferenciada del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, en formato análogo y SIG Arc/View a diferentes escalas (1:150.000; 1:100.000; 1:10.000).
- Elaborar cartografía temática del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, en formato análogo y SIG Arc/View escala 1:150.000.
- Elaborar la memoria explicativa y carta de Zonificación Participativa del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane.
- Diseñar un recorrido virtual del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane.

3. RESULTADOS

3.1. Objetivo Específico Número 1

Elaborar cartografía base georreferenciada del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, en formato análogo y SIG Arc/View a diferentes escalas (1:150.000; 1:100.000; 1:10.000)

3.1.1. Metodología cartografía base escalas 1:150.000 y 1:100.000

La cartografía base fue elaborada, principalmente, a partir de las siguientes fuentes de información: cartas IGM Islas Carlos III y Cayetano, Monte de Tres Picos, Estuario Wickham y Estuario Silva Palma. Adicionalmente, se utilizaron las cartas SHOA Estrecho de Magallanes, Paso del Mar a Isla Carlos III, Canal Jerónimo y Estrecho de Magallanes, Cabo Froward a Paso Tortuoso e imágenes satelitales Landsat, con el objetivo de precisar y/o depurar la línea de costa del área de estudio, como también para actualizar y/o corregir la red hídrica y cuerpos de agua. El proceso de construcción de la cartografía base, consideró las siguientes etapas:

3.1.1.1. Etapas

- Georreferenciación de cartas topográficas IGM escala 1:100.000; Islas Carlos III y Cayetano, Monte de Tres Picos, Estuario Wickham y Estuario Silva Palma (*formato raster*).
- Transformación de Datum SAD 69 a Datum WGS 84 en cartas topográficas IGM y transformación de Huso 19 a Huso 18 de imagen satelital Landsat.
- Análisis y comparación de línea de costa, red hídrica y curvas de nivel con coberturas digitales (*vectoriales*) disponibles (MIDEPLAN, 2004), imagen Landsat y cartas SHOA.
- Digitalización, escala 1:5000 y 1:10.000, de atributos territoriales sobre cartas IGM: línea de costa, red hídrica, lagos y lagunas, cotas de altitud, topónimos, red vial, infraestructura, equipamiento, sitios de fondeo y faros.
- Generación de coberturas digitales (*polígonos, líneas y puntos*) para la totalidad del área de trabajo como también para cada una de las cartas topográficas del IGM.
- Obtención de curvas de nivel en formato vectorial, con equidistancia de 50 metros, para la totalidad del área de estudio como también para cada carta IGM. Las curvas fueron derivadas del Modelo de Elevación Digital (DEM) S50W80 del Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) cuya resolución es de 90X90 metros.
- Depuración de coberturas digitales: unión de líneas, creación de polígonos, etiquetado de puntos.
- Actualización y/o verificación de atributos territoriales a partir de imagen Landsat: línea de costa, ríos y lagos.
- Creación de proyectos Arcview con las coberturas generadas y diseño de la cartografía base en dos escalas: 1:150.000 y 1:100.000.

3.1.1.2. Cobertura espacial, escalas de trabajo y fuentes de información

Respecto de la generación de la cartografía base, y considerando la información cartográfica disponible, en sus diferentes escalas y niveles de cobertura territorial, el área de estudio abarcó la totalidad del territorio cubierto por las cartas topográficas del IGM Islas Carlos III y Cayetano, Monte de Tres Picos, Estuario Wickham y Estuario Silva Palma. Este material cartográfico fue usado como *cartografía base* del estudio, por cuanto contiene los elementos territoriales y el nivel de detalle requeridos para la elaboración de la cartografía base, temática y de zonificación. Cabe destacar que la información de las cartas IGM fue complementada y/o actualizada con antecedentes obtenidos en terreno, como también con información de las cartas SHOA y de las imágenes satelitales. Lo anterior, especialmente, en relación a topónimos, localización de infraestructuras y equipamientos, línea de costa y cuerpos de agua (Tabla 1).

Tabla 1. Escalas de trabajo y fuentes de información.

Nivel	Escala	Producto	Fuente información	Nivel de detalle fuentes de información
Macroescala	1:150.000	Cartografía base Cartografía temática Zonificación	Carta IGM 1:100.000	Fotografías aéreas escala 1:60.000 Proyecto CORFO Chile 60
Mesoescala	1:100.000	Cartografía base	Cartas IGM 1:100.000 Islas Carlos III y Cayetano (5330-7200) Monte de Tres Picos (5330-7115) Estuario Wickham (5300/7200) Estuario Silva Palma (5330/7115) Cartas SHOA Estrecho de Magallanes, Paso del Mar a Isla Carlos III (11200) Canal Jerónimo (11230) Estrecho de Magallanes, Cabo Froward a Paso Tortuoso (11300) Imagen satelital Landsat	Fotografías aéreas escala 1:60.000 Proyecto CORFO Chile 60 Imagen Landsat 1:70.000

3.1.1.3. Productos generados

En la Tabla 2 se presenta una síntesis de los productos cartográficos generados, escala 1:150.000 y 1:100.000, indicando algunas de sus características básicas, como cobertura espacial y tipos de ambientes representados. A su vez, en las Figuras 2, 3, 4, 5 y 6 se muestran, en formato jpg, las imágenes de las cartas base elaboradas en cada una de las escalas antes señaladas.

Tabla 2. Características básicas cartografía base escalas 1:150.000 y 1:100.00

Tipo de producto	Características principales					
	N° de cartas	Área cubierta (ha)	Sup. Continental (ha)	Sup. Insular (ha)	Territorio marítimo (ha)	Línea de costa (km) ⁽¹⁾
Carta base 1:150.000	1	1045750,8	402853,1	302477	340420,7	3296,3
Carta 1:100.000 Islas Carlos III y Cayetano	1	261437,7	38307,5	146954,9	76175,3	1510,8
Carta base 1:100.000 Monte de Tres Picos	1	261437,7	151161,8	20896,9	89379	508,2
Carta base 1:100.000 Estuario Wickham	1	261437,7	68348,1	128737,6	64352	1016,5
Carta base 1:100.000 Estuario Silva Palma	1	261437,7	145035,7	5887,6	110514,4	260,8

⁽¹⁾ Respecto del total de la cobertura cartográfica.

Fuente. Elaboración propia. Cálculos realizados en Arcview 3.2.

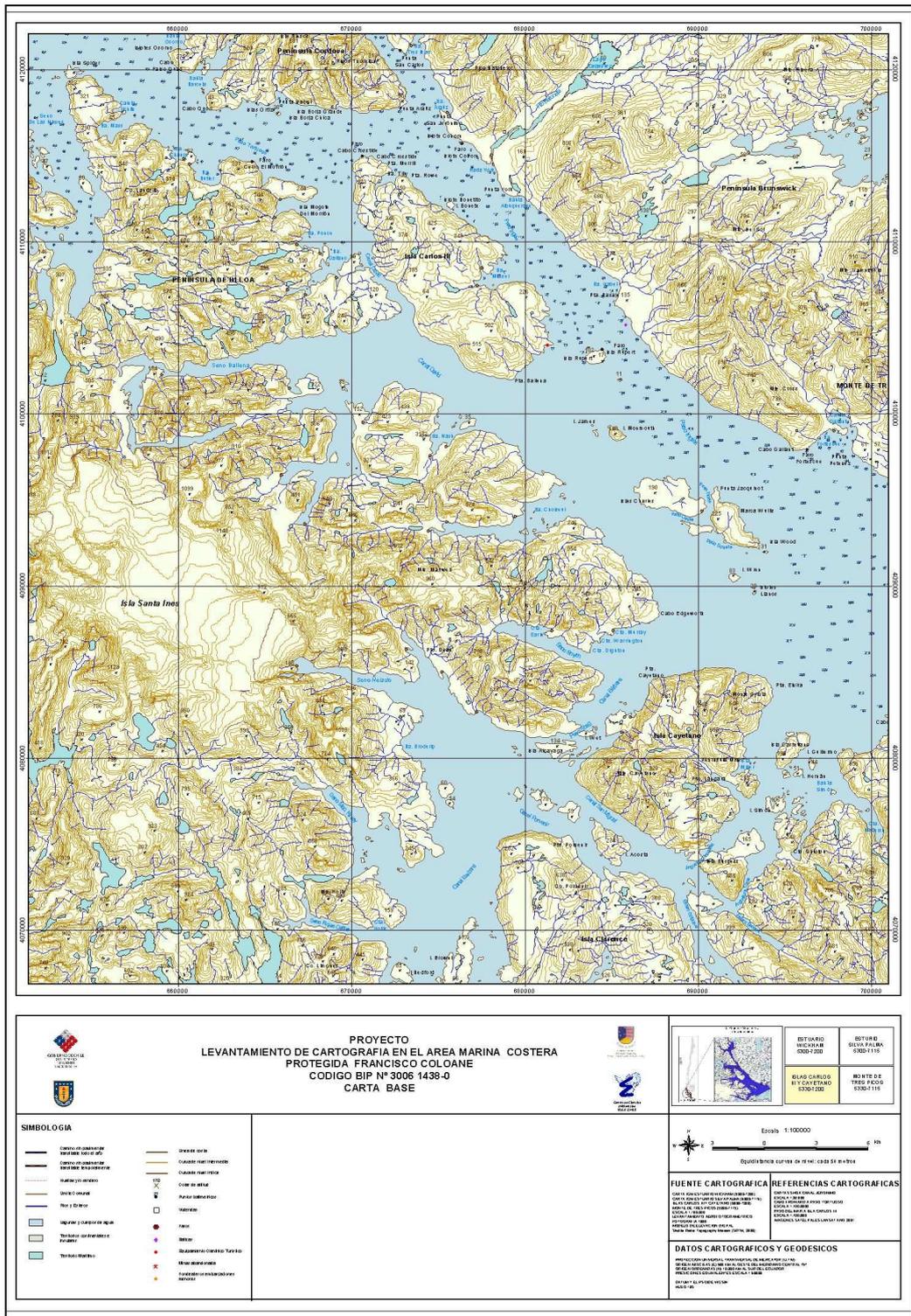


Figura 3. Carta base escala 1:100.000, Isla Carlos III y Cayetano

3.1.2. Metodología cartografía base escala 1:10.000

La cartografía base de detalle, escala 1:10.000, fue elaborada a partir del procesamiento de imágenes satelitales QuickBird II. A este nivel, y para áreas específicas del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, y dependiendo del nivel de cobertura espacial de las imágenes adquiridas, se representaron los siguientes elementos: línea de costa, terrenos de playa, área buffer de 80 metros (*propiedades fiscales*), cuerpos de agua, curvas de nivel, cotas de altitud, puntos batimétricos, topónimos y otros elementos territoriales relevantes.

3.1.2.1. Etapas

a) Adquisición de imágenes QuickBird II

En virtud de mejorar la escala de trabajo y, en consecuencia, el nivel de detalle de la cartografía base del AMCP Francisco Coloane, se adquirieron imágenes satelitales QuickBird II, de alta resolución, que cubrieran gran parte del área de estudio, en consideración de los recursos disponibles y de los aportes de la Municipalidad de Punta Arenas y del Proyecto GEF Marino (Figura 7).

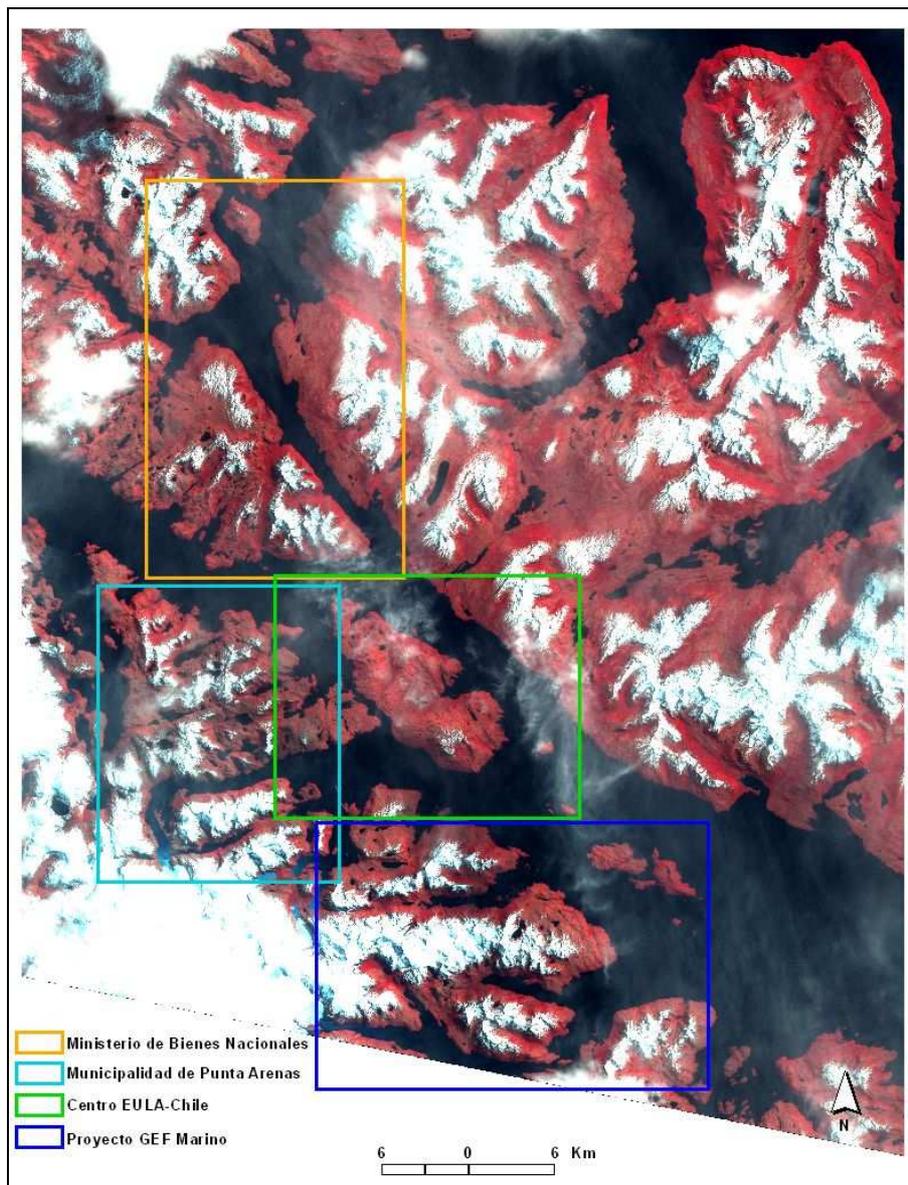


Figura 7. Imágenes QuickBird II adquiridas

b) Adquisición imagen QuickBird II programada sector Isla Carlos III

La captura de esta imagen está sujeta a las condiciones meteorológicas del área de interés. En este sentido, se definió una ventana de tiempo de captura entre Julio y Septiembre de 2007, la cual debió ser ampliada hasta Enero del 2008. Cabe destacar que el satélite tiene una resolución temporal de 7 días; es decir pasa por el mismo punto una vez a la semana (4 veces al mes). El área de programación equivale a una superficie de 215 km², zona que fue

complementada con una imagen de archivo, disponible, que cubre una superficie de 32,72 km², sumando, entre ambas, una superficie total de 221,72 km² (Figura 8).

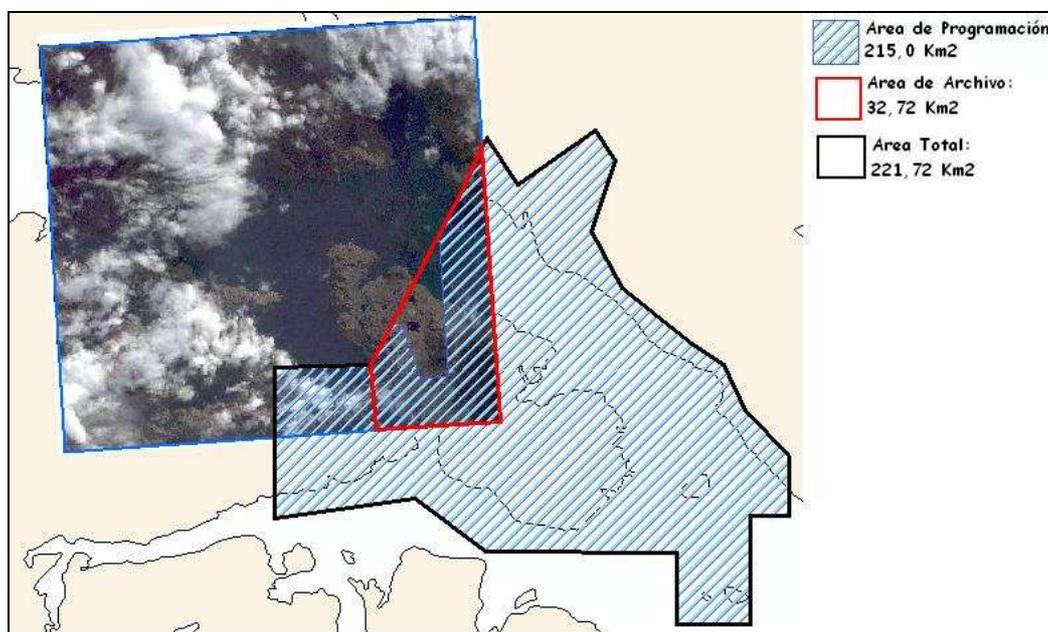


Figura 8. Imagen QuickBird II de programación e imagen de archivo complementaria sector Isla Carlos III

c) Compra imagen QuickBird II de archivo sector Canal Jerónimo-Puerto Cutter

Estas imágenes corresponden a imágenes de archivo de los años 2004, 2005 y 2006, como se indica en la Figura 9. Es importante precisar que el área fue reducida y acotada al área de interés del proyecto, esto es: borde costero y propiedades fiscales, con la finalidad de reducir los costos. En este caso, se adquirieron las imágenes indicadas en color naranja y que cubren una superficie, aproximada, de 388,5 km².

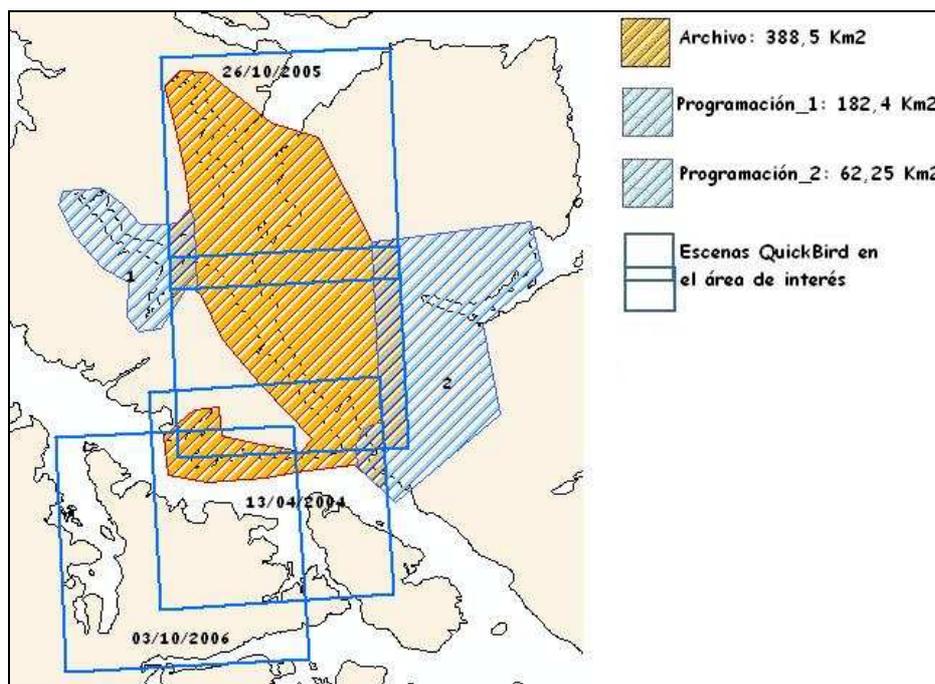


Figura 9. Imágenes QuickBird II de archivo Canal Jerónimo-Puerto Cutter

d) Proceso de ortocorrección imágenes satelitales QuickBird II

Para un correcto uso de las imágenes QuickBird II adquiridas, especialmente para la elaboración de cartografía base escala 1:10.000, fue necesario desarrollar un proceso de ortocorrección de las mismas para, posteriormente, generar un orto-mosaico del área cubierta por las imágenes. Dicho proceso, consideró las siguientes etapas: orto-rectificación de imágenes, generación de orto-mosaico y realce de imágenes.

- **Orto rectificación.** Consistió en la eliminación de los errores geométricos propios de las imágenes, mediante el uso de técnicas de triangulación en bloque y de resección de una imagen de marco único. Utilizando técnicas de ajuste de mínimos cuadrados, durante la triangulación en bloque, se redujeron los errores asociados con la inestabilidad del sensor. Adicionalmente, el uso de técnicas de ajuste de haces autocalibrantes (SCBA), junto con modelación de parámetros adicionales (AP), permitió corregir errores sistemáticos asociados a la geometría interior de la cámara. A su vez, los efectos del desplazamiento debido al relieve, fueron solucionados utilizando un Modelo de Elevación Digital (DEM) durante el procedimiento de ortorectificación.

- **Orto Mosaico.** Consistió en la unión de las imágenes disponibles, previamente ortorectificadas, a través de una zona en común que permitiera asociarlas para formar una imagen más extensa de parte del AMCP Francisco Coloane. Para ello, cada imagen fue ortorectificada usando la misma proyección de la cartografía base, manteniendo el mismo número de bandas y la misma resolución. Posteriormente, se aplicó un ajuste de histogramas para mejorar la calidad visual de la imagen, sobre todo en los bordes y uniones.
- **Realce de las imágenes o mejoramiento de histograma.** Se utilizó la técnica de realce radiométrico, que permite adecuar la resolución radiométrica de la imagen a la capacidad de exhibición del sistema gráfico, representado por el margen dinámico del monitor o del número de niveles de gris que pueda proporcionar otro periférico de salida. A su vez, este método también consideró la ecualización y ajuste de histogramas.

Finalmente, la elaboración de la cartografía de detalle escala 1:10.000 consideró: i) El análisis y comparación de las imágenes con las coberturas generadas a escala 1:100.000, principalmente línea de costa, red hídrica y cuerpos de agua; ii) Generación de curvas de nivel cada 10 metros (DEM); iii) Digitalización de atributos territoriales sobre las imágenes, básicamente línea de costa, red hídrica, terrenos de playa y línea fiscal de 80 metros; y iv) Creación de proyectos Arcview.

3.1.2.2. Productos generados

Corresponden a las cartas base escala 1:10.000 de zonas de interés del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, específicamente del borde costero de las propiedades fiscales que limitan o son adyacentes al área protegida (Figura 10). Adicionalmente, se ha generado un mosaico con las imágenes QuickBird II disponibles, las cuales cubren, aproximadamente, el 60% del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane (Figura 11).

3.1.3. Vinculación red geodésica Ministerio de Bienes Nacionales

Las mediciones realizadas tuvieron como objetivo principal generar una red de vértices geodésicos, de precisión milimétrica, en diferentes sectores del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane. De este modo, dichas mediciones permitieron complementar, corregir y/o validar los diferentes productos cartográficos que fueron generados por el proyecto y generar una red geodésica local. Para el apoyo técnico de terreno se ocuparon equipos GPS-L1 de precisión submétrica, lo que permitió georreferenciar puntos de control, elementos singulares e hitos geográficos relevantes para la calibración y validación de la cartografía base elaborada. En terreno, se trasladaron los vértices geodésicos más cercanos al área de trabajo, en los cuales se instaló un GPS base y 2 equipos móviles. Para enlazar los puntos georreferenciados a la Red Geodésica del Ministerio de Bienes Nacionales, se utilizó el vértice geodésico más cercano, y posible de ubicar, al Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, denominado vértice “Barranco Amarillo”, ubicado en las proximidades de la ciudad de Punta Arenas. Las mediciones se realizaron de manera sincronizada entre la estación base (*ubicada en el vértice*) y el navegador (*ubicado en las proximidades de los vértices Árbol 1 y Árbol 2, previamente vinculados con el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane en el vértice de la concesión a Whale Sound*), en dos secciones, de 2 horas cada una.

3.1.3.1. Etapas

- **Identificación de vértices geodésicos más cercanos.** Los vértices más cercanos al Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, eran los ubicados en el sector del río San Pedro, camino al Faro San Isidro, denominados Árbol 1 y Árbol 2. Sin embargo, y después de varias visitas, no se encontraron, razón por la cual se debió utilizar el vértice del sector Barranco Amarillo, ubicado en las proximidades de la ciudad de Punta Arenas, camino al Aeropuerto (Figura 11).

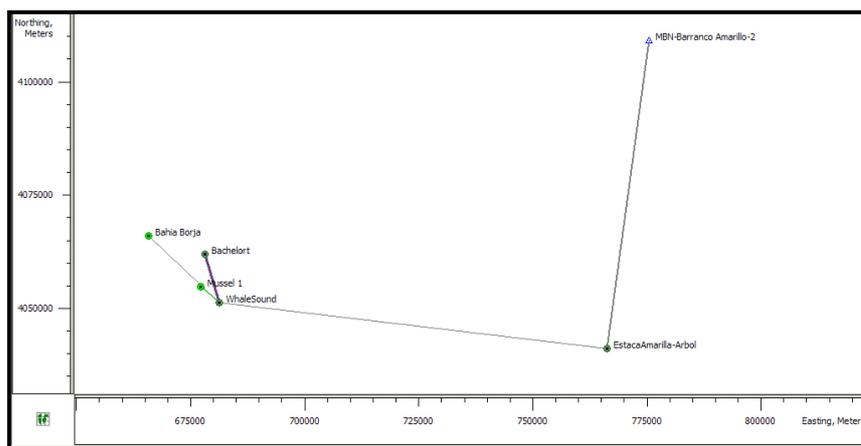


Figura 11. Ubicación puntos de medición y vértices geodésicos

- **Mensura.** Una vez identificados los vértices de salida (Barranco Amarillo), se planificaron las mejores horas de disponibilidad de satélites, para asegurar los mejores resultados de las mediciones, sobre todo para el tramo del vector Estaca Amarilla, ubicado en las cercanías del río San Pedro y Whalesound, en la Isla Carlos III (Figuras 12 y 13).

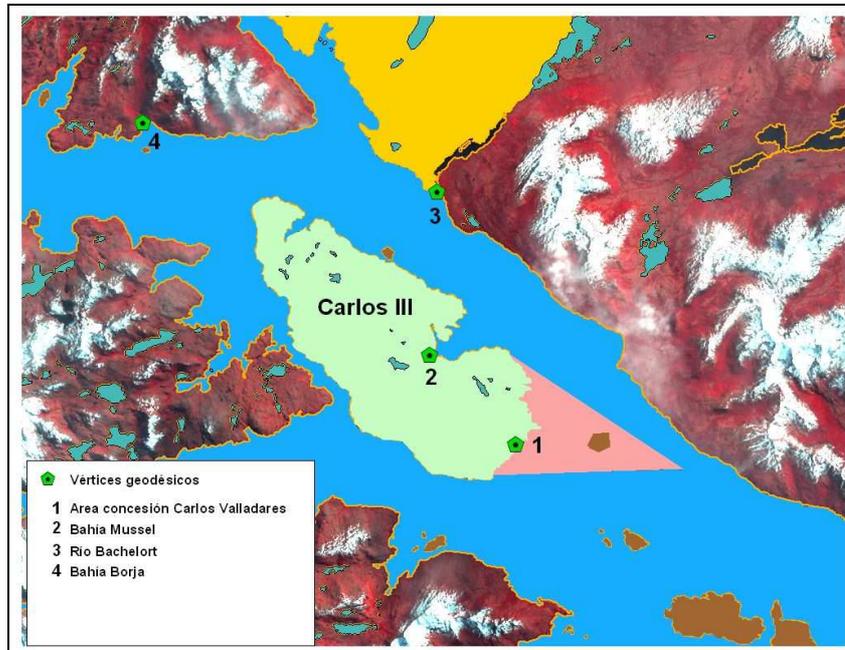


Figura 12. Localización puntos de medición en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane (6-7 marzo 2007).



Figura 13. Puntos de medición bahía Borja y bahía Whale Sound (Isla Carlos III).

- **Post Proceso.** Una vez medidos y chequeados los vectores se efectuó el postproceso de los datos, procedimiento en el cual se utilizó el software Topcon Tools y que permitió el ajuste final de las mediciones, con precisiones bajo el centímetro (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados post-proceso mediciones geodésicas

Nombre vértice	Coordenadas		Elevación (m)	Distancia (m)
	Norte	Este		
Barranco Amarillo 2 MBN	4109060,309	775466,573	55,508	...
Estaca Amarilla Árbol	4041054,694	766151,827	28,092	68640,58
Whale Sound Isla Carlos III	4051304,118	681191,150	21,595	85576,68
Monte Turba Isla Carlos III	4051420,083	680837,995	112,190	382,59
Estación observ. Carlos III	4051480,049	681414,836	68,244	288,38
Mussel 1	4054827,355	677218,048	17,583	5310,25
Mussel 2	4054884,525	677190,153	17,806	5369,11
Mussel 3	4055133,808	677072,757	17,646	5623,85
Río Batchelor	4062044,431	678176,869	12,260	11155,32
Bahía Borja	4066075,177	665735,207	13,912	21379,21

Fuente. Elaboración propia.

3.2. Objetivo Específico Número 2.

Elaborar cartografía temática del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, en formato análogo y SIG Arc/View escala 1:150.000.

3.2.1. Metodología cartografía temática escala 1:150.000

A partir de la información disponible, principalmente de los antecedentes proporcionados por el Comité Regional de Areas Marinas Costeras Protegidas, como también de los estudios de Macrobentos, Flora y Fauna y Oceanográfico realizados por el CEQUA, las Guías de Manejo para la Conservación de la Biodiversidad de la Isla Carlos III, Río Batchelor e Islote Rupert, realizadas por el Ministerio de Bienes Nacionales, e información inédita proporcionada por la Fundación CEQUA (Base de Datos de Mamíferos Marinos, Lobos y Ballenas) y de la validación y/o actualización de información en terreno, se generó cartografía temática georreferenciada del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, representando diferentes elementos físicos, naturales y del medio construido sobre la cartografía base generada, escala 1:150.000 (Tabla 4).

Tabla 4. Información temática y formas de representación.

Escala	Información temática representada
1:150.000	Área de estudio (<i>AMCP; Parque Marino; polígonos</i>) Geomorfología (<i>polígonos</i>) Unidades de paisaje y jerarquización (<i>polígonos, puntos y líneas</i>) Vegetación (<i>unidades, polígonos</i>) Cuencas hidrográficas (<i>polígonos</i>) Propiedad y administración (<i>polígonos</i>) Inventarios recursos biológicos, marinos y terrestres (<i>puntos, líneas</i>) Riqueza de especies, flora, fauna terrestre y aves terrestres (<i>índice</i>) Fragilidad de unidades vegetacionales (<i>polígonos</i>) Batimetría (<i>curvas, polígonos y puntos</i>) Productividad marina primaria (<i>índice</i>) Zonificación (<i>polígonos</i>) Recursos culturales e históricos (<i>líneas, punto, polígonos</i>) Actividades productivas y científicas (<i>puntos-polígonos</i>) Infraestructura y conectividad (<i>líneas-puntos</i>) Sitios de fondeo (<i>puntos</i>) Faros y balizas (<i>puntos</i>)

3.2.2. Etapas

- Análisis de información temática digital disponible (*MBN, CEQUA, PRDU, Proyecto GEF Marino, otras fuentes*)
- Validación de información temática (*depuración de coberturas, calces cartografía base y sistemas de proyección*)
- Reconocimiento y validación en terreno (*paisaje, geomorfología y otros componentes territoriales*)
- Digitalización de puntos, líneas y polígonos (*paisaje, geomorfología, cuencas hidrográficas, zonificación*)
- Edición digital final de coberturas, puntos, líneas y polígonos, y creación de proyectos Arcview

3.2.3. Actividades de terreno

Se realizaron tres visitas al Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane (12 días), cuyos objetivos básicos fueron: reconocer el área de estudio (3 días); realizar las mediciones locales requeridas para la vinculación a la red geodésica del Ministerio de Bienes Nacionales (3 días) y; desarrollar las tareas específicas de los estudios de paisaje y geomorfología (6 días). A continuación, se describen las actividades realizadas en cada uno de estos viajes.

a) Reconocimiento área de estudio

Entre los días 27 y 28 de febrero se realizó la primera visita al área de estudio, cuyos objetivos fueron los siguientes: reconocimiento preliminar del área; conocimiento de las condiciones de viaje, tiempos y recursos requeridos; identificación y conocimiento de operadores turísticos que trabajan en la zona. El recorrido se realizó en un bote sodiac, de propiedad de la empresa Whale Sound, iniciándose en el sector de San Juan y finalizando en el área concesionada a Carlos Valladares en Isla Carlos III (Figura 14). El tiempo de viaje fue de 3 horas y media, identificándose en el recorrido, entre otros, los sectores de Cabo Froward, islas Charles, Rupert y Carlos III. En el área concesionada, de aproximadamente 35 hectáreas, se realizó un reconocimiento de las instalaciones turísticas de la empresa, como también del sendero que permite acceder a la estación ecológica, situada en un punto más alto o mirador. Adicionalmente, se sostuvieron conversaciones con científicos que trabajan en el área, como también con alumnos tésistas de la Universidad de Magallanes (UMAG).

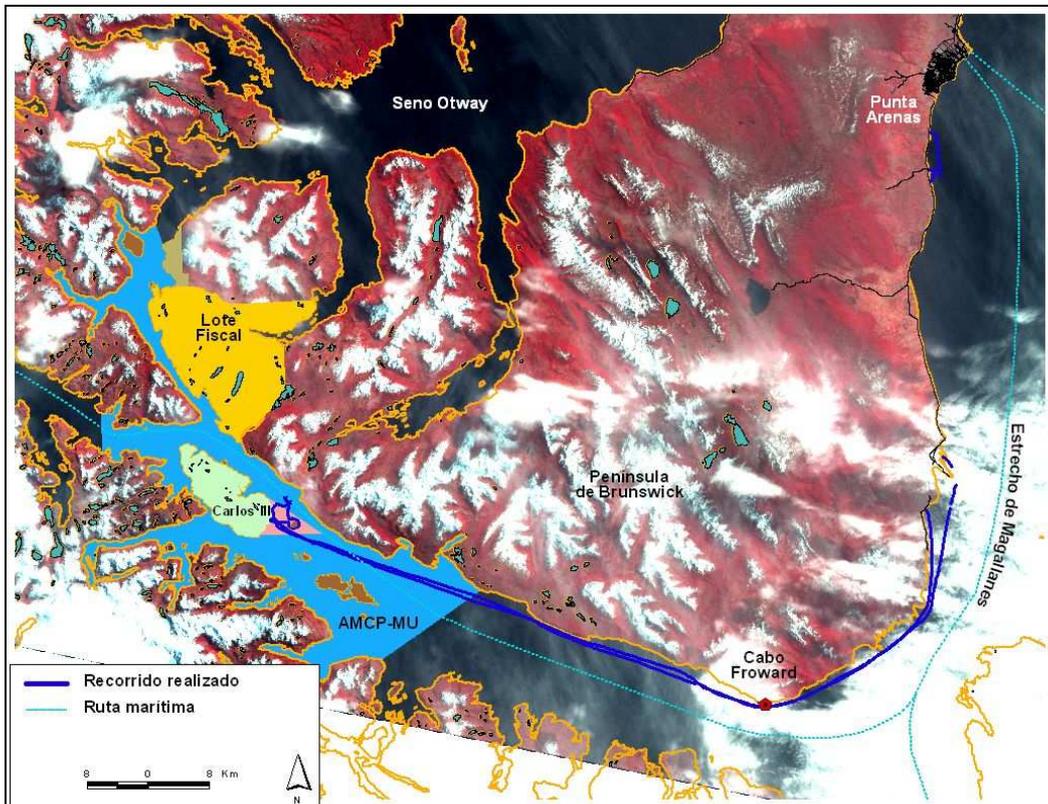


Figura 14. Recorrido realizado visita a terreno 27-28 de febrero 2007

b) Mensura y trabajo de especialistas

Estas actividades de terreno consistieron, básicamente, en el reconocimiento exhaustivo de toda el área de estudio, entre los días 23 y 28 de abril. Las actividades específicas y visitas a sitios de interés fueron acordadas y planificadas en una reunión realizada el día 22 de abril en la ciudad de Punta Arenas y en la cual participaron: la contraparte técnica del MBN; profesionales del GEF e investigadores del Centro EULA-Chile. El recorrido se realizó en la embarcación “Yate Chonos” y la navegación se inició en el sector de Punta Carrera el día 23 de abril, retornando a Punta Arenas el sábado 28 de abril (Figura 15). En la Tabla 5 se presenta información de los sitios visitados y actividades realizadas en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane. En general, las actividades realizadas fueron las siguientes: reconocimiento y descripción de sitios de interés, medición de variables topográficas, evaluación de sitios con potencial para futuras concesiones, análisis y valoración del paisaje y caracterización geomorfológica.

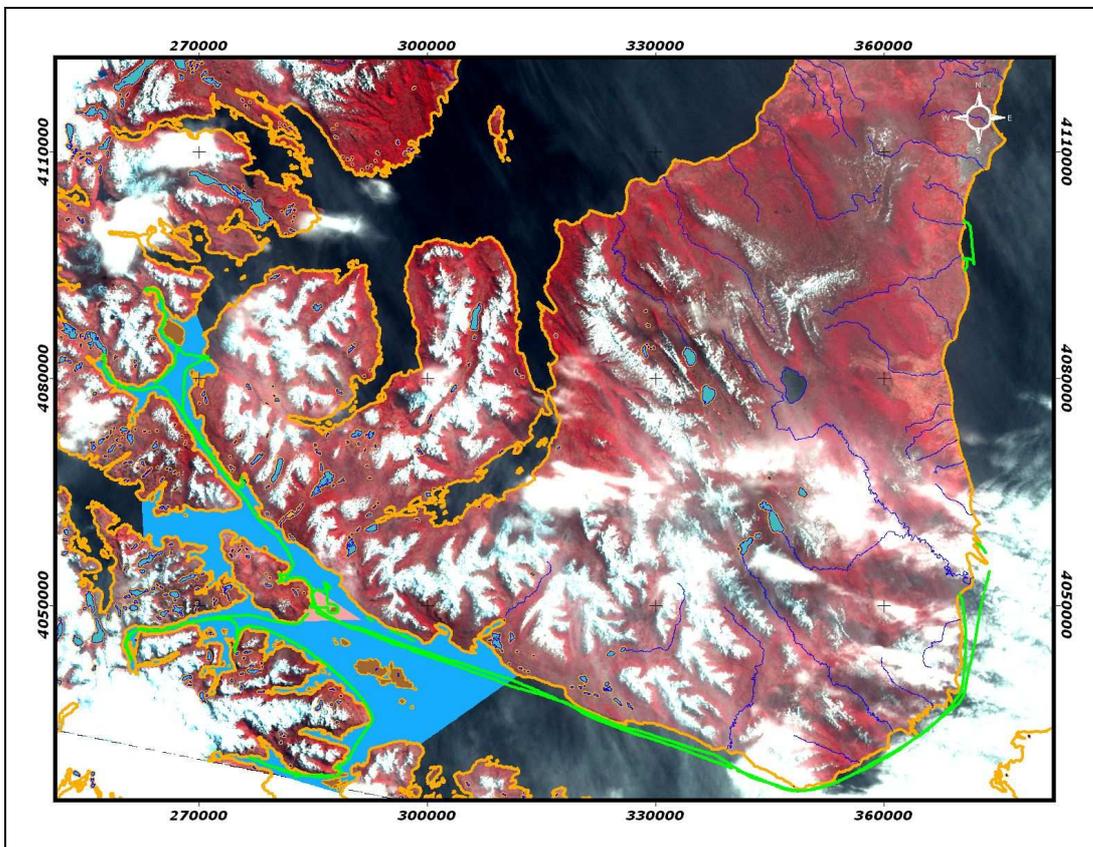


Figura 15. Recorrido realizado visita a terreno 23-28 de abril 2007.

Tabla 5. Actividades de terreno 23-28 de Abril.

Día	Puntos observación	Actividad
22-04-07	Vértice geodésico El Árbol, sector río San Juan	Reconocimiento vértice geodésico MBN El Árbol
23-04-07	Estrecho de Magallanes Bahía Bouganville	Navegación área de estudio
		Fondeo bahía Bouganville
24-04-07	Cabo Froward Bahía Cordes Canal Jerónimo Seno Cóndor	Observación paisaje
		Observación geomorfología
		Identificación sitio de fondeo
		Identificación topónimos cartas IGM y SHOA
		Identificación de faros y balizas
		Observación formaciones vegetacionales
Día	Puntos observación	Actividad
25-04-07	Seno Cóndor Lago Botella Isla Guzmán Seno Nuñez Fuentes termales Seno Toro Puerto Cutter Bahía Tres Islas	Observación paisaje
		Observación geomorfología
		Identificación sitio de fondeo y áreas a concesionar
		Identificación topónimos cartas IGM y SHOA
		Identificación de faros y valisas
		Observación formaciones vegetacionales
		Toma muestras geomorfología
		Reconocimiento sitios de interés biodiversidad
		Reconocimiento áreas de antiguas ocupación
		Toma de datos GPS
26-04-07	Bahía Mussel Concesión Carlos Valladares Isla Rupert Seno Ballena Puerto Angosto (CEQUA)	Observación paisaje
		Observación geomorfología
		Identificación sitio de fondeo y áreas a concesionar
		Identificación topónimos cartas IGM y SHOA
		Identificación de faros y valisas
		Observación formaciones vegetacionales
		Toma muestras geomorfología
		Reconocimiento sitios de interés biodiversidad
		Vinculación geodésica
		Reconocimiento glaciario
27-04-07	Seno Ballena Bahía Nash Bahía Choisseul Canal Bárbara Paso Shag Seno Helado Bahía San Miguel	Observación paisaje
		Observación geomorfología
		Identificación sitio de fondeo y áreas a concesionar
		Identificación topónimos cartas IGM y SHOA
		Identificación de faros y valisas
		Observación formaciones vegetacionales
		Toma muestras geomorfología
		Reconocimiento sitios de interés biodiversidad
		Reconocimiento glaciario
28-04-07	Bahía San Miguel Punta Arenas	Regreso Punta Arenas

c) Actividades específicas realizadas

En el marco de los objetivos del proyecto de cartografía, como también de otros requerimientos específicos de información, principalmente del Ministerio de Bienes Nacionales y del Proyecto GEF Marino, se realizaron en terreno las actividades que a continuación se describen.

Reconocimiento y descripción de sitios de interés

Consistió en el reconocimiento, georreferenciación y descripción de los sitios de interés previamente acordados con la contraparte técnica del MBN y del Proyecto GEF Marino. Fueron visitados 22 lugares de los cuales 15 fueron inspeccionados en tierra. Cada sitio fue caracterizado desde el punto de vista de su relieve, vegetación, accesibilidad, presencia de cuerpos de agua (lagos, lagunas, ríos y estero), uso actual, uso potencial, biodiversidad y valor para la conservación. Además, en conjunto con el capitán y tripulantes de la embarcación Chonos, se validaron los topónimos del área, especialmente faros, puertos y sitios de fondeo, los que fueron contrastados con la información extraída de las cartas IGM y del SHOA.

Mediciones de variables topográficas

Consistió en la georeferenciación de los sitios de interés inspeccionados en tierra, la delimitación de la línea de costa, a través de un GPS Trimble con precisión submétrica, y la captura de datos de altitud con un GPS Garmin barométrico. Estos datos fueron usados para la validación del Modelo de Elevación Digital (DEM) y el ajuste de las curvas de nivel generadas a partir del mismo. Adicionalmente, se realizaron mediciones en sitios aptos para futuras concesiones, particularmente en Bahía Mussel.

Análisis y valoración del paisaje

La metodología del estudio de paisaje se orientó a la evaluación de los paisajes del agua con un enfoque integral que permitiera identificar y jerarquizar: i) Las cualidades propias de cada paisaje expresadas en sus valores estético-espacial, social, territorial, ambiental y su valor como entorno; ii) Las interrelaciones entre diferentes atributos, funciones y valores del paisaje, iii) Las cualidades del paisaje como una estructura dinámica que influye y es afectado por el desarrollo del turismo y los cambios en la conectividad y la integración territorial y; iv) La capacidad del paisaje para soportar las eventuales presiones derivadas del turismo y la ocupación del territorio. Para este componente, las actividades de terreno consistieron en la aplicación de una ficha de valoración de las cualidades paisajísticas del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, georeferenciación y caracterización de los hitos relevantes del paisaje y la captura de material fotográfico y fílmico (Véase Anexo N° 1).

Caracterización geomorfológica

Respecto de la geomorfología, se realizó una descripción y análisis de las principales unidades y procesos geomorfológicos del área de estudio, así como también de singularidades geológicas y geomorfológicas. En cada sitio visitado se obtuvieron muestras de rocas, las que fueron analizadas y clasificadas en el Laboratorio de Mineralogía Óptica del Departamento de Geología de la Universidad de Concepción. Las muestras que no pudieron ser clasificadas con los métodos tradicionales fueron enviadas al laboratorio del Instituto de Geología Aplicada de la misma Universidad. Además, se analizó la evolución del relieve para determinar su incidencia sobre las condiciones ambientales actuales. En forma previa a la visita a terreno, se realizó un análisis en gabinete orientado a la identificación de las principales unidades geomorfológicas del área, sobre la base de cartas topográficas e imágenes satelitales. Sobre el material cartográfico e imágenes disponibles, se identificaron los puntos a validar en terreno. La identificación final de las unidades geomorfológicas se realizó a través de la fotointerpretación de fotografías aéreas escala 1:60.000 (SAF, 1984; Anexo N° 2).

3.2.4. Productos generados

En la Tabla 6 se presenta una síntesis de los productos cartográficos temáticos generados en el estudio, escala 1:150.000, con indicación de su escala, forma de representación, número de cartas y fuentes de información. En las páginas siguientes, una breve descripción de los aspectos metodológicos considerados en elaboración de la cartografía temática e imágenes jpg de cada una de ellas.

Tabla 6. Síntesis productos cartográficos temáticos generados ^(*)

Nombre carta	Escala de representación	Forma de representación	Número de cartas	Fuente información
Área de estudio	1:150.000	Polígonos	1	MBN, GEF
Propiedad y administración	1:150.000	Polígonos	1	MBN
Geomorfología	1:150.000	Polígonos	1	EULA
Unidades de paisaje	1:150.000	Polígonos	2	EULA
Vegetación	1:150.000	Polígonos	1	CEQUA
Cuencas hidrográficas	1:150.000	Polígonos	1	EULA
Recursos biológicos	1:150.000	Puntos y líneas	1	MBN, CEQUA ^(**)
Riqueza de especies	1:150.000	Polígonos	5	CEQUA
Fragilidad ecológica	1:150.000	Polígonos	1	CEQUA
Batimetría	1:150.000	Polígonos y puntos	1	CEQUA
Productividad marina	1:150.000	Índice	1	CEQUA
Zonificación	1:150.000	Polígonos	1	EULA, Comité Regional
Total	18	...

^(*) Productos en papel y en archivo digital

^(**) Fundación CEQUA. Base de datos de mamíferos marinos, lobos y ballenas.

a) Geomorfología

Sobre la base de las cartas IGM 1:100.000, del análisis de imágenes satelitales LandSat disponibles, y de la fotointerpretación de fotografías aéreas pancromáticas escala 1:60.000 del proyecto “Chile 60” del SAF (*Servicio Aerofotogramétrico de Chile*), se elaboró la carta temática de geomorfología. Las unidades geomorfológicas identificadas en el material cartográfico y fotográfico analizado fueron validadas a través de la información obtenida en terreno y complementada con el análisis de rocas en laboratorio. Las unidades identificadas fueron digitalizadas y representadas sobre la carta base escala 1:150.000 (Figura 16). La carta generada es acompañada de un estudio específico de geomorfología en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane.

b) Paisaje y atributos histórico-culturales

Sobre la base de fotografías aéreas, imágenes satelitales y cartografía IGM y del SHOA, como también de la información levantada en terreno, se elaboró cartografía temática de Unidades de Paisaje, además de su valoración, jerarquización y elementos históricos asociados al Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, principalmente rutas de navegación y áreas de naufragios (Figuras 17, 18 y 19). En su definición espacial, fueron considerados los siguientes aspectos: atributos paisajísticos, extensión de la cuenca visual, atributos naturales, terrestres y marinos, características morfológicas y del relieve. La cartografía temática generada es acompañada de un estudio específico del paisaje en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane. La carta unidades de paisaje según jerarquía fue elaborada a partir de la ponderación de los siguientes atributos: valor espacial, ambiental, social y territorial del paisaje.

c) Vegetación

Corresponde a la representación de unidades vegetacionales en los territorios continentales e insulares adyacentes al Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane. La información de base, polígonos, fue obtenida del estudio “Diagnóstico de flora, fauna terrestre y aves marinas en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane”, desarrollado por la Fundación CEQUA. A partir de las coberturas digitales proporcionadas por el CEQUA, se procedió a la depuración y ajuste de los polígonos, especialmente en el borde costero del área de estudio. La clasificación consideró 6 categorías o unidades vegetacionales, sobre las cuales se representaron, en otras cartas temáticas, los índices de riqueza específica y fragilidad ecológica (Figura 20).

d) Riqueza específica según unidades vegetacionales (*mamíferos, aves terrestres, insectos y flora*)

A partir de la información contenida en el estudio “Diagnóstico de flora, fauna terrestre y aves marinas en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane”, desarrollado por la Fundación CEQUA, se procedió a la elaboración de cartografía temática de riqueza de especies según unidades vegetacionales, para las siguientes categorías: mamíferos, insectos, flora, aves terrestres y riqueza específica para todas las taxa antes mencionadas (Figura 21). El producto cartográfico generado representa el número de especies observadas según cada una de las unidades vegetacionales identificadas en el estudio del CEQUA.

e) Fragilidad ecológica terrestre

Corresponde a la representación cartográfica de las unidades vegetacionales según diferentes grados o niveles de fragilidad ecológica (Figura 22). Representa una síntesis de aquellas variables estructurales del ecosistema, presentes en cada unidad de vegetación, que determinan diferencias en cuanto a diversidad de hábitat y áreas de refugio para la flora y fauna. También, la fragilidad ecológica representa un indicador de riqueza y diversidad de especies.

f) Batimetría

Corresponde a la representación cartográfica de las diferencias de profundidades en el área marina del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane (Figura 23). Para su elaboración fue utilizada la información de las cartas SHOA Estrecho de Magallanes, Paso del Mar a Isla Carlos III (11200), Canal Jerónimo (11230) y Estrecho de Magallanes, Cabo Froward a Paso Tortuoso (11300) y del estudio “Análisis y diagnóstico de las principales características oceanográficas del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane (AMCP)”, elaborado por la Fundación CEQUA. El método consideró las siguientes etapas: i) Depuración de datos del estudio batimétrico del CEQUA; ii) Creación de un modelo de elevación digital (*profundidades*); iii) Interpolación de valores de profundidad para toda el área de estudio; iv) Generación de curvas batimétricas y; v) Creación de polígonos con áreas o zonas con rangos de igual profundidad.

g) Productividad marina primaria

El objetivo básico de esta carta es poder visualizar áreas o sectores específicos del AMCP Francisco Coloane asociados a una mayor o menor productividad marina primaria, antecedentes básicos utilizados en el proceso de Zonificación Participativa del Área Marina Costera Protegida, especialmente de los ambientes propiamente marinos y costeros. Para la identificación de las áreas o sectores específicos se utilizó la información generada por el estudio “Análisis y diagnóstico de las principales características oceanográficas del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane (AMCP)”, elaborado por la Fundación CEQUA. Los valores y/o rangos de productividad indicados en la carta se asocian a cada uno de los puntos de muestreo y consideran los siguientes parámetros: i) Nutrientes; nitratos, nitritos, fosfatos y silicatos y; ii) Indicador de productividad primaria; clorofila.

h) Cuencas hidrográficas

Corresponde a la identificación y delimitación cartográfica de las principales cuencas hidrográficas en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, tanto en los territorios continentales como en los territorios insulares (Figura 24). Su representación, revistió particular importancia para el proceso de Zonificación Participativa de ambientes terrestres y marinos, especialmente por ser las cuencas hidrográficas áreas aportantes de nutrientes, minerales y recursos hídricos continentales, factores o elementos que, indudablemente, inciden en los procesos biológicos y productividad marina del área de estudio.

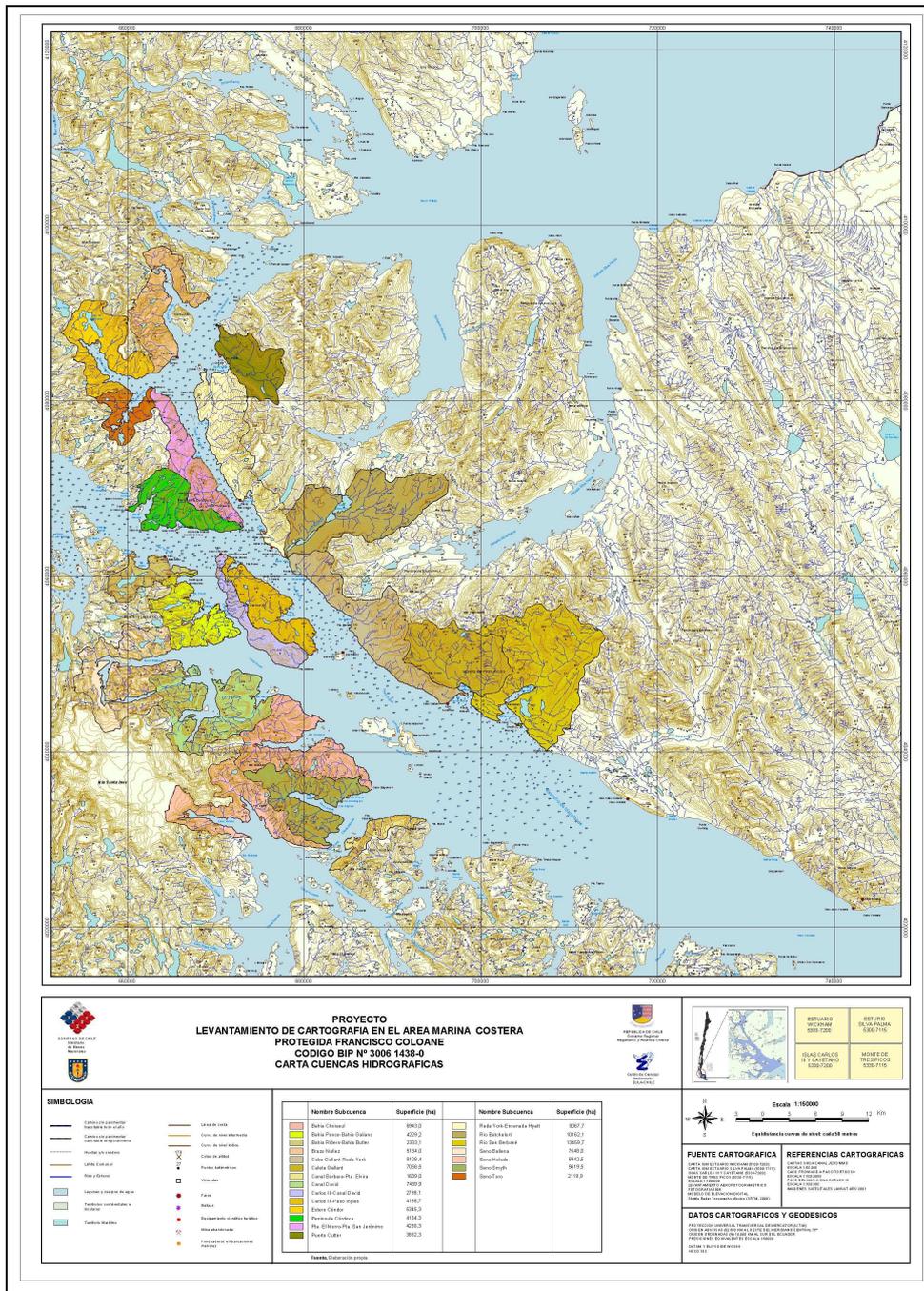


Figura 24. Cuencas hidrográficas en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane

i) Área de estudio Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, Propiedad y Administración

Corresponde a la representación espacial de los límites del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, según decreto de creación, como también al Parque Marino homólogo. Además, se representan las propiedades adyacentes al área de estudio, fiscales y particulares, y su administración y/o propietario (Figura 25). Como criterio se consideraron todas aquellas propiedades colindantes con el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, particularmente con la línea de costa del área marina.

3.3. Objetivo Específico Número 3.

Elaborar la memoria explicativa y carta de Zonificación Participativa del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane

3.3.1. Metodología

La elaboración de la carta de zonificación del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, se realizó a través de un proceso técnico y participativo, orientado, principalmente, a obtener un producto de gestión territorial social, técnicamente validado por los principales actores regionales vinculados al tema de la conservación y manejo sustentable de Áreas Marinas Costeras Protegidas. El proceso consideró las siguientes fases:

- Elaboración de cartografía base
- Elaboración de cartografía temática
- Identificación de actores regionales relevantes
- Taller 1 de Zonificación Participativa (*objetivos de la actividad, presentación del estudio cartográfico, insumos generados, identificación de objetivos de desarrollo para el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, identificación de criterios, identificación de funciones ecológicas, presentación de unidades territoriales homogéneas, identificación de intereses de los actores, zonificación participativa preliminar, necesidad de insumos temáticos específicos, acuerdos*)
- Elaboración propuesta de zonificación (*incorporación de información temática específica, análisis de criterios técnicos y de insumos generados en primer taller, análisis de metodologías apropiadas, identificación y espacialización de zonas, valoración y jerarquización de áreas en función de criterios y objetivos de desarrollo, propuestas de usos*)
- Taller 2 de Zonificación Participativa
- Validación y acuerdos
- Elaboración memoria explicativa
- Elaboración carta de Zonificación Participativa

3.3.2. Etapas

a) Proceso técnico de zonificación

Desde un punto de vista técnico-científico, el proceso de zonificación consideró, en función de los objetivos de desarrollo esperados para el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, identificados, jerarquizados y validados en los talleres participativos realizados en Punta Arenas, las siguientes etapas:

- Determinación de unidades de síntesis o áreas territoriales homogéneas.
- Definición de usos de suelo alternativos y criterios de localización.
- Valoración del territorio según grado de aptitud de uso.

- Zonificación o asignación de usos del territorio (*categorías*).
- Definición de actividades específicas para cada zona.

b) Elaboración carta de Zonificación Preliminar

Correspondió a la elaboración de una carta temática de zonificación preliminar, elaborada sobre la base de la información temática generada por el proyecto y de los criterios acordados en el Primer Taller de Zonificación Participativa (Figura 26). Representó una orientación básica o guía para la identificación de zonas en el Segundo Taller, particularmente por la delimitación y espacialización de unidades o áreas homogéneas, desde un punto de vista físico, ecológico y cultural.

c) Primer Taller Participativo; Taller N° 1 (30 y 31 de Agosto de 2007)

La realización de este evento se enmarcó dentro del proceso de zonificación participativa del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane y contó con la presencia de profesionales independientes, investigadores pertenecientes a instituciones de educación superior y/o de centros de investigación, funcionarios de servicios públicos, profesionales del Proyecto GEF Marino y usuarios productivos del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane. El carácter participativo del proceso, formó parte del diseño y planificación como base fundamental, de manera de obtener un producto validado y acordado por los participantes (Figuras 27 y 28).

Entre los resultados más relevantes obtenidos, podemos mencionar los siguientes: i) Identificación de intereses y/o objetivos de desarrollo, de los participantes, respecto del territorio a planificar (*sectores productivo-turístico, público-institucional, investigación y ciencia*); ii) Identificación de criterios básicos a considerar en el proceso de zonificación (*uso actual de los recursos, uso potencial, singularidad y fragilidad*); iii) Espacialización de información territorial, ecológica y ambiental, base para el proceso de zonificación participativa y; iv) Identificación de requerimientos de información específica para el proceso de planificación. Los resultados detallados del Taller N° 1 se presentan en el Anexo N° 3.



Figura 27. Primer Taller Zonificación Participativa, Punta Arenas Agosto 2007.



Figura 28. Primer Taller de Zonificación Participativa, Punta Arenas Agosto 2007

d) Segundo Taller Participativo; Taller N° 2 (7 y 8 de Noviembre de 2007)

Este evento participativo contó con la presencia de profesionales independientes, investigadores pertenecientes a instituciones de educación superior y/o de centros de investigación, funcionarios de servicios públicos, profesionales del Proyecto GEF Marino y usuarios productivos del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane (Figura 29). Los resultados detallados del Taller N° 2 se presentan en el Anexo N° 4. Sobre la base de los resultados y/o productos obtenidos en el primer taller, principalmente la identificación de intereses y/o objetivos de desarrollo para el área, la identificación de criterios básicos a considerar en el proceso de zonificación participativa y de la espacialización de información territorial, como también de la propuesta preliminar de zonificación participativa elaborada por el Centro EULA-Chile, se plantearon los siguientes objetivos:

- Identificar valores y usos preferentes de los territorios sujetos al proceso de planificación y/o zonificación.
- Identificar en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane unidades territoriales relevantes u homogéneas y sus funciones predominantes.
- Acordar objetivos de desarrollo y usos preferentes para cada una de las unidades territoriales, áreas o zonas homogéneas.
- Espacializar dichos valores, usos actuales y/o potenciales en una cartografía temática de zonificación.



Figura 29. Segundo Taller de Zonificación Participativa, Punta Arenas Noviembre 2007.

3.3.3. Productos generados

a) Carta de Zonificación Participativa

Corresponde a la elaboración final de la carta de Zonificación Participativa del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane (Figura 30). Dicha carta recoge, a través de un proceso democrático de participación, los principales intereses y objetivos de desarrollo para el área expresados, por los diferentes actores locales, en los talleres realizados en la ciudad de Punta Arenas. Desde un punto de vista espacial y territorial, se reconocen las siguientes zonas:

- Preservación
- Protección de hábitat
- De acceso restringido
- Con propósito especial
- Manejo sustentable de recursos naturales

b) Memoria Explicativa

Corresponde a la síntesis de la propuesta de Zonificación Participativa del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane. En este documento se definen las categorías utilizadas, objetivos, áreas o sectores específicos que comprenden cada una de ellas y su descripción (Anexo N° 5).

3.4. Objetivo Específico Número 4.

Diseñar un recorrido virtual del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane

3.4.1. Metodología

A partir del Modelo de Elevación Digital (DEM) se desarrolló un vuelo virtual del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane. Para tales efectos, se utilizaron las herramientas disponibles en el módulo ArcScene de ArcGIS. Un primer paso fue integrar la cartografía base, curvas de nivel, red hídrica, vías de acceso, al DEM. Posteriormente, se superpuso la imagen satelital sobre el DEM para obtener una visualización realista del área de estudio. Finalmente, se crearon recorridos o vuelos virtuales, destacando las áreas de mayor interés ecológico, paisajístico y cultural. Los vuelos virtuales fueron grabados en formato de video digital compatible con software de uso cotidiano en ambiente Windows.

3.4.2. Etapas

- Elaboración de escenas 3D a partir de Modelo de Elevación Digital (DEM).
- Superposición de capas temáticas sobre el DEM.
- Superposición de Imagen Satelital en colores verdaderos sobre el DEM.
- Creación de escenas 3D de hitos geográficos, paisajísticos y culturales relevantes
- Generación de vuelos virtuales (3D) sobre hitos geográficos, paisajísticos y culturales relevantes en el módulo ArcScene de ArcGIS.
- Exportación de los vuelos virtuales en formato de video digital compatibles con software de uso común.

3.4.3. Productos generados

- Escenas 3D de hitos geográficos, paisajísticos y culturales relevantes.
- Vuelos virtuales (3D) sobre hitos geográficos, paisajísticos y culturales en el módulo ArcScene de ArcGIS.
- CD o DVD de vuelos virtuales en formato de video.

4) CONCLUSIONES

4.1. *Respecto de los objetivos*

- El Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane fue creada, básicamente, con el objetivo de proteger y preservar los ecosistemas frágiles, vulnerables o de valor natural o cultural único, en un sector del estrecho de Magallanes y fiordos adyacentes a la isla Carlos III, como también promover actividades económicas de bajo impacto ambiental que permitan dar sustentabilidad a las actividades de conservación, investigación, educación y recreación a desarrollar en el área. No obstante lo anterior, y para avanzar en el cumplimiento de dichos objetivos, se requería generar y/o sistematizar información de base que permitiera evaluar las características físicas, ecológicas, culturales y económicas del área, antecedentes imprescindibles para su correcta planificación. Es en este contexto que se enmarca el estudio “Levantamiento de cartografía en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane”.
- A través del trabajo realizado se pudo dar cumplimiento a uno de los principales objetivos del estudio, disponer de cartografía base y temática costera digital del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, a diferentes escalas y niveles de resolución, de tal manera de disponer de una herramienta que permita situar, planificar y zonificar el borde costero y territorios continentales e insulares adyacentes, en una misma base cartográfica. Para la generación de los mapas fueron utilizadas bases cartográficas oficiales, cartas IGM y SHOA, complementando y/o actualizando ambos tipos de información sobre la base del análisis de imágenes satelitales y fotografías aéreas. De este modo, los productos combinan elementos de ambos tipos de fuentes, como cotas de altitud para ambientes terrestres y batimetría para áreas marinas.
- De particular importancia ha sido la elaboración de cartografía temática de un área que, en general, no presenta buena cobertura de información digital, especialmente relevante para la asignación de usos y la correcta visualización de elementos territoriales. En este sentido, la generación de una red de vértices geodésicos (MBN), de precisión milimétrica, en diferentes sectores del AMCP Francisco Coloane, permitió complementar, corregir y/o validar los diferentes productos cartográficos generados.

4.2. *Respecto de los productos*

- Se ha logrado generar la totalidad de los productos indicados en los TDR del estudio, elaborando cartografía base del Área Marina Costera Protegida en tres escalas; 1:150.000, 1:100.000 y 1:10.000. Los productos temáticos superan lo indicado en los TDR, básicamente por la necesidad de disponer de información relevante y pertinente para el proceso de zonificación participativa. En este sentido, caben destacar las cartas temáticas de batimetría, productividad marina primaria, cuencas hidrográficas, áreas o territorios homogéneos de planificación, rutas de navegación históricas y zonas de naufragio, como también la cartografía de riqueza específica de especies, elaborada a partir de la información de unidades vegetacionales proporcionada por la Fundación CEQUA.
- Respecto de la cartografía de detalle, escala 1:10.000, cabe destacar el esfuerzo técnico desplegado en su elaboración y la importancia de este material para una correcta visualización y asignación de usos del borde costero litoral en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, principalmente por la delimitación de la línea de costa, terrenos de playa y línea de los 80 metros de propiedades fiscales colindantes con el borde mar.
- En este mismo sentido, la generación de un mosaico, a partir del procesamiento de las imágenes QuickBird II disponibles, representa una importante contribución para la generación de productos cartográficos de calidad, cuyo nivel de detalle y resolución permita una gestión sustentable de los recursos hidrobiológicos y terrestres presentes en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane.

4.3. *Respecto de la zonificación participativa*

- Se considera que el método de planificación adoptado en el proceso de zonificación del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, de carácter eminentemente participativo, logró rescatar los intereses, visiones y objetivos de desarrollo de los diferentes actores locales involucrados en la gestión y/o aprovechamiento del área marina-costera protegida y territorios adyacentes. De este modo, los Talleres Participativos cumplieron cabalmente con los objetivos y expectativas esperadas, permitiendo llegar a acuerdos y consensos básicos respecto del futuro desarrollo del área a planificar. Lo anterior, con un adecuado apoyo de información y de antecedentes cartográficos básicos para la generación del producto final; es decir, la carta de zonificación del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane y su respectiva memoria explicativa.

- El resultado del primer taller de zonificación permitió establecer las bases del proceso de zonificación, entendiendo éste como la asignación de usos en el área conforme a los objetivos de conservación o protección predefinidos, según los valores ecológicos, socioculturales y económicos identificados para el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane. El establecimiento de criterios a considerar en la zonificación, la identificación de macrozonas o unidades homogéneas, como paso previo del proceso, fue acordada sin mayor conflicto, considerando la diversidad de intereses y competencias representadas en esta primera fase. Lo anterior, permitió realizar el segundo taller con insumos suficientes para identificar áreas o zonas dentro del Área Marina Costera Protegida con objetivos de desarrollo claros y, de esta forma, también minimizar potenciales conflictos de uso en función de compatibilizar las actividades actuales y futuras con la conservación y preservación de los valores ambientales, ecológicos, sociales y culturales del área protegida.
- También es importante destacar que el proceso de zonificación participativa demandó varias sesiones de trabajo grupal facilitado y que el producto obtenido, a partir de una activa participación de los actores locales, representa una base consensuada y acordada entre los diferentes participantes con competencias administrativas, sectoriales y usuarios con carácter productivo y comercial del área protegida. Finalmente, la Zonificación Participativa del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane permite definir áreas específicas asociadas a actividades específicas, tales como la extracción de recursos, la recreación e investigación científica y representa una de las principales herramientas de planificación para alcanzar objetivos de carácter ecosistémico, orientados a un manejo integrado de los recursos naturales y a la resolución de las complejidades del manejo existentes en Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples Usos, como lo es el área de estudio.

4.4. Respecto del estudio de paisaje

- El Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane se emplaza en el estrecho de Magallanes, un territorio célebre a nivel global por sus características geográficas y su significado cultural e histórico. El área del estrecho que abarca la zona de estudio contiene unidades de paisaje singulares, que surgen como expresiones espaciales de las distintas estructuras geográficas que se manifiestan en el área. En términos generales, el paisaje de la zona está conformado por una combinación de canales, senos, islas y bahías que se ramifican hacia diferentes direcciones, integrando unidades de paisaje interrelacionadas entre sí.

- Los paisajes del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane no sólo constituyen manifestaciones espaciales de una geografía excepcional, generada por el despliegue de un sistema marino que origina escenas paisajísticas de alto valor espacial por su singularidad y heterogeneidad, sino también destacan por sus valores ambientales y abundancia de especies vegetales y biológicas, comunidades y hábitats. Otra característica relevante es su alta calidad ambiental y bajo nivel de intervención, incluso varios de los paisajes no han sido objeto de intervenciones humanas debido a las dificultades de accesibilidad que presentan. A la vez, la condición de espacio natural protegido del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane refleja la importancia que el Estado chileno le otorga a las cualidades ambientales y escénicas de este territorio.
- El paisaje del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane está dominado por los cauces de agua de canales y senos que están contenidos por altas montañas, cerros, islas y ventisqueros que configuran el relieve. Esta configuración da origen a paisajes enmarcados que, sin embargo, se abren frontalmente a horizontes lejanos y variables. Es un paisaje dinámico y cambiante debido al permanente movimiento de las aguas, la compleja estructura espacial del área y la heterogeneidad que aportan las texturas del relieve, la vegetación y los cambios en la luz, que depende de las variaciones del viento y cambios en la nubosidad. La riqueza escénica del paisaje se complementa con cualidades asociadas a la diversidad de fauna y vegetación. Es un paisaje que posee un elevado significado por su directa relación con la historia de la colonización de Chile, que ha dejado sus huellas culturales en la toponimia que identifica a los diferentes lugares.
- Considerando la belleza y singularidad del paisaje, se considera que un aspecto relevante para el desarrollo futuro del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane sería el turismo. En este contexto, el territorio del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, puede potenciarse como destino asociado a paisajes naturales remotos, exóticos y únicos, de interés para turistas de larga distancia. Asimismo, la divulgación de sus paisajes en el ámbito nacional puede transformar al área en un destino para turistas chilenos.
- El Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane muestra proyecciones futuras y puede constituir un territorio positivamente valorado por la comunidad local, los visitantes, el gobierno regional y otras instituciones. En relación con estas expectativas, los paisajes marinos del área requieren ser conocidos y evaluados de modo tal que su utilización, como base para su desarrollo futuro, no signifique la pérdida o alteración de sus cualidades esenciales. Esta condición es relevante por las cualidades ambientales y biodiversidad que posee.

- La conciencia institucional sobre la necesidad de proteger al ambiente, y los paisajes asociados, de la región de Magallanes se advierte en los instrumentos relacionados con la Estrategia y Plan de Acción para la Biodiversidad (CONAMA, 2002) y con la decisión de establecer en el área del Estrecho de Magallanes un Área Marina Costera Protegida, sustentado en el reconocimiento de sus cualidades propias y exclusivas que requieren ser protegidas y conservadas. En este contexto es pertinente establecer directrices, basadas en conocimientos científicos, para orientar las decisiones públicas y privadas reconociendo las cualidades de los diversos territorios y paisajes como base de los recorridos por el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane.
- Una característica esencial del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane es la diversidad de atractivos turísticos que se relacionan con el paisaje. Los canales son navegables para embarcaciones, incluso menores, y el territorio posee excelentes condiciones de fondeo en numerosas bahías. El montañismo y trekking tienen potencial para su desarrollo en varios de los paisajes que integran el área, especialmente algunos cerros e islas. Otros tipos de turismo posibles de dinamizar en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane son el ecoturismo y turismo de intereses especiales como el avistamiento de aves y observación del paisaje, la vegetación y la fauna. Este desarrollo diversificado del turismo presenta potencial para generar beneficios económicos, directos e indirectos, para la comunidad local y regional como el aumento en los niveles de empleo, mediante la formación de guías turísticos, y el incremento de inversiones en servicios de navegación o equipamiento turístico.
- Desde las perspectivas enunciadas en el párrafo anterior, el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane presenta evidentes oportunidades de desarrollo del ecoturismo, turismo deportivo y cultural así como actividades de exploración científica. La existencia de valiosos recursos naturales en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane también puede concentrar la atención de inversionistas privados por su condición de territorio con oportunidades para implantar proyectos. No obstante, debe considerarse que estos proyectos pueden afectar a paisajes que, por su naturalidad y originalidad, deben ser rotundamente protegidos.

- La situación descrita muestra la urgencia de establecer criterios de planificación y gestión que permitan el uso múltiple del territorio, combinando el desarrollo del turismo con actividades alternativas como exploraciones científicas, de modo que la ocupación del área no implique una amenaza para la conservación del paisaje y la biodiversidad. Frente a esta realidad es imperativo emprender acciones orientadas a la gestión sustentable del turismo y científicas posibles de realizar en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, sobre la base de conocimientos actualizados de sus cualidades propias de modo tal que sea posible fijar condiciones adecuadas para proteger la integridad del ambiente. En este contexto, el estudio del paisaje se fundamenta en la necesidad de generar conocimientos científicos que permitan evaluar las potencialidades de los distintos paisajes marinos y el patrimonio cultural vinculado a ellos, creando bases cognoscitivas que sirvan a instituciones regionales y locales, empresas y comunidad para respaldar iniciativas sustentables y competitivas.

4.5. Respecto del estudio de geomorfología

- El dominio geomorfológico analizado muestra características típicas de una región montañosa templada fría, modelada bajo la influencia de un campo de hielo en el pasado pleistocénico. Dominan los relieves de erosión glacial, particularmente circos y artesas glaciares bien desarrolladas. Las artesas modeladas por los glaciares más robustos, situados en el Estrecho de Magallanes, tienen sus fondos bajo el nivel del mar, razón por la cual una vez que se produjo el retroceso de los glaciares fueron transgredidas por el agua marina. Las únicas morrenas estudiadas en terreno, tanto por su localización como por el contenido de material volcánico, probablemente procedente del volcán Reclus, y podrían ser del período tardiglacial tardío.
- En relación a los procesos actuales, y a pesar de la humedad del clima y de las fuertes pendientes topográficas de los valles, existe una cierta estabilidad morfogenética asociada a la densidad de la vegetación arbórea, arbustiva o herbácea existente, lo que regula la llegada de sedimentos a los fiordos y canales del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane. De particular importancia en la evolución de los relieves del área han sido los procesos glaciares que, en la actualidad y junto con los aportes de sedimentos de las cuencas hidrográficas de la península de Brunswick hacia el estrecho de Magallanes, representan uno de los principales factores para el mantenimiento de los procesos ecológicos en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane.

- No obstante las características climáticas del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane (*abundantes precipitaciones, alto coeficiente nivométrico anual sobre los 1000 metros, clima ventoso y frío en altura*) y topográficas (*fuertes pendientes en las laderas de los fiordos y artesas glaciares*), la zona de estudio presenta, actualmente, una estabilidad morfogenética relacionada con: i) La presencia de turberas de pendiente, cuya densa vegetación retiene los sedimentos desprendidos por gravedad, desde la sección superior de las laderas, y filtra el agua de escorrentía superficial, regulando la llegada de sedimentos a los fiordos y canales del área protegida y; ii) La escasez de material detrítico disponible para ser erosionado. La débil meteorización química de la roca aflorante, debido, principalmente, al clima templado frío o frío de altura y, en segundo lugar, a la intensa denudación producida por el hielo durante la última glaciación. Los sedimentos observados en el área se relacionan o tienen su origen en la meteorización mecánica de tipo gelifracción (*derrubios*) o bien han sido depositados por los glaciares (*morrenas*).

- Sin embargo, considerando el alto grado de naturalidad del paisaje (cuya evolución biopedogenética es lenta debido a las bajas temperaturas), la intensa pluviosidad y las fuertes pendientes topográficas particularmente de las paredes de los fiordos y artesas, cualquier intervención antrópica puede detonar procesos erosivos del suelo, irreversibles a escala humana. En este sentido, los rasgos de fragilidad del sistema geomorfológico están relacionados con: i) La erosión torrencial en primavera y verano; ii) La acción del hielo deshielo en otoño e invierno; iii) Procesos de remoción en masa, como avalanchas de nieve, deslizamientos de suelo, de sedimentos morrénicos, de rocas o de masas de hielo en invierno y primavera y; iv) La erosión glaciár en los glaciares periféricos de la Isla Santa Inés. A su vez, las unidades de relieve de mayor fragilidad son las siguientes: laderas de las artesas glaciares cubiertas por turberas de pendiente; las costas con acantilados de más de 300 metros de altura y los corredores de avalanchas. Dentro del Área Marina Costera Francisco Coloane, las áreas de mayor riesgo natural, expuestas a deslizamientos de bloques de hielo y procesos tsunamigénicos son: i) Las cabeceras de los Senos Ballena y Helado, siendo el primero el que presenta el mayor riesgo debido al glaciár colgante de más de 300 metros de altura y cuyo frente se encuentra en estado de desintegración y; ii) Las cabeceras de los dos fiordos confluentes al canal o seno localizado entre Bahía Nash y Seno Ballena.

- Finalmente, y a partir de los resultados obtenidos de la caracterización y análisis geomorfológico del Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, se sugiere la realización de los siguientes estudios: i) Balance glaciar y dinámica de retroceso de los frentes glaciares localizados en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, producto del calentamiento climático global; ii) Estudio de las turberas: grado de evolución, fragilidad, tipos de turberas, dinámica y estacional de éstas; iii) Identificación y análisis de posibles placas morrénicas, en las paredes de las artesas glaciares, que puedan representar peligro o riesgo de deslizamiento hacia los fiordos y canales del área protegida y; iv) Estudio de los procesos periglaciales en el Área Marina Costera Protegida Francisco Coloane, sobre los 400 metros de altitud.

5. ANEXOS FORMATO PAPEL

- N° 1: Estudio de paisaje
- N° 2: Estudio de geomorfología
- N° 3: Informe Taller Participativo N° 1
- N° 4: Informe Taller Participativo N° 2
- N° 5: Memoria explicativa Zonificación

6. ANEXOS FORMATO DIGITAL

- Imágenes jpg cartografía base
- Imágenes jpg cartografía temática
- Proyectos Arcview y shape cartografía base
- Proyectos Arcview y shape cartografía temática
- Mosaico imágenes QuickBird II
- Imágenes fotografías aéreas