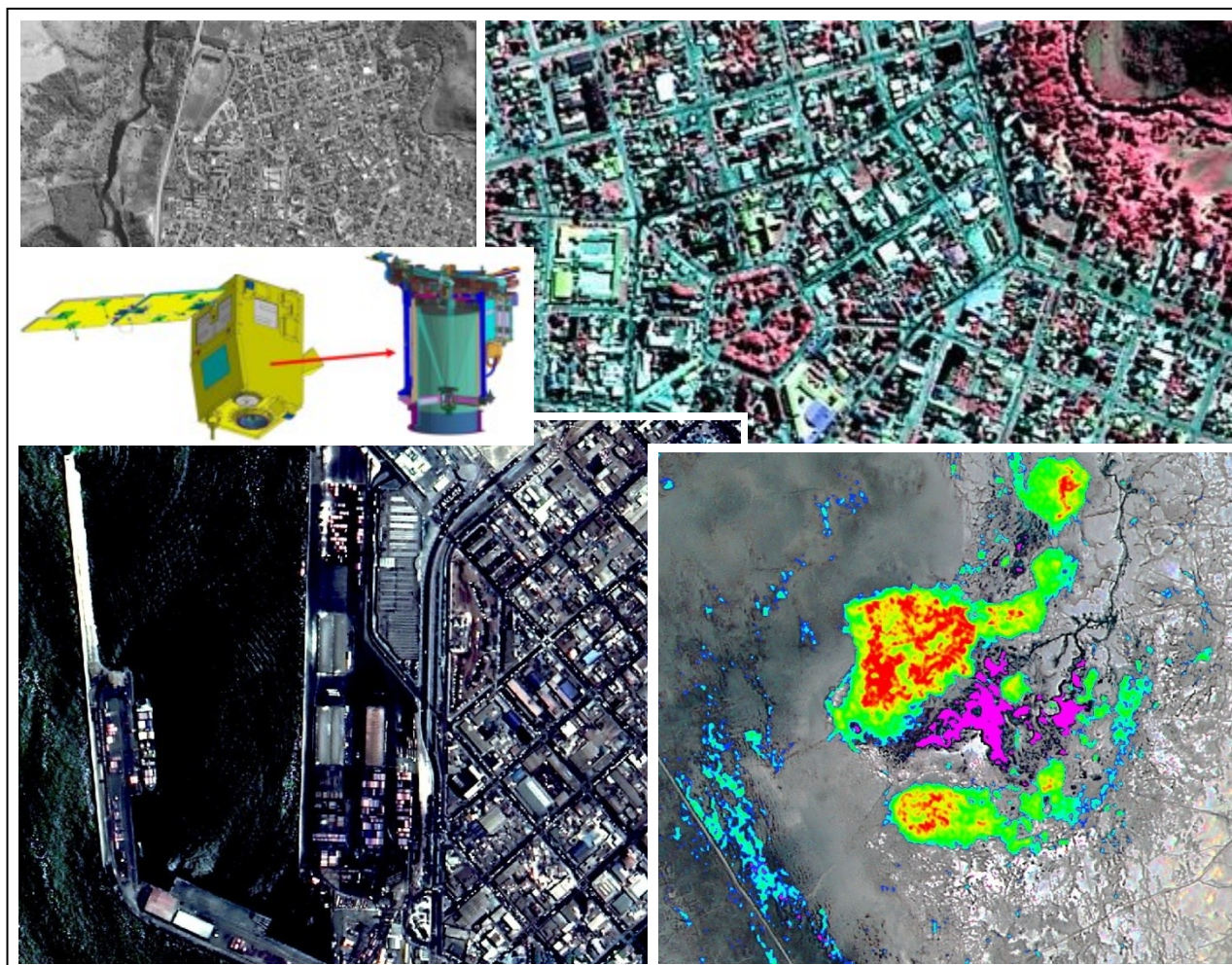


“Actualización del Análisis de la Demanda Potencial por las Imágenes del Sistema Satelital de Observación Terrestre - SSOT”

Diciembre 2010



Jefe del Estudio:

Pedro Martín Muñoz Aguayo, Geógrafo, Jefe de SIG y Teledetección, CIREN.

Profesional de Apoyo:

Amelia Lina Alfaro Corvalán. Geógrafo, Asesor, CIREN.

Contraparte Técnica

Juan Fernando Acuña Arenas, Secretario Ejecutivo, Agencia Chilena del Espacio. Min. de Economía.

Eliana Miglioranza Rombach, Coord. Proyectos y Programas, Agencia Chilena del Espacio.

Av. Manuel Montt 1164
Providencia, Santiago, Chile.
Teléfono: 200 89 00
Email: ciren@ciren.cl
Código Postal: 750 15 56
Web site: www.ciren.cl



Índice

Introducción	5
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos.....	6
Método.....	6
1. Demandas No consideradas	8
1.1. Centro de Información de Recursos Naturales, CIREN	8
1.1.1. Análisis de la demanda de imágenes al CIREN.	9
1.1.2. Tipos de Ortoimágenes Satelitales	13
1.1.3. Programa de actualización de la cobertura de erosión de los suelos de Chile.	18
1.1.3.1. Impacto Esperado	18
1.1.3.2. Antecedentes.....	19
1.1.3.3. Objetivos Generales	19
1.1.3.4. Objetivos específicos.....	19
1.1.3.5. Materiales y Métodos	19
1.1.3.6. Productos.....	20
2. Estado Actual del Tema Satelital en Chile.	23
2.1. Usos Actuales de las Imágenes Satelitales.....	23
2.1.1. Cartografía y SIG.	23
2.1.2. Planificación Urbana	24
2.1.3. Agricultura y Silvicultura	24
2.1.4. Geología y Minería.....	24
2.1.5. Infraestructura, Obras Públicas y Servicios	25
2.1.6. Telecomunicaciones y Transportes.....	25
2.1.7. Energía.....	25
2.1.8. Acuicultura	25
2.1.9. Medio Ambiente	25
2.1.10. Turismo	25
2.1.11. Demografía.....	26
2.1.12. Fronteras de Chile.....	26

2.2.	Usos Potenciales de las Imágenes Satelitales	26
2.2.1.	Planificación Urbana	26
2.2.2.	Agricultura y Silvicultura	26
2.2.3.	Agricultura de Precisión	27
2.2.4.	Acuicultura	27
2.2.5.	Medio Ambiente	27
2.2.6.	Energía.....	28
2.2.7.	Geología	28
2.2.8.	Turismo	28
2.2.9.	Pesca	28
2.2.10.	Control fronterizo (DIFROL).....	29
2.2.11.	Prevención y Monitoreo de Catástrofes (ONEMI)	29
2.3.	Ministerio de Vivienda y Urbanismo.	30
2.3.1.	Uso de las Imágenes de Satélites.....	31
2.3.2.	Trabajo colaborativo entre instituciones del Estado	36
2.3.3.	Uso de imágenes satelitales en el MINVU, planificado para el período 2009-2012.	38
2.3.4.	Programa de uso de imágenes Satelitales, para el año 2013.	39
2.3.5.	Estudios de Riesgos Naturales y geológicos en los entornos urbanos y en las futuras áreas de expansión urbana.....	40
2.3.6.	Desafíos actuales	40
3.	Nuevos Antecedentes en el Tema Satelital	42
3.1.	Infraestructuras de Datos Espaciales, IDE.....	42
3.2.	Actividades del Comité Satelital MINAGRI.....	44
3.3.	Nuevos organismos encuestados	48
3.3.1.	CONAE, Comisión Nacional de Actividades Espaciales, Argentina:	48
3.3.1.1.	Programas de Acción Concertada	49
3.3.1.2.	SAC-D / AQUARIUS.....	52
3.3.1.3.	SAC-E / SABIA.....	52
3.3.1.4.	MISIÓN SAOCOM	53
3.3.1.5.	SIASGE Sistema Italo-Argentino de satélites para beneficio de la Sociedad, Gestión de emergencias y desarrollo Económico.	54
3.3.1.6.	SARAT (SAR Aerotransportado)	56

3.3.2.	IMPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales, Brasil:	58
3.3.2.1.	Objetivos Estratégicos	58
3.3.2.2.	Instalaciones	59
3.3.2.3.	Investigación y Desarrollo	59
3.3.2.4.	Datos de Satelitales.....	61
3.3.3.	Municipalidades.....	64
3.3.4.	Ministerio de Planificación y Cooperación MIDEPLAN	66
3.3.5.	Secretaría Regional Ministerial de Salud SEREMI, V Región	66
3.3.6.	Centro de Estudios Científicos (CECS)	67
3.3.6.1.	Glaciología	68
3.3.6.2.	Interacciones Glacio – Volcánicas	69
3.3.6.3.	Estudios de Glof/ Glacio – Hidrológicos en Patagonia	69
3.3.6.4.	Estudios de Testigos de Hielo	71
4.	Análisis, Conclusiones y Recomendaciones.	72
4.1.	Análisis a la luz de los nuevos antecedentes.....	72
4.1.1.	La oferta potencial de imágenes:.....	72
4.2.	Conclusiones	74
4.3.	Recomendaciones	75
5.	Referencias	76
6.	Anexos	77
6.1.	Cooperación Internacional del INPE, Brasil.....	77

Introducción

La Agencia Chilena del Espacio ha considerado necesario actualizar, con nuevos antecedentes, el estudio de análisis de demanda por las imágenes del satélite chileno SSOT, realizado por la Fundación Chile en el año 2009.

Debido a la dilatada experiencia de CIREN en el uso de imágenes en estudios de recursos naturales, a que cuenta con especialistas en percepción remota y al trabajo mancomunado con la Agencia Chilena del Espacio en temas afines, se ha firmado un convenio, con fecha 23 de Noviembre de 2010, con el Centro de Información de Recursos Naturales CIREN, tendiente a realizar actividades de colaboración que conlleven el uso, empleo y profundización del rango de aplicaciones de las imágenes satelitales SSOT.

Este documento constituye el informe final, que se presenta a la Agencia Chilena del Espacio para revisión y observación. Está organizado en 4 capítulos, donde en el primero se exponen y analizan las demandas no consideradas en el estudio realizado por la Fundación Chile de marzo 2010. El segundo capítulo, consigna el estado actual en los temas satelitales, en la administración pública y algunos organismos privados de nuestro país.

En el tercer capítulo se incluyeron nuevos antecedentes, ya que durante el 2010 se han producido avances en numerosos temas relacionados con el uso de las imágenes satelitales en la administración pública, que el informe de Fundación Chile no pudo tomar en cuenta, partiendo por el impacto del cambio de gobierno en las políticas de planificación del territorio y la generación de información espacial. Además se amplió el espectro de instituciones encuestadas, y ámbitos de estudio, que resultarán relevantes a la hora de demandar imágenes SSOT.

En el cuarto capítulo se exponen los análisis, las conclusiones y recomendaciones generales., en cuanto al tema de la demanda y uso de las imágenes SSOT.

Dada la complejidad del tema analizado, el tiempo y los recursos destinados a este estudio, el análisis se ha enfocado a las áreas en que CIREN posee mayor experiencia y antecedentes acumulados, dejando para estudios posteriores, con más recursos, el profundizar transversalmente la evaluación de la demanda potencial y el impacto en el PIB de contar con la tecnología del satélite SSOT.

Sin embargo, para CIREN el tema satelital representa un desafío de innovación tecnológica, donde el SSOT será la piedra angular de los futuros estudios y actualizaciones sobre Recursos Naturales del país, por lo tanto pretende, junto a ACE, seguir profundizando en este tipo de estudios, y otros relacionados, para dar cumplimiento a la misión de contribuir al desarrollo sustentable del País.

Objetivo General

- Revisar y analizar los estudios de demanda por imágenes existentes en el país.
- Aportar nuevos antecedentes, que permitan complementar y/o reformular las conclusiones de los estudios anteriores.

Objetivos Específicos

- Complementar el listado de instituciones encuestadas o entrevistadas, con organismos relevantes que demandan gran cantidad de imágenes satelitales.
- Obtener información en las fuentes primarias de aquellos organismos no contemplados en estudios anteriores.
- Análisis comparativo entre las conclusiones de los estudios anteriores y los nuevos antecedentes obtenidos.

Método

La Agencia del Espacio de Chile (ACE), hizo entrega a CIREN del “Estudio de mercado de imágenes satelitales y desarrollo de un plan de negocio para productos y servicios de uso civil del Sistema Satelital de Observación de la Tierra (SSOT) de Marzo 2010, en formato digital .PDF.

Este está estructurado de la siguiente manera:

1. Estado del Arte de proveedores de imágenes satelitales.
2. Demanda actual y futura nacional de imágenes satelitales para los sectores definidos.
3. Informe de visita y de trabajo conjunto con al menos un centro tecnológico internacional (UTT Finlandia).
4. Posición estratégica de los productos y servicios generados.
5. Plan de Negocios para entregar de manera eficiente los servicios identificados en los nichos estratégicos.
6. Flujos financieros y rentabilidad social 6 del Plan propuesto.
7. Recomendaciones de estructura organizacional, perfiles de cargos y acciones para la tarea propuesta.

El informe fue leído y analizado por CIREN, detectando que algunos tópicos merecían ser profundizado o actualizados.

Del análisis general se desprende que hay sectores de la administración pública y privada, que no fueron considerados en el estudio, y que son relevantes a la hora de demandar imágenes satelitales para sus estudios.

Otro tema que requiere ser profundizado, es el estado actual del tema satelital en algunos organismos.

Además se considera que son necesarios nuevos antecedentes, para mejorar la visión global del tema de la demanda por imágenes SSOT.

Finalmente, se incorporan nuevas conclusiones y recomendaciones, para complementar las del estudio de la Fundación Chile.

1. Demandas No consideradas

En el estudio se excluye la demanda proveniente de los grandes proyectos, financiados por los fondos concursables con recursos del Estado como INNOVA o FONDEF, entre otros.

Se debe, por lo tanto, considerar el hecho de que en el último concurso FONDEF 2010, se presentaron al menos 10 proyectos que incluían el uso masivo de imágenes del satélite Chileno, lo que indica que la sola disponibilidad de estas imágenes gatillará un aumento exponencial de la demanda por las mismas.

Históricamente, estos proyectos han liderado la demanda por imágenes de grandes extensiones o muchas imágenes del mismo lugar para seguir la evolución de algún fenómeno espacial. A continuación se exponen algunos ejemplos.

1.1. Centro de Información de Recursos Naturales, CIREN

CIREN es una institución que proporciona información de recursos naturales renovables y ha logrado reunir la mayor base de datos georreferenciada de suelos, recursos hídricos, clima, información frutícola y forestal que existe en Chile, además del catastro de la propiedad rural. Además está vinculada a las políticas de Agricultura, mediante la contribución con información, capacidad profesional y tecnológica, constituyéndose en un factor muy importante para la planificación; para la toma de decisiones en el sector público y privado; en el diseño de políticas de desarrollo productivo y de ordenamiento territorial. También lidera las acciones para enfrentar nuevos desafíos, asumiendo el de articulador del convenio de cooperación entre el Ministerio de Agricultura y la Agencia Chilena del Espacio, realizando una importante labor como la contraparte civil, para acceder y administrar los datos espaciales del satélite SSOT en la codificación, el procesamiento de información satelital, y la interpretación de imágenes y datos referentes a la agricultura y recursos naturales. Es por esto que CIREN, desde la década del 70 ha demandado imágenes satelitales para realizar sus estudios y catastros.



1.1.1. Análisis de la demanda de imágenes al CIREN.

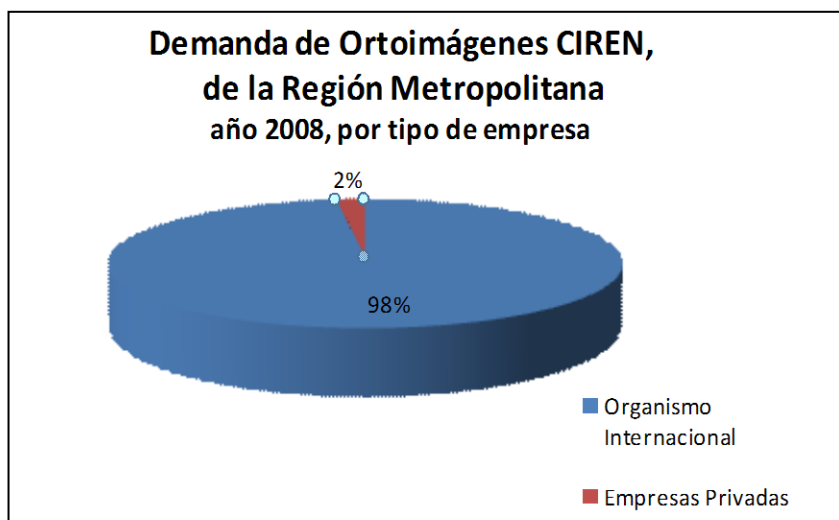
Si bien CIREN no es un proveedor formal de imágenes de satélite, genera productos con ellas, como las ortoimágenes satelitales. Durante algún tiempo fue representante de SPOT IMAGE, para sus productos ortorectificados (Spot Maps).

En términos comerciales, la prioridad de CIREN es vender estudios de recursos naturales, donde la ortoimagen funciona como base cartográfica.

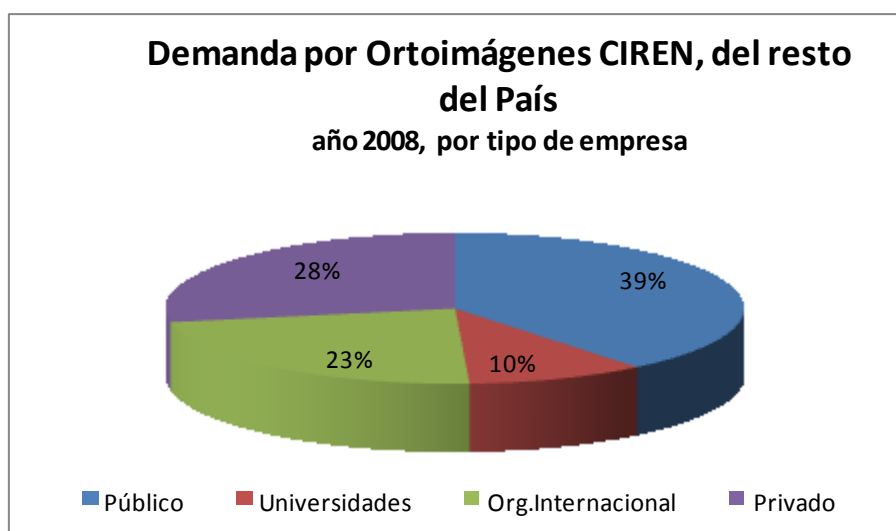
A continuación se detallan las ventas realizadas por CIREN de los productos satelitales ortorectificados en el período 2008 – 2010.

VENTA DE IMÁGENES CIREN PERÍODO 2008-2010					
AÑO	PRODUCTO	CANTIDAD	SUPERFICIE (Km ²)	MONTO FACTURADO (M\$)	CLIENTES
2008	Imágenes SPOT Región Metropolitana	102	7.548	\$ 2,7	(*1)
2008	Imágenes SPOT resto del país	----	----	\$ 10,03	(*2)
2009	Imágenes SPOT Región Metropolitana	238	17.612	\$ 0,45	(*3)
2009	Imágenes SPOT resto del país	----	----	\$ 25,32	(*4)
2009	Ortoimágenes 1:10.000 V Región	162	----	\$ 16,66	(*5)
2010	Imágenes SPOT Región Metropolitana	116	8.584	\$ 12,67	(*6)
2010	Imágenes SPOT resto del país	----	----	\$ 1,92	(*7)
2010	Ortoimágenes 1:10.000 V Región	38	----	\$ 3,70	(*8)
2010	Ortoimágenes 1:10.000 VI Región	68	----	\$ 4,31	(*9)
TOTAL				\$ 77,81	

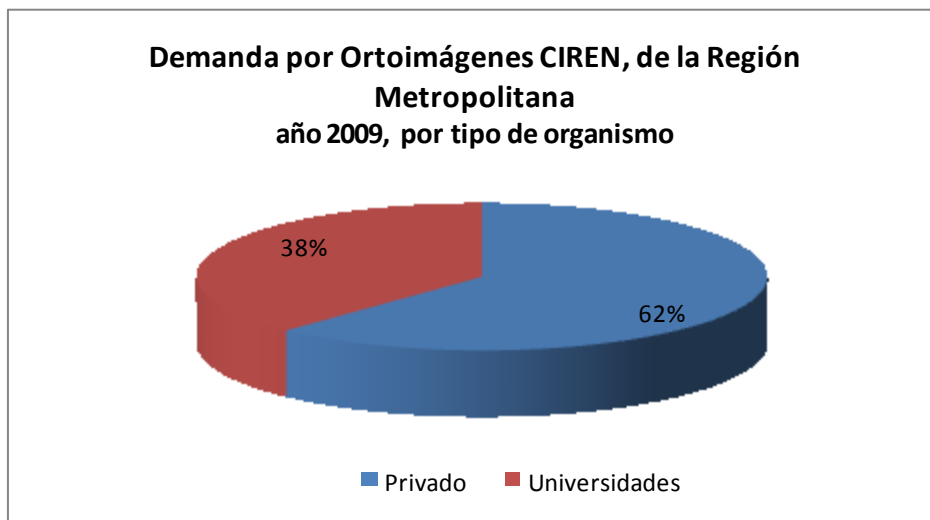
(*1) En 2008, en la Región Metropolitana las ventas de imágenes SPOT Maps corresponden en un 98 % al Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD y el restante 2% a empresas Consultoras Ambientales.



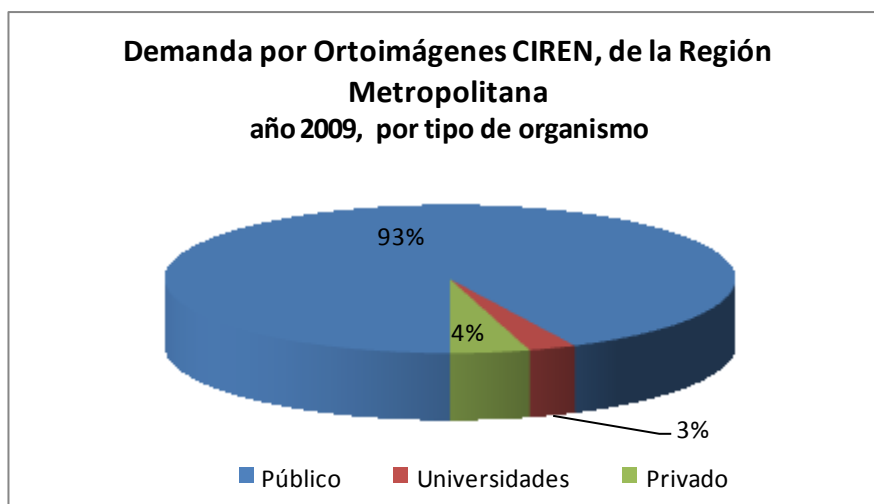
(*2) En el resto del país las ventas de imágenes SPOT Maps corresponden en un 23% a CONAMA; 22,9% al PNUD; 16% a ministerios (Bienes Nacionales y Obras Públicas); 10% a Empresas Mineras y el restante 28,1% se distribuye entre Fundación Chile, empresas de Ingeniería, Agrícolas, de Arquitectura, universidades y personas naturales.



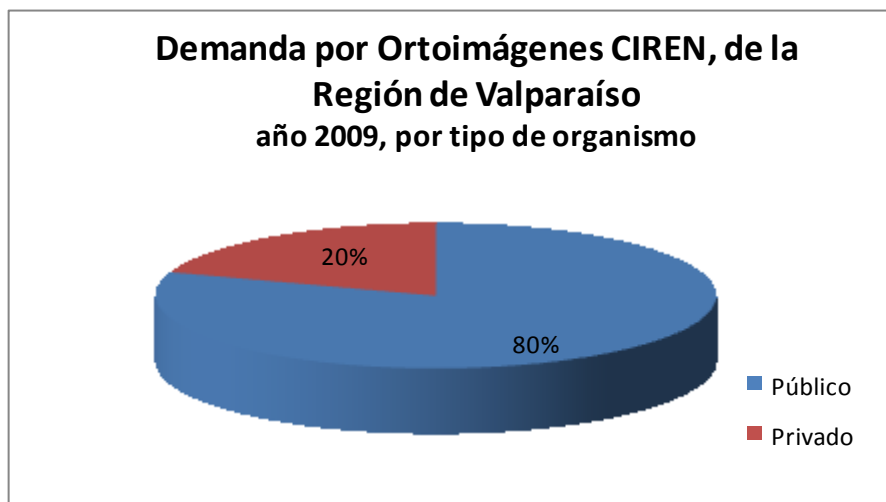
(*3) En 2009 en la Región Metropolitana las ventas de imágenes SPOT Maps corresponden en un 53 % a la empresa sanitaria Aguas Andinas, el 38% a universidades (PUC y de Talca) y el restante 9% se reparte entre empresas de Inversiones y personas naturales.



(*4) En el resto del país las ventas de imágenes SPOT Maps corresponden en un 92,8% a CONAF y el restante 7,2% se reparte entre empresas de Ingeniería, de Minería, Universidades y personas naturales.

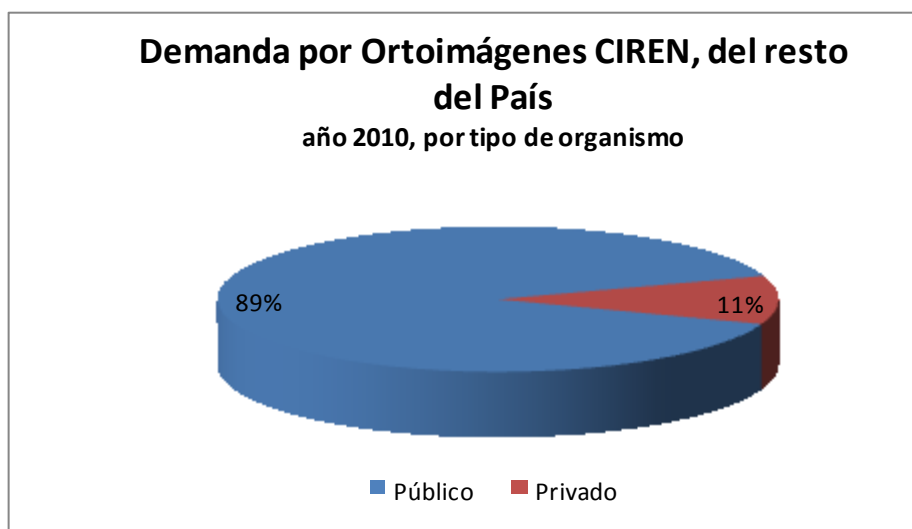


(*5) Las ventas de ortoimágenes a escala 1:10.000 de la V Región de Valparaíso en el año 2009, corresponde en un 71 % al Gobierno Regional de Valparaíso; en un 8,6% a la Municipalidad de La Ligua; y el restante 20,4 % se distribuye entre empresas Agrícolas y personas naturales.

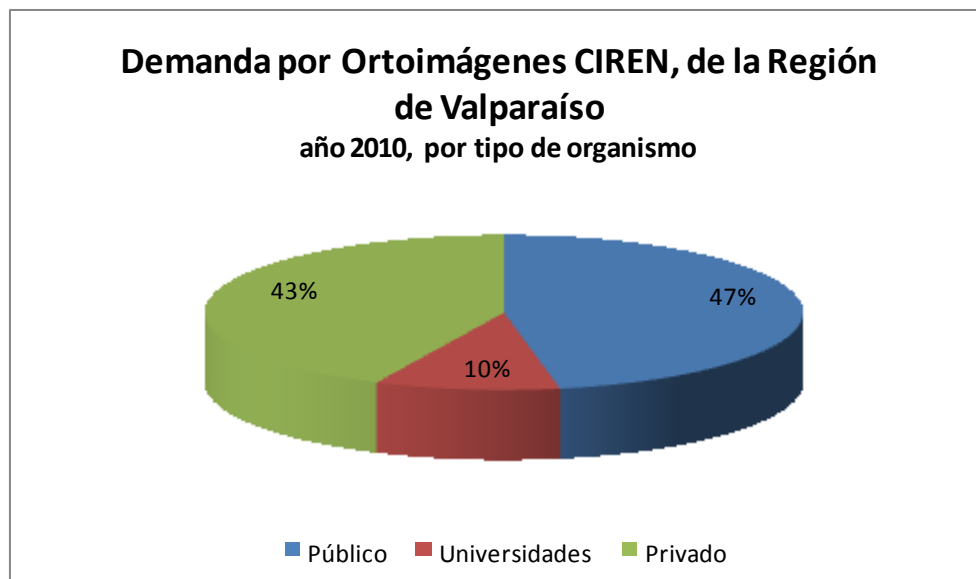


(*6) En 2010 en la Región Metropolitana las ventas de imágenes SPOT Maps se concentran en un 98% en la empresa sanitaria Aguas Andinas, el 2% restante se reparte en empresas de Ingeniería y personas naturales. Es decir demanda en un 100% de Privados.

(*7) En el resto del país las ventas de imágenes SPOT Maps para el año 2010, se concentran en un 89,2% en el Gobierno Regional de Aysén, el restante 10,8% corresponde a personas naturales.



(*8) Las ventas de ortoimágenes escala 1:10.000 de la V Región de Valparaíso en el año 2010 corresponde en un 47% a Municipalidades (Quillota e Hijuelas); 10% a universidades (Playa Ancha y Pontificia U. Católica de Valparaíso), y 43% distribuidas entre empresas Agrícolas y personas naturales.



(*9) Las ventas de ortoimágenes escala 1:10.000 de la VI Región de O'Higgins en el año 2010 corresponden en un 92% a la Junta de Vigilancia del Río Cachapoal y el restante 8% a empresas Agrícolas. Es decir demanda en un 100% de Privados.

1.1.2. Tipos de Ortoimágenes Satelitales

Las ortoimágenes de la región de Valparaíso son en color real, es decir pueden llegar a tener 16 millones de colores y poseen precisión métrica para la escala 1:10.000. Fueron construidas con imágenes Quick Bird II, usando bandas pancromáticas y multiespectrales fusionadas, logrando una resolución espacial de 60 cm por pixel. Las fechas de las imágenes van entre el año 2003 y el año 2008.

Las ortoimágenes de la región de O'Higgins son de iguales características, solo que la fecha de las imágenes van desde el año 2004 y el año 2008.

A continuación se muestra un ejemplo de ortoimágenes CIREN en la V y VI Región.



Sector de Ortoimagen Nº2258-D San Francisco de Limache, V Región de Valparaíso

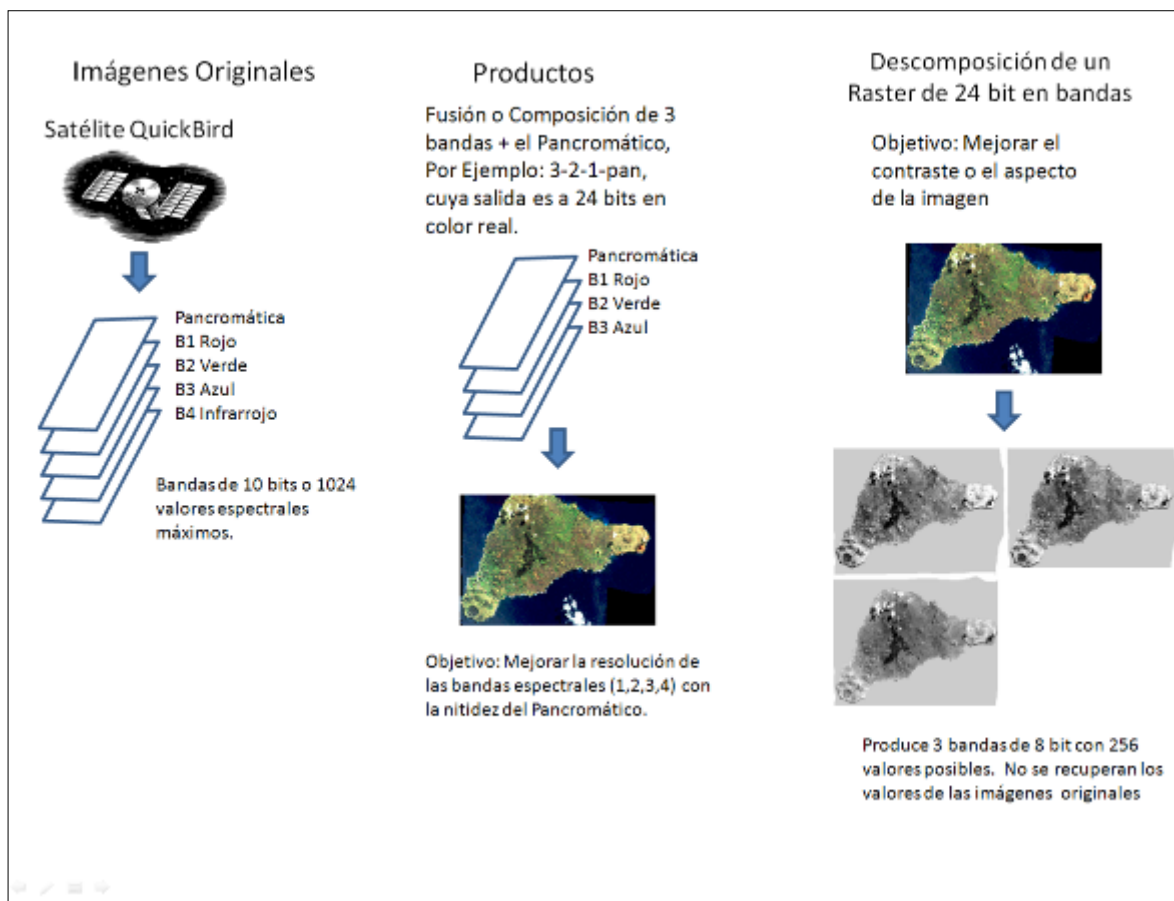


Sector de Ortoimagen Nº 2275-D El Salto de Almahue, VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins

La cobertura de ortoimágenes CIREN aproximada de las dos regiones (V y VI) es de 33.000 Km².

Las imágenes SPOT Maps son coberturas ortorrectificadas de ámbito nacional o regional, construidas con imágenes del satélite SPOT 5 en color real y con resolución de 2,5 m. CIREN comercializó las imágenes del todo el país entre 2008 y 2009. A partir de 2010 solo está disponible para venta la Región Metropolitana de Santiago.

Preparación de las imágenes, para ser ortorrectificadas



Desde que CIREN puso a la venta ortoimágenes satelitales de las regiones V y VI, que reemplazaron a las anteriores coberturas de ortofotos (hechas con fotografías aéreas en b/n), se produjo un cambio notorio en las preferencias de los clientes, tal como se aprecia en el siguiente cuadro.

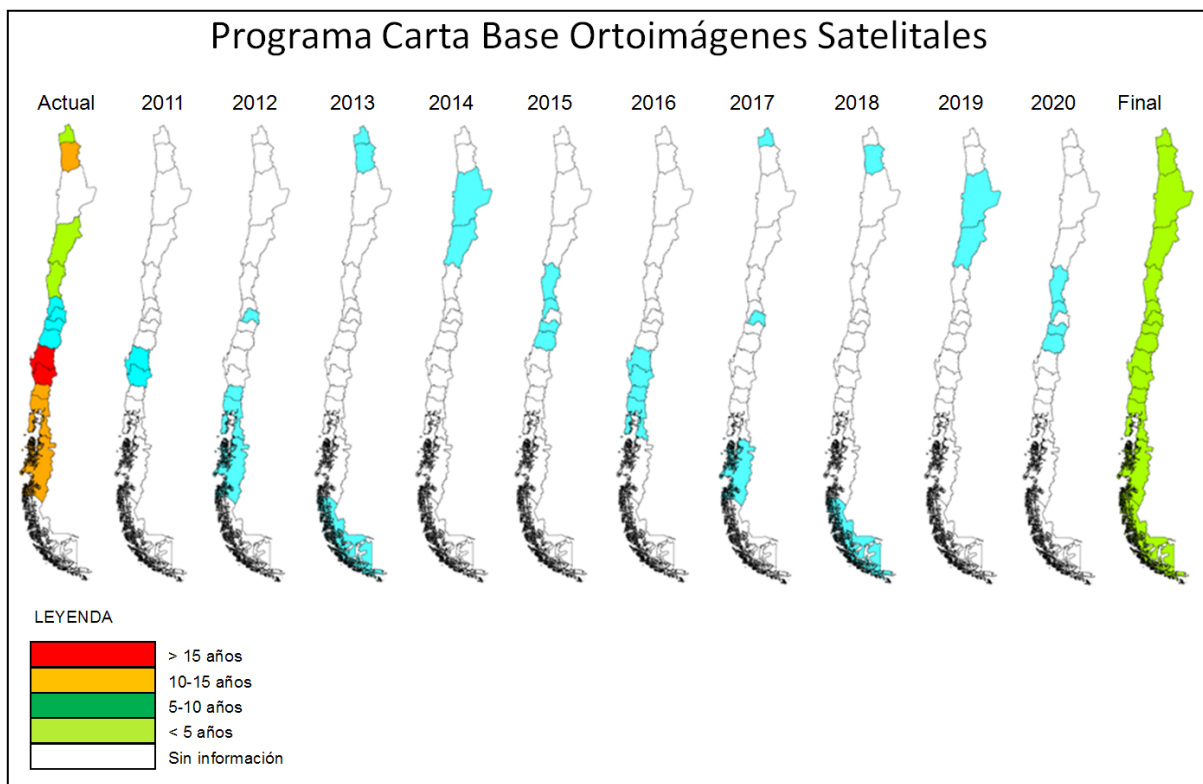
Año	Montos Facturados (\$)	% de Ventas de Imágenes, por sobre el resto de la cartografía
2008	72.902.184	17.5
2009	81.227.614	52.2
2010	52.841.798	42.8

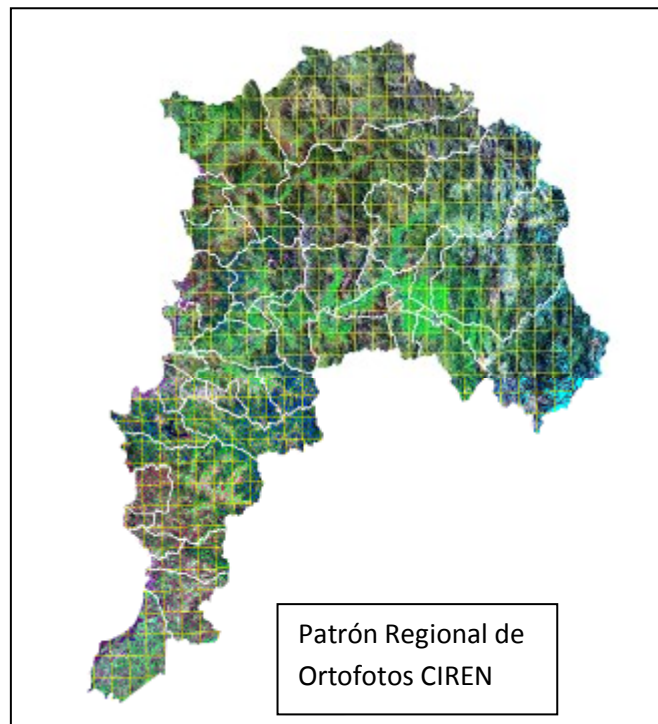
En el cuadro se señala que en el año 2008 las ventas de imágenes representaban el 17,5 % del total de ventas de cartografía de CIREN, donde se incluyen fotomosaicos, ortofotos blanco y negro y ortofoto color, de todo el país. En el año 2009 este porcentaje subió considerablemente llegando a representar el 52,2 % de las ventas totales de CIREN, y en 2010 disminuyó a 42.8 % del total facturado por CIREN.

Por lo tanto es dable esperar que a medida que CIREN reemplace las antiguas coberturas de ortofotos de las regiones faltantes, por coberturas de ortoimágenes, la demanda de éstas irá en aumento.

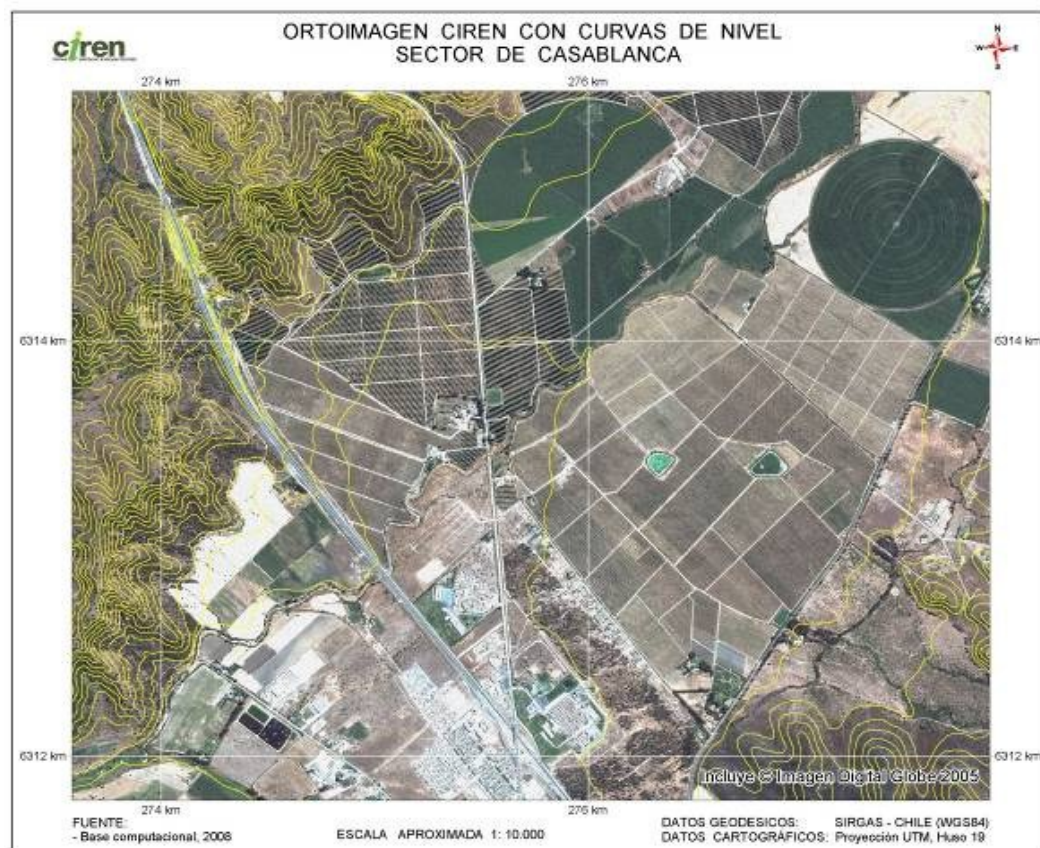
Para los próximos 10 años, CIREN ha planificado actualizar la mayor parte del país con ortoimágenes satelitales, tal como se muestra en la siguiente imagen.

Proyección de la actualización de la Cobertura de Ortoimágenes 2010 - 2020





Producto Ortoimagen Satelital con estudio integrado



1.1.3. Programa de actualización de la cobertura de erosión de los suelos de Chile.

Debido a que el suelo es un sistema dinámico, que evoluciona según el uso y manejo que se le aplique, cualquier desarrollo silvoagropecuario requiere contar con una base de datos actualizada a una escala de trabajo que permita tomar decisiones a nivel comunal y predial.

Pese al notable avance a nivel nacional respecto a la nueva cartografía de erosión actual y potencial, la escala de validez y la obsolescencia de los resultados, puede dificultar la aplicación de programas y planes públicos acordes a las necesidades prediales y entorpece un accionar armónico en la focalización de instrumentos de fomento, que el Estado dispone para el desarrollo del sector rural. Al respecto, cabe señalar que el Último Congreso Internacional de Conservación de Suelos (ISCO 2010), realizado en Noviembre en la Ciudad de Santiago de Chile, una de las conclusiones generales entregada por los expertos de la mesa temática sobre degradación y procesos erosivos en suelos, fue justamente que los modelos de erosión deben ser a escala local y con nivel de actualización no superior a los tres años, ya que, al trabajar a escalas generales, puede haber subestimación o sobrestimación de índices de erosión, lo cual pudiera generar inconvenientes o llevar a conclusiones equivocadas en la asignación de recursos financieros y ii) al trabajar con información añeja provoca errores de la determinación del uso del suelo y la clasificación de erosión, especialmente en regiones con alta dinámica silvoagropecuaria.

Es deseable además, poder incorporar variables locales o variaciones en el modelo, como por ejemplo la acción eólica o el manejo o práctica agrícola del suelo. Se hace necesario discriminar entre los tipos de erosión, a saber; antrópica o natural, o bien, laminar, surco o cárcavas. Esto permite que los programas de recuperación de suelos se focalicen y logren mayor eficiencia en los recursos y eficacia en los objetivos planteados. Se hace necesario determinar zonas con alto riesgo erosivo y de remoción en masa, que exponga la seguridad a la población e infraestructura local. Al mismo tiempo, poder incorporar en el análisis, bases de datos locales levantadas en algunos proyectos regionales.

1.1.3.1. Impacto Esperado

La ejecución de este programa permite entregar una información actualizada, confiable y detallada y precisa para los programas de recuperación de suelos y forestación. Adicionalmente, conocer el estado de erosión y la vulnerabilidad de los suelos de Chile permite configurar parte de la línea base en el análisis y consistencia de las políticas públicas en materias de desarrollo y uso sustentable de los recursos naturales, que incluye, por ejemplo, ámbitos de decisión tan diversos y dispersos en la institucionalidad pública como:

- Recuperación de suelos degradados
- Fomento al riego

- Fomento a las plantaciones forestales y Manejo del bosque nativo
- Valoración social-económica de las tierras
- Protección de la biodiversidad
- Protección de cauces y manejo de cuencas
- Medioambiente y proyectos de alta inversión
- Política satelital

1.1.3.2. Antecedentes

En las recientes décadas, los grandes avances en desarrollo de modelos empíricos, conceptuales y físicos que utilizan, en la mayoría de ellos, datos obtenidos de sensores remotos, integrados en sistemas de información geográfica (SIG), permiten obtener nuevas herramientas de gestión de recursos naturales, beneficiando con ello a las ciencias del suelo, al cubrir amplias extensiones a menores costos. En este marco, el año 2004 y 2006, el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), en conjunto instituciones del Ministerio de Agricultura, a través de proyectos con financiamiento CORFO, elaboró mapas de erosión actual y potencial, en varias zonas de Chile central. Ambos estudios revelan la preocupante situación de los suelos agropecuarios, en cuanto a su degradación antrópica. Finalmente, en 2007, las instituciones CIREN, CONAF, SAG, ODEPA y el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), todos pertenecientes al Ministerio de Agricultura, ejecutan el presente estudio, que tiene el objetivo de elaborar la cartografía de erosión potencial y actual de los suelos de Chile a nivel semidetallado 1:50.000 y generalizado a escala 1:250.000.

1.1.3.3. Objetivos Generales

Actualizar y aumentar el nivel de detalles de la cartografía de erosión actual y potencial del suelo de Chile, de tal forma que resulte en un instrumento eficaz para la gestión territorial predial y la aplicación de los programas de fomento del Estado.

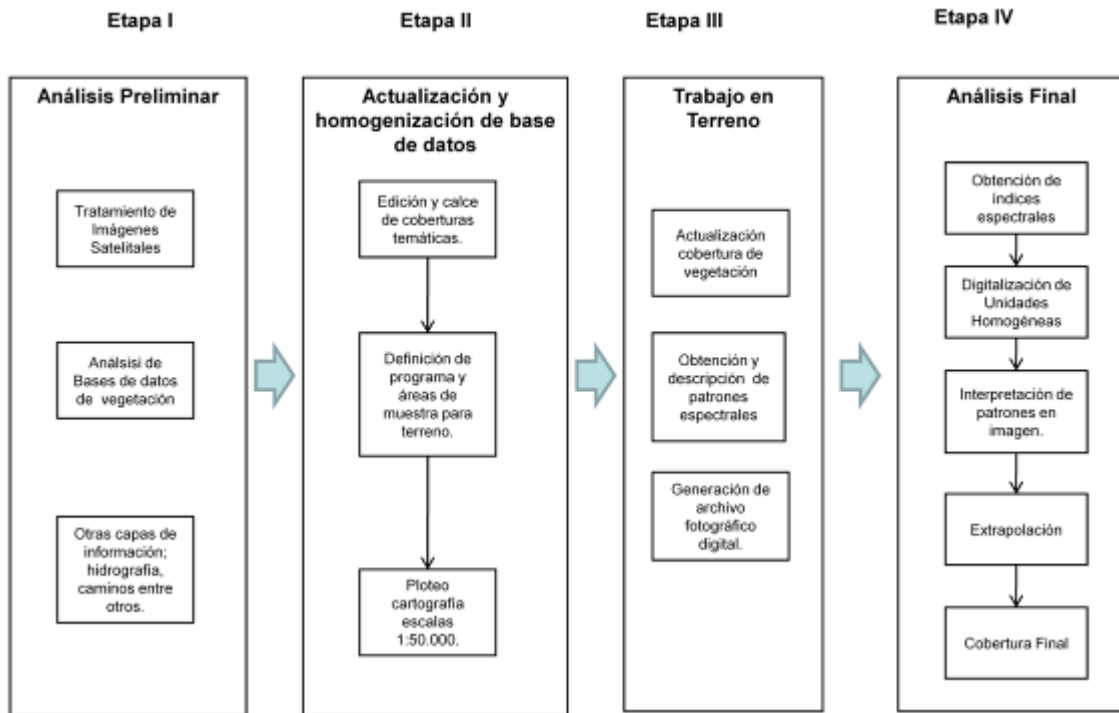
1.1.3.4. Objetivos específicos

1. Actualizar la cartografía de erosión potencial del suelo adicionando agentes locales (p.e, el viento como agente erosivo) y otras variables que pudiesen ser de relevancia.
2. Aumentar (mejorar) la resolución espacial de la información cartográfica a 1:20.000, en áreas silvoagropecuarias de interés y 1:50.000 en las áreas cordilleranas y regiones extremas.

1.1.3.5. Materiales y Métodos

El estudio se desarrollará en dos fases: actualización de la erosión actual y estimación de la erosión potencial. En el primer caso la base metodológica consistirá en el análisis interpretativo visual de imágenes satelitales de alta resolución en áreas de interés (SSOT o Quickbird) y media resolución (Landsat 5) para zonas cordilleranas y extremas, datos de estudios agrológicos, curvas de nivel, e índices espectrales confrontadas con las observaciones tomadas en las campañas de terreno en todas las regiones de Chile. Tales capas de información se integraron mediante SIG, complementada con técnicas de Geomática (Figura 1).

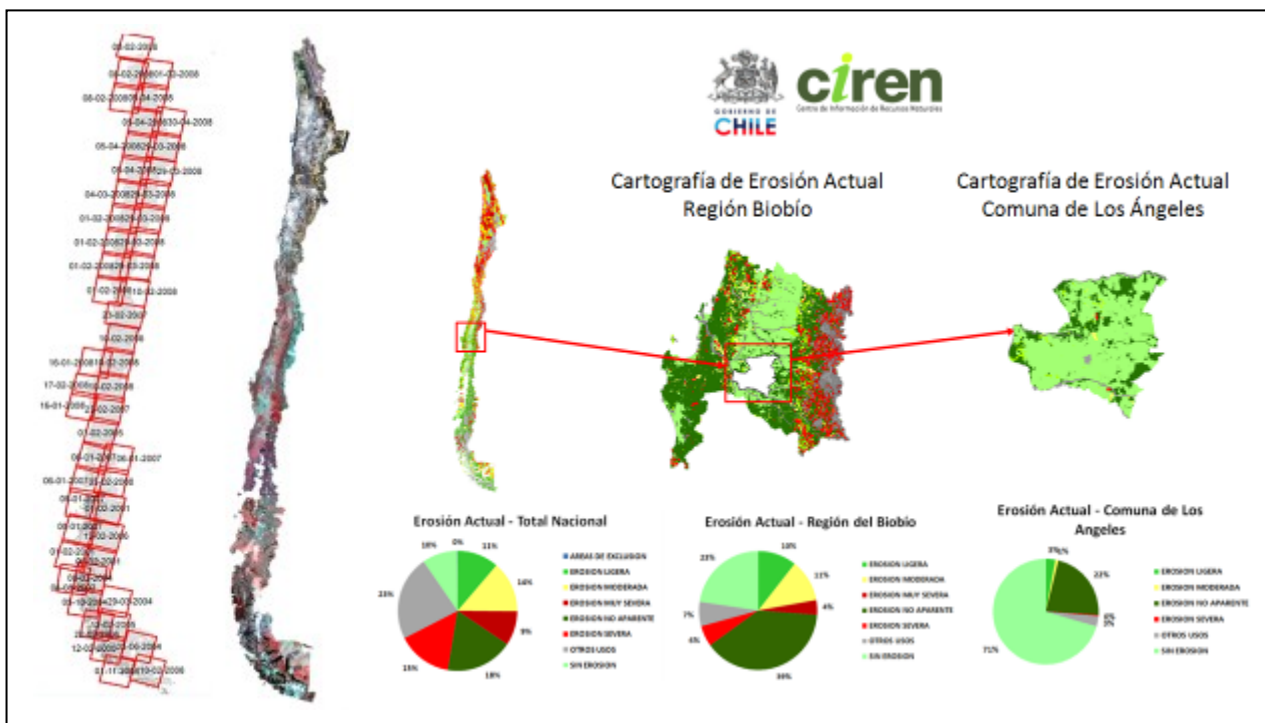
Figura 1. Modelo de estimación de la erosión actual del suelo.



Para estimar la erosión potencial de los suelos, se definirá el modelo adaptado de erosión IREPOT (figura 2) para la cualificación de clases de erosión y el modelo USLE para estimar las pérdidas de suelo (bruta y neta) y su impacto en la productividad silvoagropecuaria de cada región. El modelo debe integrar las características intrínsecas del suelo, topográficas, climáticas y biológicas, relacionadas en las componentes de erodabilidad del suelo y erosividad de la lluvia. Adicionalmente, y en la medida que se cuente con datos de viento se probará un modelo de erosión eólica en aquellas zonas donde el proceso es relevante a la actividad silvoagropecuaria.

1.1.3.6. Productos

- Cartografía de erosión actual a escala 1:20.000, para sectores agropecuarios de interés y 1:50.000 para el resto del área de estudio, WGS 1984
- Cartografía de erosión potencial a escala 1:20.000, para sectores agropecuarios y 1:50.000 para el resto del área de estudio, WGS 1984
- Rutina programable para la actualización de erosión para modelo IREPOT adaptado
- Informe final
- Atlas digital

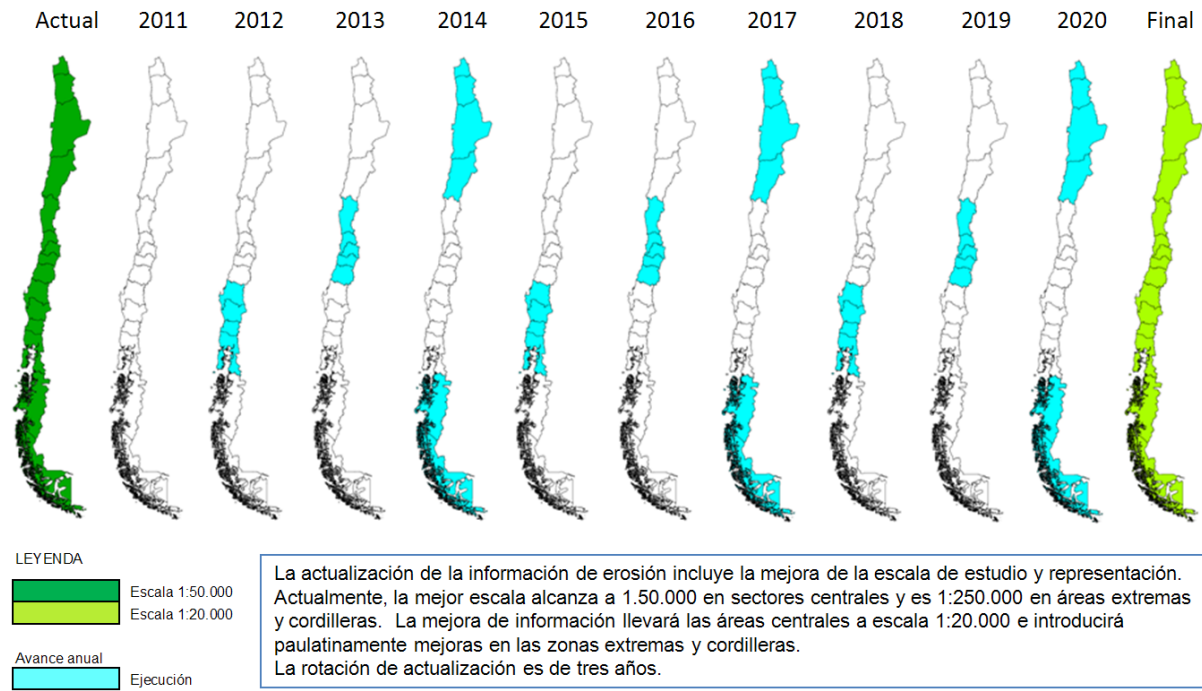


Programa de actualización de estudios de erosión regional 2011 – 2020

Región	código	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Arica y Parinacota	15	1				1			1			1
Tarapacá	1	1				1			1			1
Antofagasta	2	1				1			1			1
Atacama	3	1				1			1			1
Coquimbo	4	1			1			1			1	
Valparaíso	5	1			1			1			1	
Metropolitana de Santiago	RM	1			1			1			1	
O'Higgins	6	1			1			1			1	
Maule	7	1			1			1			1	
Bío-Bío	8	1		1			1			1		
La Araucanía	9	1		1			1			1		
Los Ríos	14	1		1			1			1		
Los Lagos	10	1		1			1			1		
Aysén	11	1	1			1			1			1
Magallanes y Antártica Chilena	12	1				1			1			1
Uso de imágenes SSOT												

En la medida que el SSOT esté operativo, sus imágenes serán utilizadas para mantener actualizado los estudios regionales de Erosión Actual y Riesgo de Erosión Potencial, generando importantes ahorros, ya que las alternativas disponibles tienen un valor entre un 50 % y 100% mayor.

Programa de Actualización de los estudios de Erosión de los suelos (Actualización y Mejora de Escala)



2. Estado Actual del Tema Satelital en Chile.

En este capítulo se incluye un desglose de los usos actuales de las distintas imágenes satelitales disponibles en el país, ordenadas por sectores de estudio o de trabajo, como también, y en el mismo orden, aquellos usos que se vislumbran como potenciales, ya sea por proyectos que están en curso, como por aspiraciones de las instituciones y los profesionales que esperan disponer de ellas.

Luego se pone énfasis en desarrollar el uso real de las imágenes en una institución que actualmente demandan gran cantidad de imágenes como es el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, explicando en detalle los estudios realizados usando imágenes satelitales y la proyección de uso de ellas a corto y largo plazo.

En la mayoría de los casos presentados se acompañan imágenes con ejemplos de usos desglosados, como una manera de vislumbrar con mayor facilidad a lo que se refiere cada uno.

Conceptualmente, el uso de las imágenes satelitales es simple, y la comprensión de su adquisición, funcionamiento, y aplicación no reviste mayores misterios. Sin embargo, su procesamiento e interpretación están llenos de complicaciones inesperadas, y requiere de conocimientos que provienen de distintas especialidades, por lo que es común que el progreso en esta materia sea lento.

Lamentablemente para muchos usuarios potenciales, quienes han impulsado esta tecnología durante treinta años han sido principalmente los especialistas y científicos, complejizando el tema y alejando cada vez más su uso a los usuarios no especialistas.

Los motivos de esta situación son muchos, pero considerando la utilidad potencial del uso de imágenes resulta evidente que es hora de empezar a tender un puente entre lo disponible y lo aplicable. El usuario debe utilizar imágenes e idear usos; los especialistas deben adaptarlos y lograr que sean útiles sin necesidad de una larga capacitación por parte del usuario.

No cabe duda que las imágenes satelitales de alta resolución, han transformado el mundo de la geoinformación y se han incorporando como herramientas clave en sectores que no hacían uso de estas tecnologías.

2.1. Usos Actuales de las Imágenes Satelitales

2.1.1. Cartografía y SIG.

La detección de objetos de dimensiones métricas y submétricas, permite la elaboración de documentos cartográficos a escala muy grande. Estos sistemas consiguen crear mapas precisos y con gran cantidad de información. Para los usuarios de Sistemas de Información Geográfica la integración de imágenes obtenidas por teledetección, supone grandes ventajas porque

incrementan la utilidad de la información proporcionada por un mapa vectorial clásico. La teledetección espacial y los Sistemas de Información Geográfica han tenido un desarrollo paralelo. Por estas características, las nuevas imágenes de alta resolución abren innumerables posibilidades para su trabajo integrado con capas de información de tipo vectorial.

2.1.2. Planificación Urbana

- Base cartográfica para la confección de Instrumentos de Planificación Territorial de acuerdo a su ámbito de acción: Plan Regional de Desarrollo Urbano, Plan Regulador Intercomunal o Metropolitano, Plan Regulador Comunal, Plan Seccional y, Límite Urbano.
- Medición de la superficie ocupada en un conjunto de ciudades.
- Análisis del suelo urbano disponible para construcción en las principales ciudades de Chile.
- Determinación del crecimiento de las ciudades.
- Estudios de uso de suelo urbano.
- Determinación de superficies de áreas verdes.
- Análisis de riesgos naturales.

2.1.3. Agricultura y Silvicultura

- Levantamientos de uso del suelo y determinación de superficie
- Planificación de faenas de cosecha
- Vitivinicultura de precisión experimental
- Catastro de bosque nativo
- Censo Agropecuario
- Catastro Rural: Tareas de catastro que antes se debían realizar, sí o sí, con fotografías aéreas o relevamientos en terreno, se ven simplificadas y abaratadas por esta tecnología, por ejemplo inventarios de las unidades de producción agro-pecuaria, la individualización de las parcelas y el valor de las mismas.

2.1.4. Geología y Minería

- Producción de cartografía geológica en áreas de alto interés para la exploración minera
- Archivo Geológico Minero Nacional, cuyo primer objetivo es la revisión, evaluación y procesamiento de la información Geológica y metalogénica, actualmente dispersa en distintas instituciones y empresas. Un segundo objetivo es la integración de la información de Propiedad Minera y otra disponible en SERNAGEOMIN. Todo lo anterior, estará disponible en un portal web.

- Puesta en marcha del Catastro Minero On Line que permitirá visualizar las concesiones mineras de exploración y explotación vigentes a través de Internet.
- Formulario; Recursos y Reservas de Yacimientos Minerales del País, con el cual se obtendrá información de los recursos y reservas de los principales yacimientos y depósitos minerales del país. Además de las actividades de exploración que se desarrollan.
- Estudios vulcanológicos.

2.1.5. Infraestructura, Obras Públicas y Servicios

Ingeniería y gestión de vertederos, tendidos eléctricos, vías férreas, carreteras, oleoductos, gasoductos, conducciones de agua y a todo tipo de instalaciones.

2.1.6. Telecomunicaciones y Transportes

La precisión de las imágenes de alta resolución es fundamental para el diseño, planificación y construcción de las redes de telecomunicaciones, al permitir determinar la localización más idónea para los receptores, el uso del suelo urbano y hasta la altura de los edificios. En el sector del transporte se utilizan imágenes de alta resolución para gestión de flotas, planificación de rutas, logística de la distribución, planificación de Servicios de Emergencia y Protección Civil.

2.1.7. Energía

Proyectos de Exploración Petrolera, Minera y Gasoductos se ven facilitados, particularmente en áreas remotas donde la información cartográfica disponible es nula o defectuosa. Una vez que las áreas de alto potencial son identificadas, las imágenes de alta resolución son usadas para planeamiento, desarrollo y monitoreo de recursos naturales e infraestructuras.

2.1.8. Acuicultura

Detección masas de aguas con problemas y blooms de algas.

2.1.9. Medio Ambiente

- Monitoreo de riesgos ambientales para la minería (relaves y otros)
- Las imágenes permiten seguimiento de los fenómenos de erosión, deforestación, lluvia ácida, vertidos tóxicos, derrames de crudo y fugas incontroladas, y determinar su impacto a largo plazo sobre la vida silvestre y la vegetación. Los científicos ambientalistas están utilizándolas para predecir tendencias en áreas de elevada fragilidad ambiental.
- Manejo de riles.

2.1.10. Turismo

Cartografía de servicios turísticos básicos.

2.1.11. Demografía

Base cartográfica para la ejecución del Censo de Población y Vivienda.

2.1.12. Fronteras de Chile

Observación y registro de límites fronterizos.

2.2. Usos Potenciales de las Imágenes Satelitales

2.2.1. Planificación Urbana

- Estudios de Riesgos Naturales, geológicos y antrópicos en las áreas urbanas y en las áreas de expansión urbana.
- Seguimiento y control de las áreas de expansión urbana y límites urbanos.
- Medición del crecimiento de las ciudades.
- Coordinación interministerial para el post proceso de las imágenes de satélite.
- Generar cartografía de altura de construcciones mediante el análisis digital de una imagen satelital de alta resolución.
- Planificación y catastro urbano y desarrollo local: para estos sectores, una imagen que permite distinguir casas, calles, espacios verdes y su estado de conservación, es una herramienta de especial potencial. Las imágenes de alta resolución permiten analizar atributos poblacionales, realizar tareas de planeamiento desarrollo y construcción, seguimiento de proyectos o mapeo del uso de la tierra, (por ej: áreas residenciales versus áreas industriales, ubicaciones de negocios competitivos, etc.) evaluación continua de las infraestructuras, del crecimiento urbano, y del retroceso de los hábitat naturales, de la necesidad de nuevas vías de comunicación, del grado de utilización de áreas industriales, y de la distribución y extensión de los espacios verdes. Si bien las imágenes anteriores permitían identificar las áreas sometidas a proceso de cambio, con las imágenes de alta resolución se pueden identificar las causas del cambio.



2.2.2. Agricultura y Silvicultura

- Modelos predictivos de crecimiento
- Procesos de explotación
- Trazabilidad de cultivos y animales

- Catastro de bosque nativo basado en firmas espectrales.
- Fiscalización y control de plantaciones.

2.2.3. Agricultura de Precisión

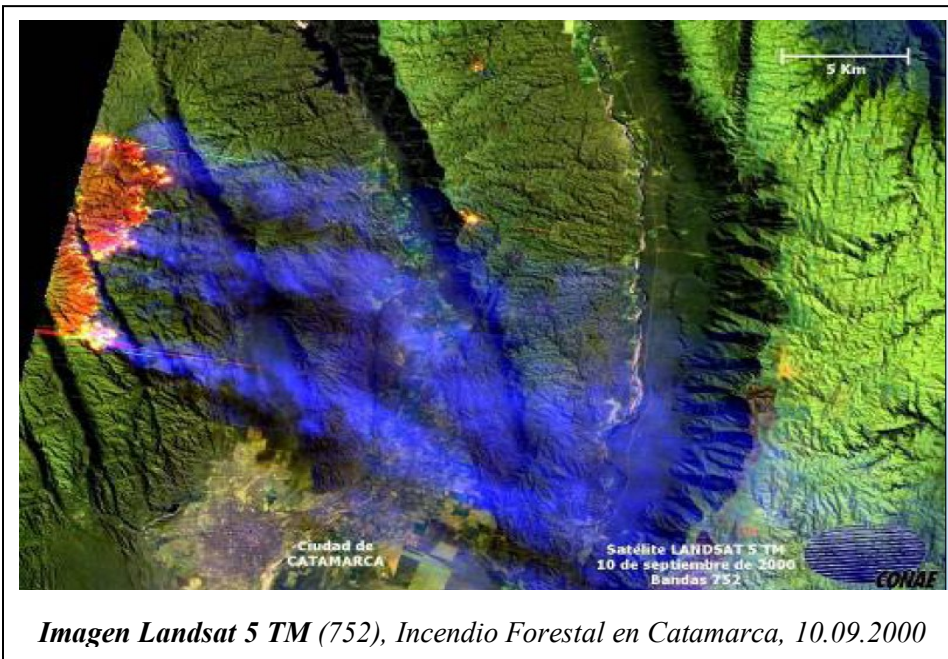
Hoy en día el uso de imágenes satelitales, (junto con los sistemas de información geográfica (SIG) y los de posicionamiento global (GPS)) se ha hecho imprescindible como parte de las herramientas del agricultor. Ahora es posible monitorear con mayor precisión el estado de los cultivos y calcular más acertadamente los volúmenes de cosecha. Las imágenes de alta resolución son útiles para: medición de campos, desperdicios, fletes, identificación y medición de cultivos, estudios de la salud y crecimiento de los cultivos, información para mejor uso efectivo del agua, fertilizantes, herbicidas y pesticidas, predicción de rendimientos, la determinación de disponibilidad forrajera, tasación de daños por granizo, estudio de la heterogeneidad de cultivos (relacionada con estrés hídrico, mala distribución del riego, ataque de plagas y enfermedades en el cultivo o irregular distribución de fertilizantes).

2.2.4. Acuicultura

- Control sanitario de cultivos.
- Monitoreo de mareas .

2.2.5. Medio Ambiente

- Evaluación y manejo de recursos hídricos.
- Fiscalización y control de incendios forestales.



- Apoyo a la los Estudios de Impacto Ambiental.

- Apoyo a los Estudios de Líneas de Base.
- Apoyo a los Estudios de Declaración de Impacto Ambiental.
- Apoyo en estudios, programas y control de contaminación. Puede servir de apoyo a la definición de planes nacionales, especialmente los interregionales, a la valoración de los agentes contaminantes de aguas litorales o continentales, o a la simulación de actuaciones de saneamiento y su impacto. En especial, en el tema aguas, las situaciones de concentración de contaminación debidas a vertidos o pérdidas pueden detectarse y seguirse utilizando imágenes multiespectrales de satélite.

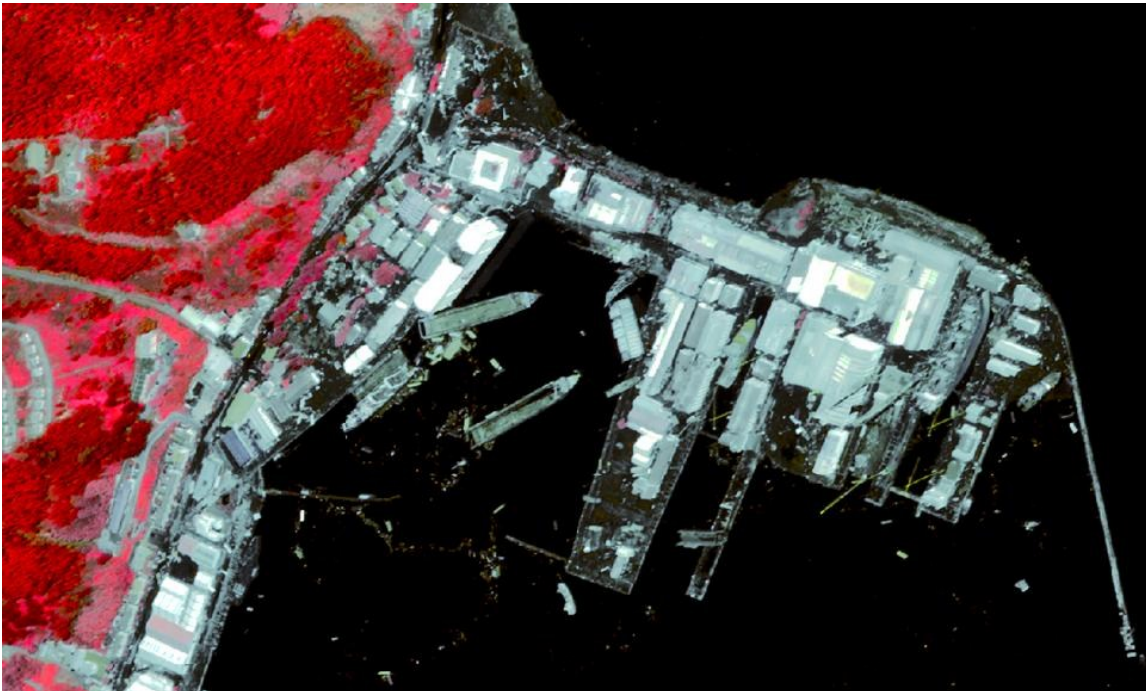


Imagen World View II, 27 de Febrero 2010, Talcahuano, Chile. Efectos del Tsunami.

2.2.6. Energía

Estudio de trazados eléctricos.

2.2.7. Geología

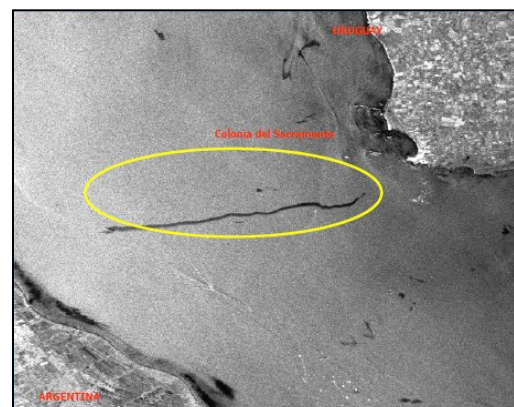
Monitoreo permanente de volcanes activos e inactivos.

2.2.8. Turismo

Geoportal turístico.

2.2.9. Pesca

- Fiscalización y administración de zonas de manejo.
- Control de marea roja.



Derrame de Petróleo en el Río de la Plata, 30 .08. 2001

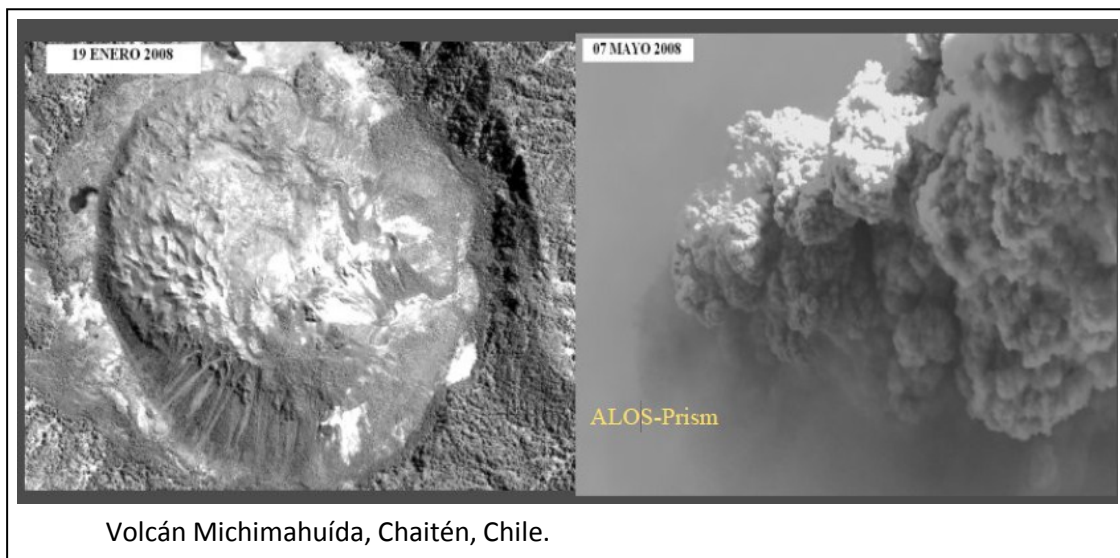
- Fiscalización de concesiones de cultivo.
- Sistema de apoyo y monitoreo a pescadores artesanales.

2.2.10. Control fronterizo (DIFROL)

- Monitoreo de recursos limítrofes.

2.2.11. Prevención y Monitoreo de Catástrofes (ONEMI)

Fenómenos como inundaciones, incendios, terremotos, tormentas, pueden ser estudiados, monitoreados y hasta prevenidos mediante el uso de imágenes de alta resolución. Muchos de los parámetros con influencia en la evaluación de los efectos producidos por una inundación pueden ser analizados con el uso de estas técnicas: geomorfológicos y fisiográficos (estructuras geológicas, redes de drenaje, orientación de los valles, disposición de terrazas y terrenos aluviales, etc.), topográficos (pendientes y microrrelieves), cobertura del suelo (cultivos y zonas boscosas) y parámetros socioeconómicos (habitabilidad del suelo, intensidad del uso, redes de comunicación, etc.).



Incluso resulta posible delimitar claramente el área afectada por la avenida e identificar y cartografiar los efectos de la misma en las zonas inundadas (erosión del suelo, acumulación de materiales). Con tomas a pedido, luego de los sucesos o programas de suscripción periódicos, se obtienen elementos para el análisis con los que antes no se contaba.

2.3. Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

El uso de sensores remotos en planificación urbana se está constituyendo en una herramienta importante a la hora de cuantificar fenómenos urbanos con representación espacial. Desde mediados del siglo XX, las fotografías aéreas fueron las únicas herramientas disponibles, que además de ser de alto costo, se interpretaban manualmente. Con el tiempo, la tecnología ha permitido el acceso a otros tipos de sensores, como cámaras fotográficas especiales operadas desde satélites, que permiten procesos digitales de las imágenes, para apoyar su análisis. Si bien en un principio las resoluciones de estos no resultaban suficientes para realizar estudios de carácter urbano, cada píxel de la imagen representaba con un solo color, un área de 60 x 60 mt. o 3.600 mt², usándose principalmente para recursos naturales. Hoy la variada oferta de imágenes de alta resolución, de 1 mt² por píxel en promedio, ha permitido analizar con mayor detalle el territorio, masificando su uso en temas urbanos.

Chile lanzará su propio satélite de resolución urbana el año 2011, generando por primera vez una abundancia de imágenes, lo que planteará nuevos desafíos, poniendo a prueba la capacidad de procesamiento, para poder entregar nueva información que resulte imprescindible para la planificación, por ejemplo, la mención de déficits urbanos.

Desde el año 2004, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo decidió invertir en la adquisición de nuevas tecnologías, programas especializados e imágenes de satélite Landsat 5 y 7 de todo Chile, como complemento para la elaboración de los Instrumentos de planificación de escalas intercomunal y metropolitana.

Posteriormente, con la creación del Observatorio Urbano en el año 2005, se comenzó a elaborar una serie de indicadores, destinados a apoyar la gestión de la “División de Desarrollo Urbano”. Las mismas imágenes permitieron medir, por primera vez en el país, la verdadera superficie ocupada y estimar con mayor precisión la densidad poblacional de las Ciudades de Chile¹.

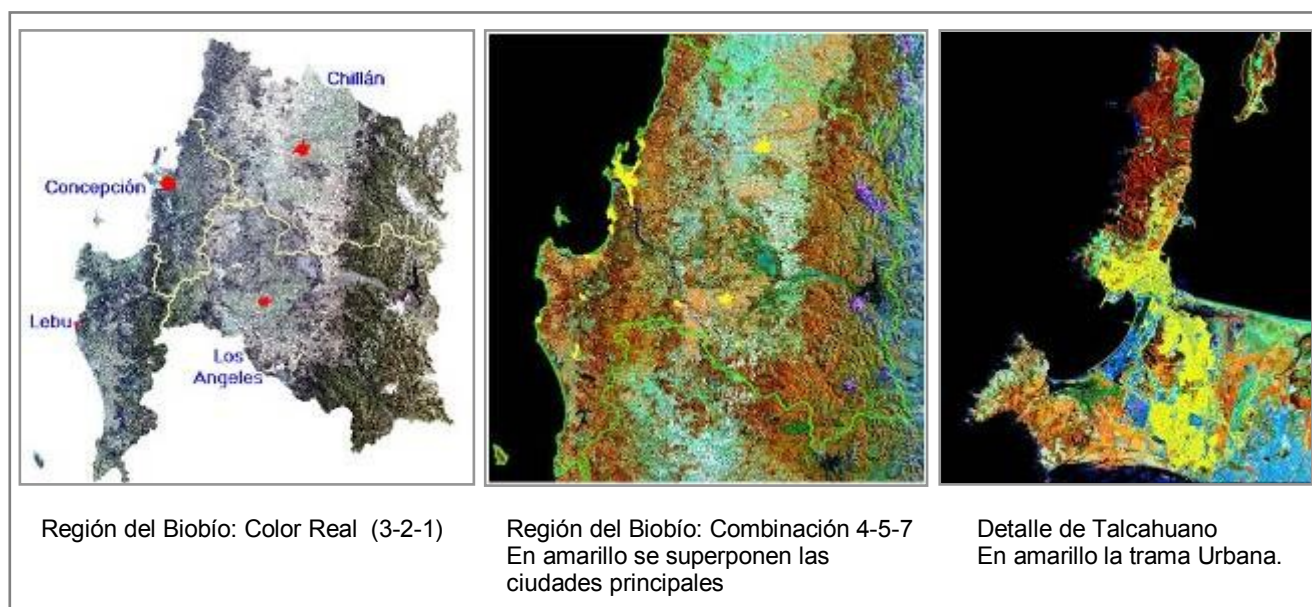
Una vez demostrada y validada su utilidad, el siguiente paso ha sido la adquisición de imágenes de alta resolución o de resolución urbana, que debido a la abundancia de satélites en órbita, se han logrado obtener a precios muy inferiores a los de hace un año atrás.

¹ “Medición de la superficie ocupada por las ciudades de Chile de más de 15.000 habitantes: 1993 - 2003 Febrero”. Francisco Maturana Miranda y Pedro Muñoz Aguayo. Observatorio Urbano. MINVU. Febrero 2007 (Sección “Documentos” del sitio Web www.observatoriourbano.cl).

2.3.1. Uso de las Imágenes de Satélites

El año 2003, se adquirió la cobertura completa del territorio nacional del Satélite Landsat 7 ETM, con procesamiento incluido, que consistió en la confección de Orto Mosaicos Regionales Georreferenciados, con una resolución de 15 mt. por píxel.

En la siguiente imagen se aprecia el mosaico satelital creado a partir de las imágenes de Landsat 7 ETM, para la Región del Biobío, en distintas combinaciones de bandas².



Se utilizó como referencia la red de caminos que el Ministerio de Obras Públicas había levantado a nivel nacional, con la ayuda de aparatos de georreferenciación o GPS.

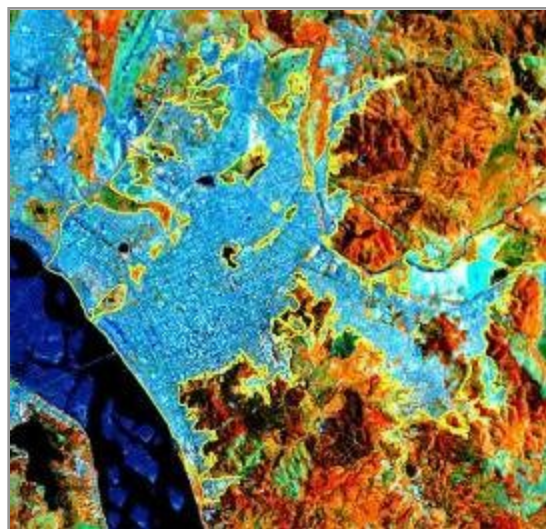
El uso de estas imágenes coincidió con un estudio encargado por el Ministerio de Planificación al mismo consultor, que consistió en ajustar el trazado de todos los límites administrativos del País a las imágenes Landsat 7. El consultor pudo utilizar el producto MINVU, para realizar el encargo de MIDEPLAN. La consecuencia de esto, es que toda la cartografía, Distrital, Comunal y Regional de MIDEPLAN, coincide con las bases cartográficas del MINVU, facilitando la integración e interoperabilidad entre ambos ministerios.

² Satélite Landsat 7 ETM. Satélite con 6 bandas multispectrales de 28.5 mt. por píxel: 3 bandas del espectro visible y 3 del infrarrojo; 1 banda Pancromática de 15 mt. por píxel y 2 bandas del espectro termal de 60 mt. por cada píxel.

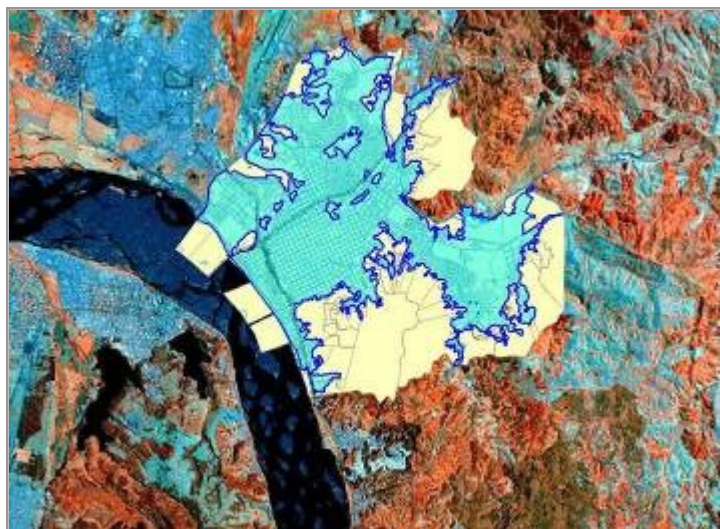
Este producto fue utilizado ampliamente en:

- **Una Base cartográfica única**, sobre la cual superponer todo tipo de datos espaciales, en las 15 secretarías Ministeriales del MINVU. Facilitando la migración de las coordenadas de los mapas, desde los Datum de 1969 y 1956 al definido por el Sistema Nacional de Información Territorial, SNIT el año 2005, el Datum WGS 1984.
- **Una Base cartográfica para la confección de Instrumentos de Planificación Territorial de escala intercomunal y Regional**. Este mosaico satelital supuso un gran ahorro de recursos, en la confección de estos estudios de carácter Intercomunal y Regional, permitiendo superponer y actualizar los catastros y diagnósticos propios de estos instrumentos. Además ayudó a la confección de los mapas de uso actual del suelo.
- **Medición de la superficie ocupada en un conjunto de ciudades**. Utilizando una combinación de bandas espectrales tipo 4-5-7, todas en el rango de los infrarrojos, se midió la extensión de las ciudades o “lo construido” v/s lo rural o “no construido”, definiendo para las ciudades de más de 15.000 habitantes el verdadero valor de su superficie para luego determinar, por primera vez con tanta exactitud, la densidad urbana a febrero del año 2003. En este cálculo se utilizó el valor de la población levantada en el Censo del año 2002. Se descubrió que las densidades urbanas publicadas hasta la fecha, tenían, en promedio, un 95% de error.

En la siguiente imagen, se puede apreciar la situación de la ciudad de Concepción.



Ciudad de Concepción, combinación 4-5-7.

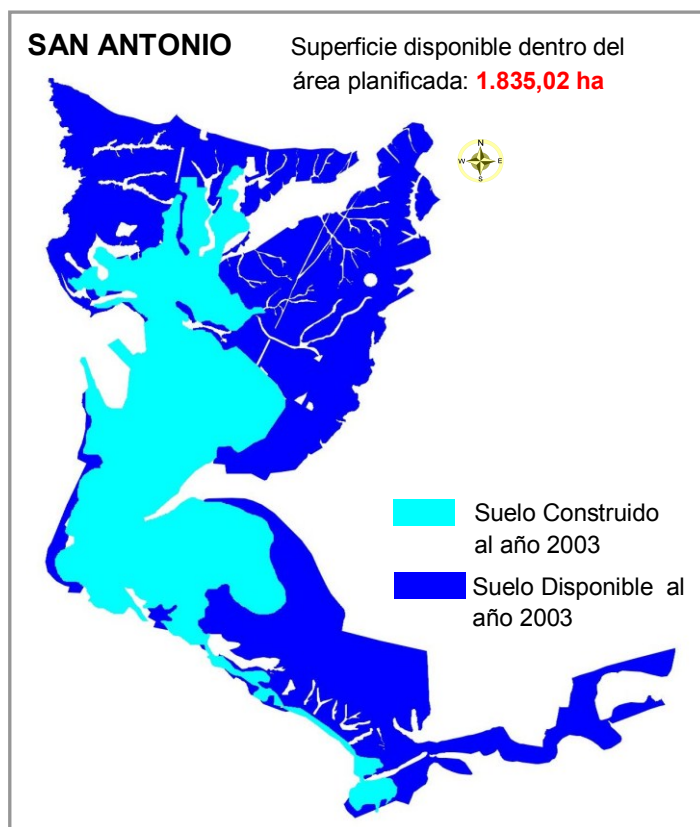
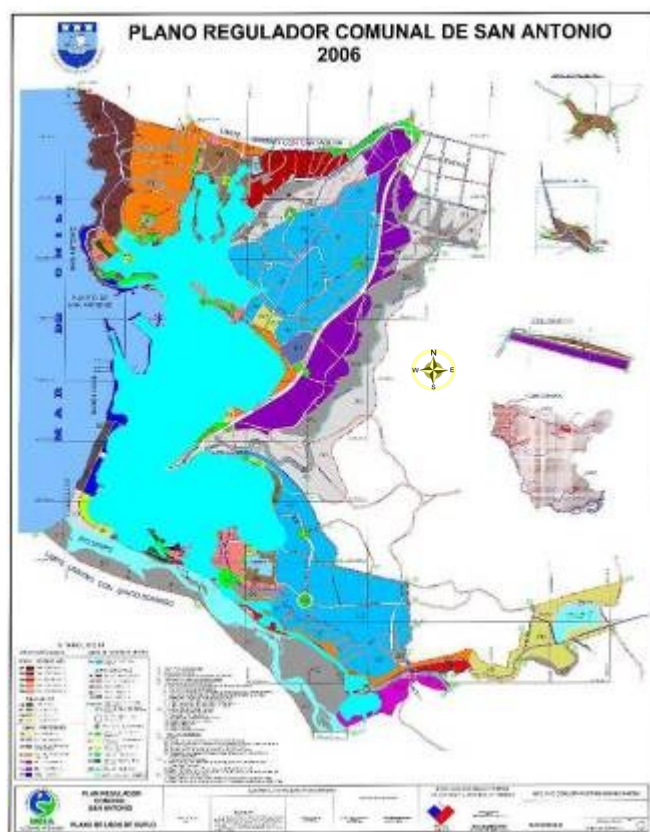


La zona azul, corresponde al suelo construido y la zona amarilla, corresponde a la ciudad Censal, confeccionada por el Instituto Nacional de Estadísticas

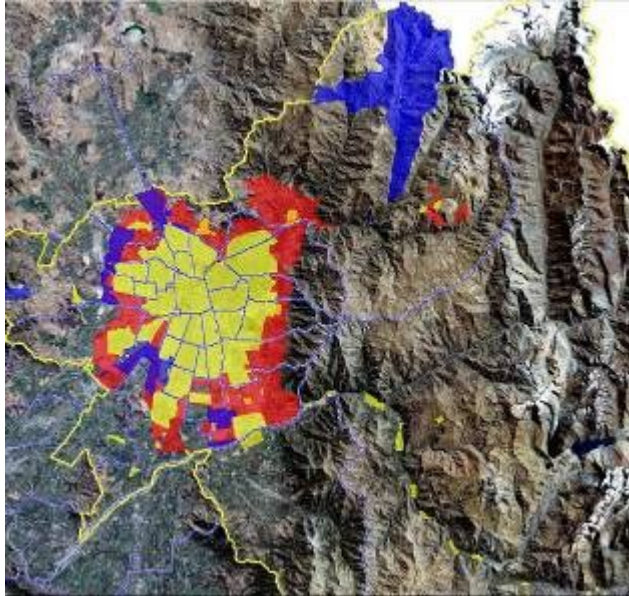
El año 2005 se adquirieron 11 imágenes satelitales Landsat 5 TM, (no posee banda Pancromática) de febrero de 1993, que contuvieran las mismas ciudades medidas en 2003. El plan fue determinar la superficie y la densidad de ese año, utilizando el Censo de 1992, para estudiar los cambios producidos en las ciudades y definir claramente hacia donde se expanden.

- **Análisis del suelo urbano disponible para construcción, en las principales ciudades de Chile.** Del estudio anterior se logró determinar la extensión física o real de las ciudades. Con los planes Reguladores de las ciudades principales, se separaron las áreas que la ley permite construir y mediante la superposición de ambas zonas, se obtuvo el número de hectáreas disponibles, legalmente, para el crecimiento urbano.

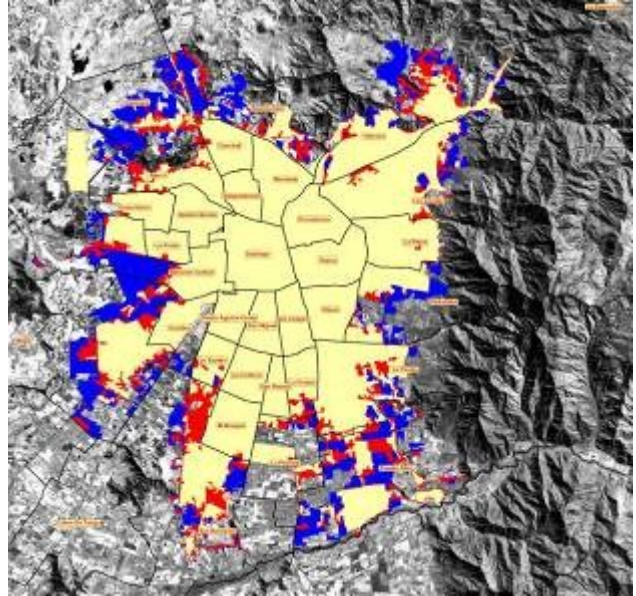
De las ciudades analizadas, en las siguientes láminas se puede ver el caso de la ciudad de San Antonio.



- **Crecimiento de la ciudad de Santiago entre 1987 y 2003:** El caso de la ciudad de Santiago hizo necesario un estudio especial, debido a su condición de Área Metropolitana. Se midió el suelo ocupado por la ciudad en tres fechas: Febrero de 1987, Febrero de 1993 y febrero de 2003, utilizando como referencia el límite urbano oficial, definido en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago de 1994 y actualizado en los años 1997 y 2006.



Plan Regulador Metropolitano de Santiago: Zona Roja: Área de Expansión Urbana.



Crecimiento de Santiago: Amarillo: Santiago a 1987, Rojo: Santiago a 1993, Azul: Santiago a 2003.

En la siguiente imagen se aprecian los cambios producidos en Santiago, dentro del límite urbano definido por el Plan Regulador Metropolitano, entre febrero de 1987 y febrero de 2003. Los tonos rojo, muestra lo construido hasta el año 1987; Los tonos azul, muestran el crecimiento hasta el año 2003. Se utilizó para el año 1987 una imagen Landsat 5 TM, de 28,5 mt. por píxel y para el año 2003 una imagen Landsat 7 ETM.

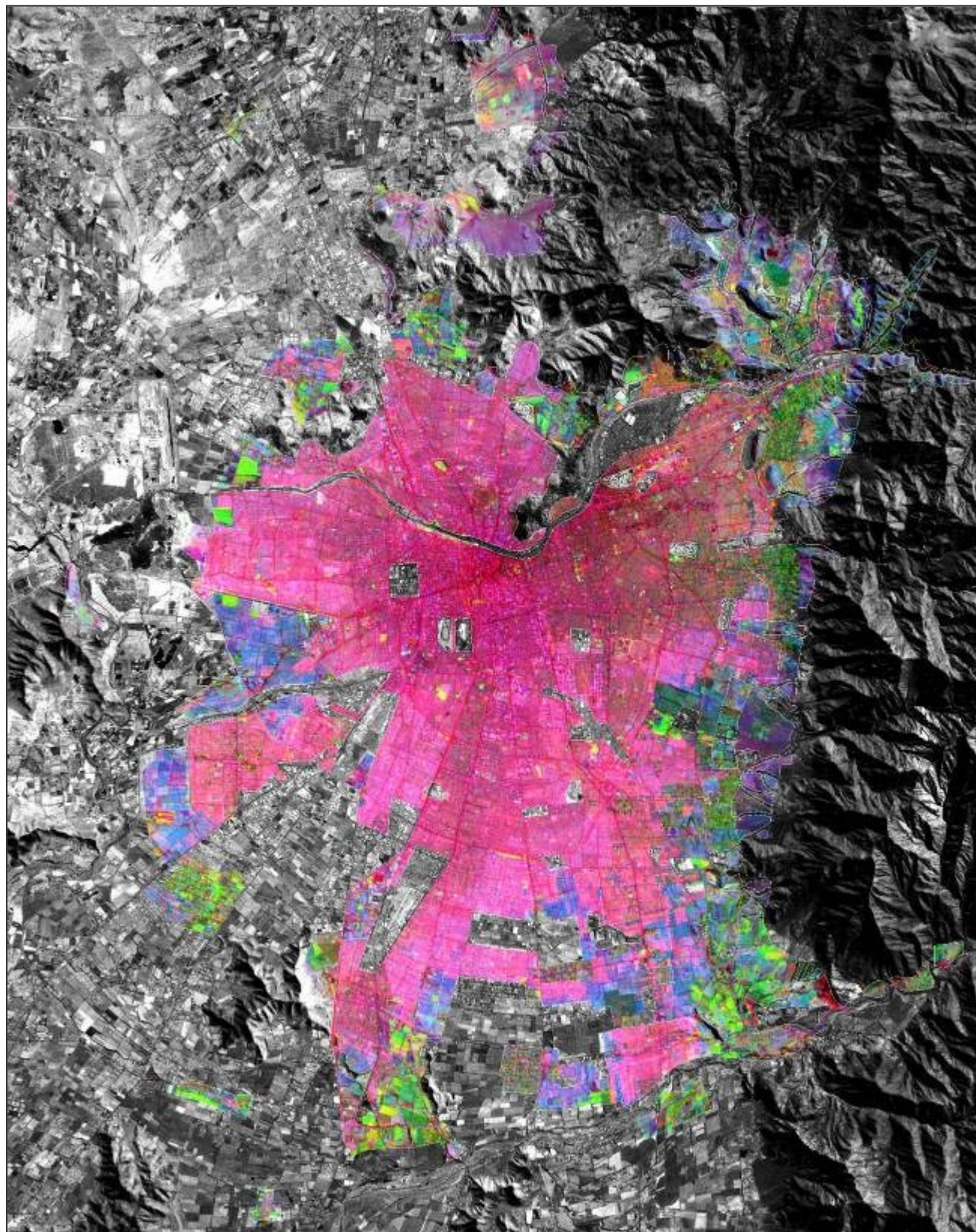
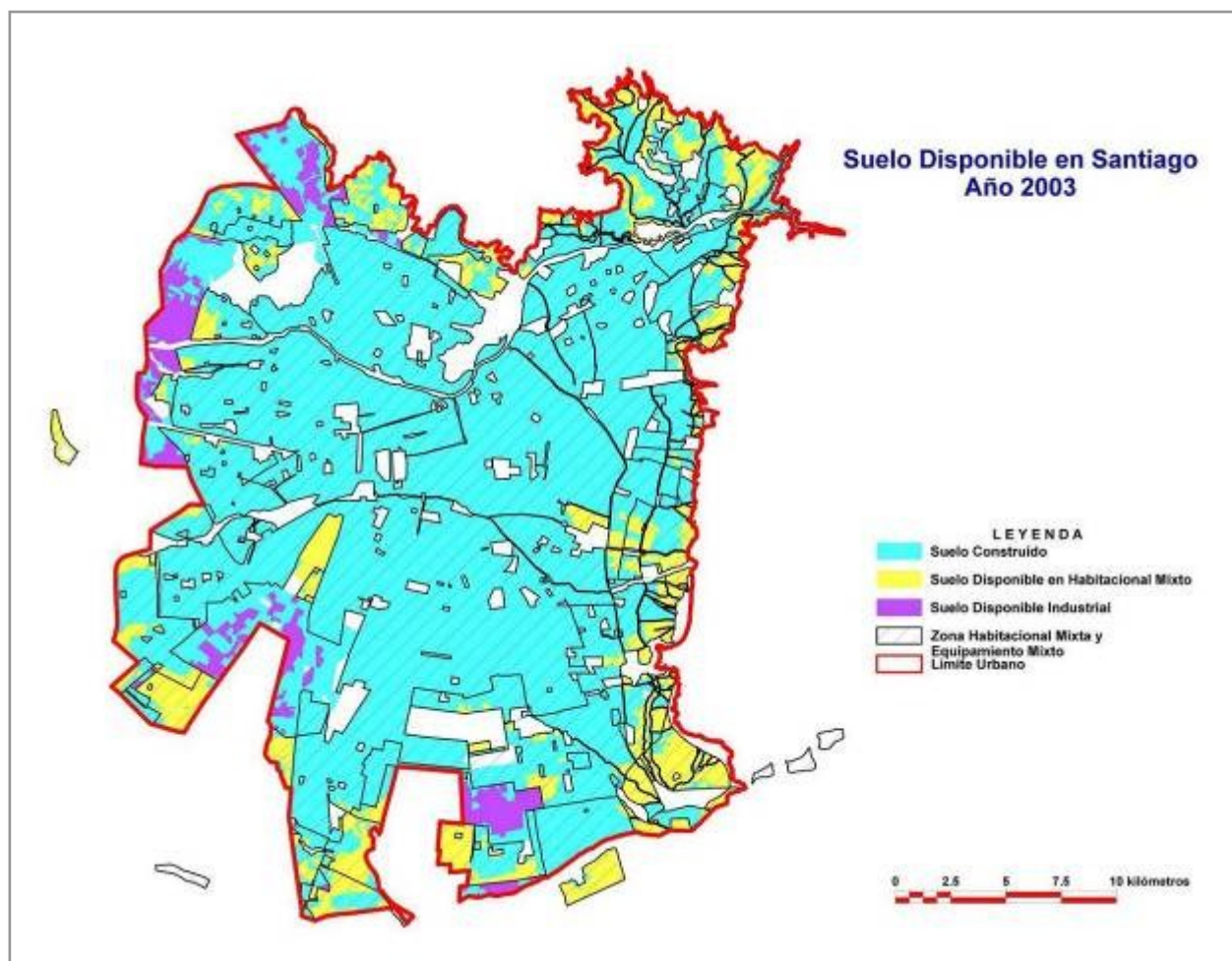


Imagen base: Landsat 7 ETM 2003, banda pancromática de 15 mt por píxel de resolución. Autor: Pedro Muñoz A.

A continuación, se midió el suelo disponible sobre el tipo de zonificación del Plan Regulador Metropolitano que permite edificaciones, en este caso para las zonas “habitacional Mixta” e “Industrial”, determinando así el potencial de crecimiento urbano dentro de los límites de la ciudad.



2.3.2. Trabajo colaborativo entre instituciones del Estado

A partir del año 2007, toda compra de imágenes de satélite depende de los acuerdos que se efectúan en la, Mesa de Coordinación para la adquisición de imágenes satelitales de Alta Resolución, creada bajo el alero del SNIT en la que participan diversos ministerios e instituciones del estado³.

³ Estas instituciones son: Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN), Gobierno regional de la Región Metropolitana de Santiago, Ministerio de Obras Públicas (MOP), Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

El espíritu de esta mesa de coordinación es unificar los esfuerzos y recursos de los organismos del estado por adquirir imágenes de satélite. El primer objetivo fue la estandarización de parámetros para adquirir imágenes de escala urbana que resolviera las necesidades de todos los miembros. El segundo objetivo fue la priorización de zonas del país a adquirir, y el tercero, establecer la factibilidad de compra de imágenes que incluyera licencias de uso para un mínimo de nueve instituciones, lo que permitió intercambiar imágenes, sin trasgredir los derechos establecidos en la licencias de las mismas.

En este contexto el Gobierno Regional de la Región Metropolitana, adquirió imágenes Quick Bird de la periferia de Santiago; Mideplan, adquirió a fines del 2007 imágenes Komsat II en 11 de las Capitales Regionales de Chile; y el MOP copró las imágenes urbanas de las tres Regiones Metropolitanas del país (Santiago, Valparaíso y Biobío), durante el 2009. El MINVU, adquirió a fines del 2008, imágenes Komsat 2, de 99 ciudades de menor tamaño.



Imagen Komsat 2: Color Real o combinación 3-2-1, año 2007 del Puerto de Arica.



Imagen Komsat 2: Falso color Convencional o combinación 4-3-2, año 2007 del Puerto de Arica.

2.3.3. Uso de imágenes satelitales en el MINVU, planificado para el período 2009-2012

Para este período se ha propuesto la realización de las siguientes tareas:

- **Coordinación interministerial para el post proceso de las imágenes de Satélite:** Debido a que las 99 imágenes adquiridas a fines del año 2008 no poseen georreferenciación, se está trabajando con otros ministerios, para abordar esta tarea. Por ejemplo, MIDEPLAN incluyó este trabajo en su proyecto de normalización cartográfica 2008 – 2009, en el marco del cual los consultores contratados, deberán georreferenciar un porcentaje de estas imágenes. Adicionalmente, ya se tiene el compromiso de la Secretaría Regional Ministerial del Ministerio de Salud de georreferenciar las 26 ciudades pertenecientes a la Región de Valparaíso.
- **Medición del crecimiento de las ciudades, año 2008:** Nuevamente se medirá el suelo ocupado por las ciudades de más de 15.000 habitantes, complementando la serie de mediciones del año 1993 y 2003 con la del año 2008. Este esfuerzo implica sincronizar los perímetros dibujados anteriormente sobre Landsat, con las nuevas imágenes de resolución urbana, de esta forma se podrán detectar y corregir los errores propios de la escala del satélite Landsat, para luego realizar la nueva medición, bajando el nivel de error de las mediciones desde un 10% a un 3%, aproximadamente. Además serán medidas, por primera vez, las ciudades menores a 15.000 hab. comenzando, de esta manera, la serie estadística para estos centros urbanos.
- **Medición de la vegetación presente en las ciudades de Chile:** Mediante el uso de la banda infrarroja, que es sensible a la presencia de clorofila, se medirán los metros cuadrados de vegetación con que cuentan las ciudades. Con esto se calculará un índice: “metros cuadrados de vegetación por habitante”, que permitirá caracterizar las ciudades, orientando la planificación sectorial.



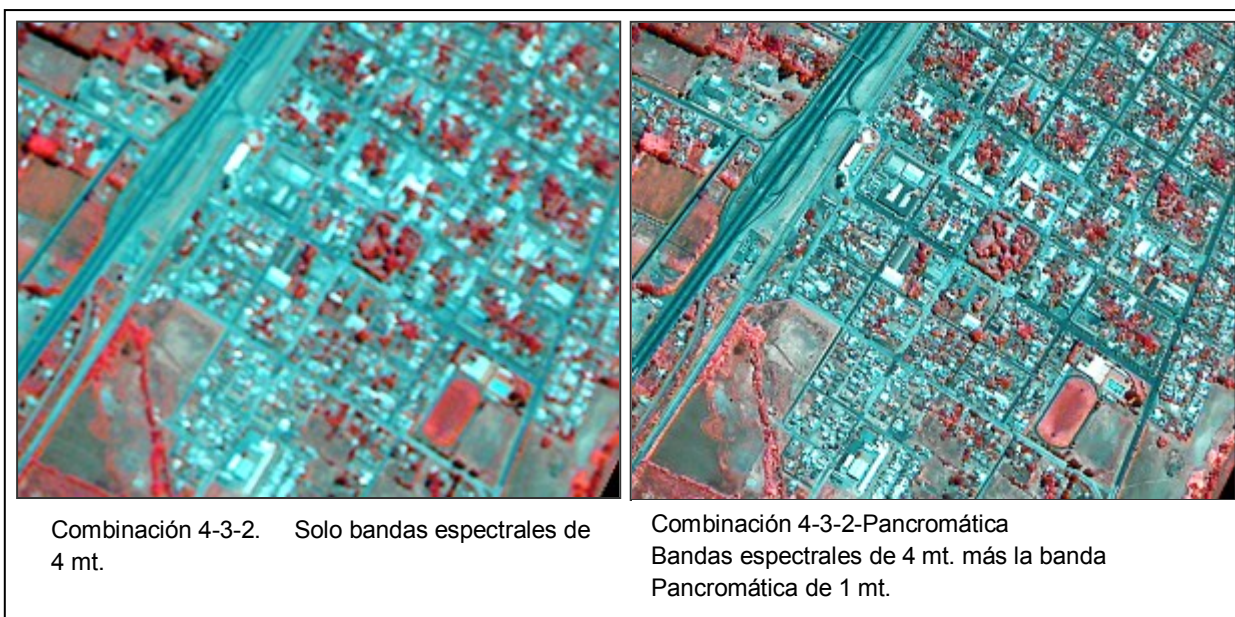
Vegetación Urbana: Centro de la ciudad de Linares, Imagen Komsat 2, en Color Real

- **Análisis de riesgos:** Identificación preliminar de los espacios urbanos ocupados en áreas con potenciales riesgos naturales, particularmente en la cercanía de cursos de agua importantes, laderas de cerros inestables con desprendimientos rocosos, etc. Estos avances se materializarán en el contexto de una mesa de coordinación interinstitucional de Riesgos Naturales, que se constituyó a fines del año 2008.

2.3.4. Programa de uso de imágenes Satelitales, para el año 2013.

Para el año 2010, el MINVU tiene programado actualizar los estudios y los indicadores, que requieran para su elaboración el uso de imágenes de satélite. Se pretende utilizar las imágenes del nuevo satélite Chileno, ya que para junio de ese año, se espera que estarán disponibles las imágenes. Este satélite entregará cuatro (4) bandas espectrales de 5.8 mt por píxel: 3 pertenecen al espectro visible y una al infrarrojo cercano; además entregará una banda Pancromática, de 1.45 mt por píxel de resolución. Mediante un proceso informático, se podrá contar con imágenes espectrales de 1.45 mt. de resolución, de todo el territorio nacional. Solo el almacenamiento de estas imágenes, requerirá, muchos Terabytes⁴ de memoria de disco duro.

En la imagen siguiente, podemos ver un ejemplo del proceso de mejoramiento de resolución de las bandas espectrales, utilizando la banda pancromática, para imágenes del Satélite Komsat 2, muy parecido técnicamente al futuro satélite Chileno.



Entre los temas nuevos que podrán ser desarrollados con el uso de éste satélite se encuentran:

⁴ 1 Terabyte, corresponde a 1.000 Gigabytes o a 1.000.000 de Megabytes.

2.3.5. Estudios de Riesgos Naturales y geológicos en los entornos urbanos y en las futuras áreas de expansión urbana.

El desarrollo de estos estudios requiere el uso de imágenes de satélite como plataforma cartográfica base para elaborar la carta de cobertura vegetal de la cuenca hidrográfica en que se localizan los centros urbanos; y como elementos para confeccionar una carta hídrica local y un mapa de uso actual del suelo.

Mediante convenios, se podrá intercambiar imágenes del Satélite Chileno por imágenes de satélite de otros países, por ejemplo del tipo Radar, que permitirán construir las cartas topográficas de detalle necesarias, reduciendo significativamente los costos globales de elaboración de estos estudios.

A modo de ejemplo, en la siguiente imagen, dos satélites Radar, toman imágenes de la superficie de la Tierra, donde procesando la diferencia de la fase entre ambas imágenes, es posible obtener un mapa topográfico para apoyar estudios Geomorfológicos, que son un paso obligado en la construcción de las cartas de Riesgos potencial.

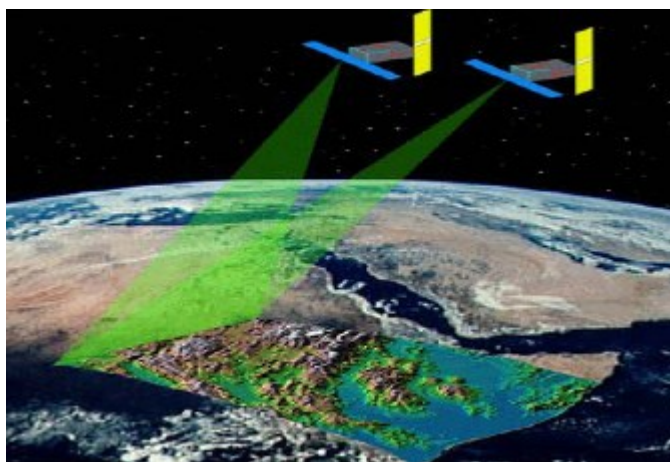


Ilustración cortesía del Prof. Howard Zebker, Universidad de Stanford

2.3.6. Desafíos actuales

Queda de manifiesto que el país ha avanzado mucho en la inserción de éstas tecnologías para la administración de su territorio, pero queda un gran desafío para las instituciones públicas Chilenas: afrontar el gran salto tecnológico que supone contar con un satélite propio, con la consecuente y necesaria capacidad de administración y procesamiento de sus imágenes, que las convierta en elementos útiles para la planificación del territorio, la erradicación de la pobreza, el manejo sustentable de los recursos naturales y el patrimonio ambiental y cultural.

Uno de los post procesos más relevantes y difíciles de resolver, al contar con imágenes satelitales, es la georreferenciación de las mismas, porque actualmente el país no cuenta con la cartografía regular necesaria, escala 1:5.000 o inferior⁵.

Por lo tanto, resolver el dilema a corto plazo, requerirá de la unión de los recursos del Estado, en un esfuerzo de coordinación sin precedentes, en el que sea posible recopilar toda la cartografía digital de escala urbana, por lo menos de los últimos cinco años, y organizar el trabajo de georreferenciación de las imágenes satelitales entre todos los equipos que posean la capacidad técnica para efectuar este tipo de procesamiento digital. Los resultados convertirán las imágenes satelitales, en una base cartográfica única, sobre la cual se podrán superponer todos los estudios territoriales del Estado. En este sentido cobra relevancia el trabajo del SNIT y de la Agencia Chilena del Espacio.

⁵ La cartografía Regular existente para todo el territorio, en forma continua, es confeccionada a escala 1:50.000.

3. Nuevos Antecedentes en el Tema Satelital

3.1. Infraestructuras de Datos Espaciales, IDE

Definición:

“Conjunto básico de tecnologías, políticas y acuerdos institucionales destinados a facilitar la disponibilidad y el acceso a la información espacial” Capdevila 2004.

Durante el 2010 los ministerios de Obras Públicas y de Agricultura han estado desarrollando sus proyectos IDE, que consisten en dar acceso a todos los profesionales de los ministerios y sus departamentos regionales, a información SIG y Satelital, a través de la WEB. Además permitirá realizar análisis integrados en línea y de ser necesario, se permitirá descargar la información a los equipos locales, para ser procesada por los especialistas en forma individual.

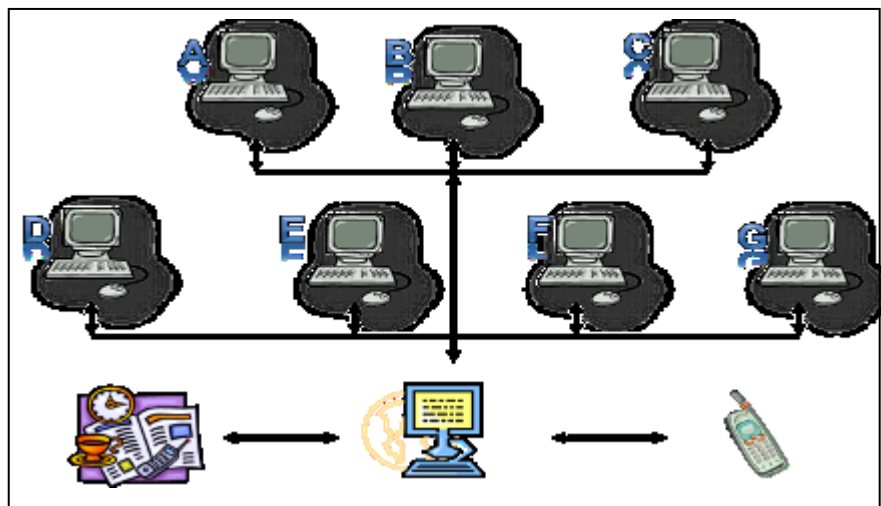


La IDE requerirá que los Ministerios apliquen todos los protocolos consignados en SNIT, para generar capas de información única, a la cual se accederá por la WEB. Los ahorros de tiempo estarán dados por la facilidad del acceso y que se rompen las parcelas de información de los sub departamentos. Todos acceden a todo y la información está georreferenciada en un estándar único y compatible con todas las plataformas SIG y de procesamiento de imágenes.

Pasar de procesamiento locales....



...a procesamiento en Red.



El plan a mediano plazo, es conectar las IDE sectoriales entre sí, para finalmente crear la IDE nacional, coordinada por SNIT.

Este proceso beneficiará a los futuros usuarios de las imágenes del satélite SSOT de manera que les aportará valor agregado a la información Raster con todas las capas vectoriales.

La facilidad de operar estos sistemas WEB, contribuirá a democratizar la información espacial, aportando con miles de nuevos usuarios de esta.

3.2. Actividades del Comité Satelital MINAGRI

Durante el año 2008, el Ministerio de Agricultura mandata al CIREN para crear un Comité Satelital, con la participación de las instituciones del Ministerio, que permita fortalecer las funciones de CIREN y de las instituciones del agro e impulsar el desarrollo de proyectos y aplicaciones silvoagropecuarias, agrícolas y ambientales con base en datos satelitales que permitan la utilización de los datos que proveerá el satélite chileno, así como los datos complementarios provenientes de otros satélites de observación de la tierra, disponibles mediante el sistema, que coordinará la Agencia Chilena del Espacio, en beneficio del uso sustentable de los recursos naturales renovables y el desarrollo de la política agroalimentaria nacional.

Dentro de las actividades de este comité está:

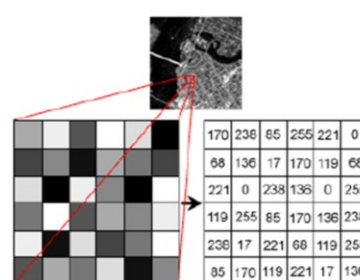
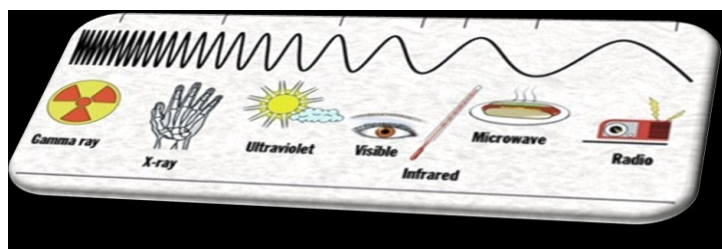
- Creación en el CIREN de un área satelital y ambiental con capacidades de procesamiento de datos y generación de conocimiento para la agricultura y la gestión forestal (incendios, plagas, seguimiento de superficies de bosque nativo, contaminación ambiental, seguimiento de cultivos, etc.), de tal forma que le permita transmitir aplicaciones en concordancia con las demandas de los Servicios del agro. Se incluye adquisición de software y hardware que permita los procesamientos y la distribución de datos. CIREN se constituirá en el nodo de procesamiento para la agricultura y la Región Metropolitana como parte del Sistema Nacional de Teledetección de la Agencia Chilena del Espacio.
- Desarrollo de proyectos inter-institucionales y multidisciplinarios en conjunto con CONAF, INFOR, INIA e INDAP, basados en la utilización de datos satelitales de distintas resoluciones (se incluyen aplicaciones en el tema climático, seguimiento y estadística de cultivos, fitosanidad, rendimientos, cosecha y producción). Se incluye el desarrollo de una línea de radiometría de campo con el objetivo de generar conocimiento de la respuesta espectral de los distintos cultivos, especies frutícolas y bosques del país (Se considera la adquisición de un radiómetro de campo). Desarrollo de unidades de seguimiento satelital regionales.
- Programa de apoyo a los medianos y pequeños propietarios agrícolas, así como a la agricultura familiar campesina en aplicaciones para el conocimiento de la variabilidad espacial y rendimientos de cultivos prediales y generación de conocimiento de ordenamiento territorial predial.
- Desarrollar un programa de capacitación y difusión de la tecnología en el país, con acento en las regiones agrícolas y forestales. Se contempla la realización de seminarios, charlas, boletines técnicos y libros sobre aplicaciones.
- Desarrollo de alianzas y convenios con los fines de estructurar redes de trabajo tanto en Chile como en el extranjero.

Programa de capacitación y difusión de la tecnología en el país: Durante el 2º semestre 2009 y el segundo semestre 2010, se han desarrollado 10 versiones del curso “Procesando imágenes del Satélite Chileno”, cuyo objetivo es “Introducir al alumno conceptualmente y en forma práctica al mundo de los sensores remotos, específicamente, en el tema del procesamiento de imágenes Satelitales, con énfasis en lo que será el procesar las imágenes del futuro satélite Chileno SSOT” y una versión del de Nivel 2, donde el objetivo es “Profundizar en los alumnos de nivel 1, conceptualmente y en forma práctica, el tema de los sensores remotos, específicamente, en el procesamiento de imágenes Satelitales, con énfasis en lo que será el trabajar con las imágenes del futuro satélite Chileno SSOT en asociación con otros procesos geomáticos”

Los temas tratados en estos cursos son:

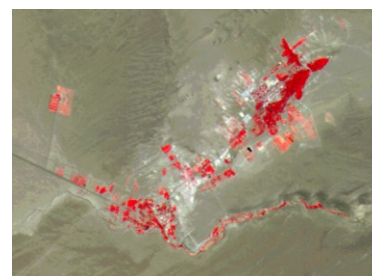
Módulo I - Conceptos:

- a. Espectro electromagnético
- b. Sensores pasivos
- c. Sensores Activos
- d. Raster
- e. Resolución espacial
- f. Resolución espectral
- g. Curvas de Reflectividad
- h. Máscaras
- i. Refracción de la luz en la vegetación
- j. Aplicaciones con imágenes del Sensor Landsat
- k. Satélite Chileno SSOT
- l. Aplicaciones con el satélite Chileno
- m. Introducción a las imágenes tipo Radar
- n. Modelos digitales de elevación



Modulo II: Procesamiento de imágenes con el Satélite Chileno. Curso práctico, utilizando el programa TNT Mips, en su versión para docencia.

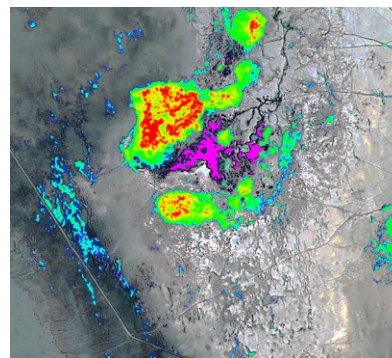
- o. Importación de Archivos
- p. Visualización de bandas
- q. Combinaciones de bandas espectrales, 3-2-1 y 4-3-2
- r. Análisis de Histogramas
- s. Corrección Atmosférica
- t. Aplicación de contraste
- u. Creación de máscaras Binarias y Aplicación de máscaras
- v. Re muestreo de bandas, paso de 5,6 mt. a 1.45 mt.
- w. Combinaciones de bandas R-G-B-I, Color real y falso color convencional
- x. Georreferenciación
- y. Modelos tridimensionales
- z. Construcción de un modelo digital de elevación
- aa. Creación de vistas 3D
- bb. Cálculo del índice de vegetación Transformada (TVI)
- cc. Interpretación de Resultados



dd. Exportación a otros formatos y/o plataformas

En el curso de nivel 2 se tratan los siguientes temas:

- Instalación de GvSIG (con Java) y Sextante.
- Composición de imágenes de 3 bandas con GvSIG.
- Uso de gvSIG, en el recorte de imágenes satelitales para permitir la compatibilidad con TNT Lite.
- Revisión de los parámetros de los Raster a través del histograma.
- Exportación del reporte estadístico del Raster.
- Descomposición de Raster de 24 bit en 3 bandas de 8 bit
- Mejoramiento de contrastes, mediante la modificación de histogramas.
- Índice de vegetación. TVI, creación y calibración.
- Clasificación no supervisada y supervisada, bandas (IR y Roja).
- Conversión a formatos, TIF, JPG, PDF y KML (Google Earth).



Estos cursos se han realizado en Antofagasta, Valparaíso, Santiago, Temuco y Coihaique, sumando hasta la fecha alrededor de 270 profesionales capacitados, de las siguientes instituciones:

Instituciones que han enviado alumnos a capacitar	
INIA	Municipalidad de Lonquimay
BBNN	Municipalidad de Nueva Imperial
Cen. de Inv. en Ecos. de la Patagonia	Municipalidad de Victoria
CIREN	Minvu Seremi 6ª
CNR	MOP
CONADI	MOP - Aeropuertos
CONAF	MOP - DGOP
CONAMA NAC	MOP - Vialidad
CORREOS DE CHILE	MOP D.G.A. 5ª
GAMA CHILE	MOP DOH 5ª
GORE 5ª	MTT-Fiscalización
GORE 6ª	ODEPA
INDAP	Oriondata
INE 5ª	PDI - BIDEA
INFOR 11ª	SAG
INIA RM	SERNAGEOMIN
JUNAEB 5ª	SII
Municipalidad de Aysén	SUBDERE
Municipalidad de Carahue	SUBPESCA 5ª
Municipalidad de Cochrane	U. C. de Temuco
Municipalidad de de Pitruquén	
Municipalidad de de Villarrica	

Programación 2011 de Cursos de Percepción Remota

					Programación Trimestral			
Destinos	Curso Nivel	Curso Nivel	Curso Nivel	Curso Nivel	T1	T2	T3	T4
Temuco	II							Oct, II
Coihaique	II				Mar, II			
Valparaíso	I	II	III			Jun, II	Sep, I	Nov, III
Punta Arenas	I	II				Abr, I		Nov, II
Arica	I						Jul, I	
Valdivia	I					May, I		
La Serena	I						Ago, I	
Santiago	I	II	II	III		Jun, II	Ago, I	Oct, III; Dic, II

Para el año 2011 se ha planificado repetir el curso de nivel I y nivel II, además de armar el de nivel III. Se espera contar con al menos 280 alumnos, entre nuevos y de profundización.

Curso dictado en el edificio de la Intendencia de Valparaíso, 2010.



Curso dictado en CIREN, Santiago, 2010



3.3. Nuevos organismos encuestados

3.3.1. CONAE, Comisión Nacional de Actividades Espaciales, Argentina:

La CONAE es el único Organismo del Estado Nacional competente para entender, diseñar, ejecutar, controlar, gestionar y administrar proyectos, actividades y emprendimientos en materia espacial en todo el ámbito de la República.

Su misión, como agencia especializada es proponer y ejecutar el "Plan Espacial Nacional", considerado Política de Estado, con el objeto de utilizar y aprovechar la ciencia y la tecnología espacial con fines pacíficos.

En 1994 se redactó el Plan Espacial "Argentina en el Espacio 1995-2006" en el que se enumeraron una variedad de acciones concurrentes a esos objetivos generales, estableciéndose que debe ser actualizado periódicamente, contando en cada oportunidad al menos con una década de horizonte para las actividades espaciales nacionales. En cada revisión del Plan se tienen en cuenta los avances de la tecnología espacial que tuvieron lugar durante el período anterior y la marcha de las demandas sociales en la materia.



Actualmente se encuentra vigente el Plan Espacial Nacional 2004 - 2015.

El Plan Espacial pone especial énfasis en el uso y los alcances del concepto de "Ciclo de Información Espacial", que reúne el conjunto de las etapas que comprenden el levantamiento, generación, transmisión, procesamiento, almacenamiento, distribución y uso de la información espacial.

Dado el amplio número de Ciclos de Información posibles, se a requerido para su selección que, además de su relevancia socioeconómica generen actividades y proyectos que permitan:

- ✓ Aplicar y desarrollar conceptos tecnológicos avanzados.

- ✓ Optimizar recursos humanos y económicos.
- ✓ Efectuar una genuina cooperación internacional de carácter asociativa.
- ✓ Actuar como arquitecto espacial, privilegiando el manejo del conocimiento
- ✓ por sobre la ejecución.
- ✓ Concebir todo el Plan Espacial como un proyecto de Inversión.

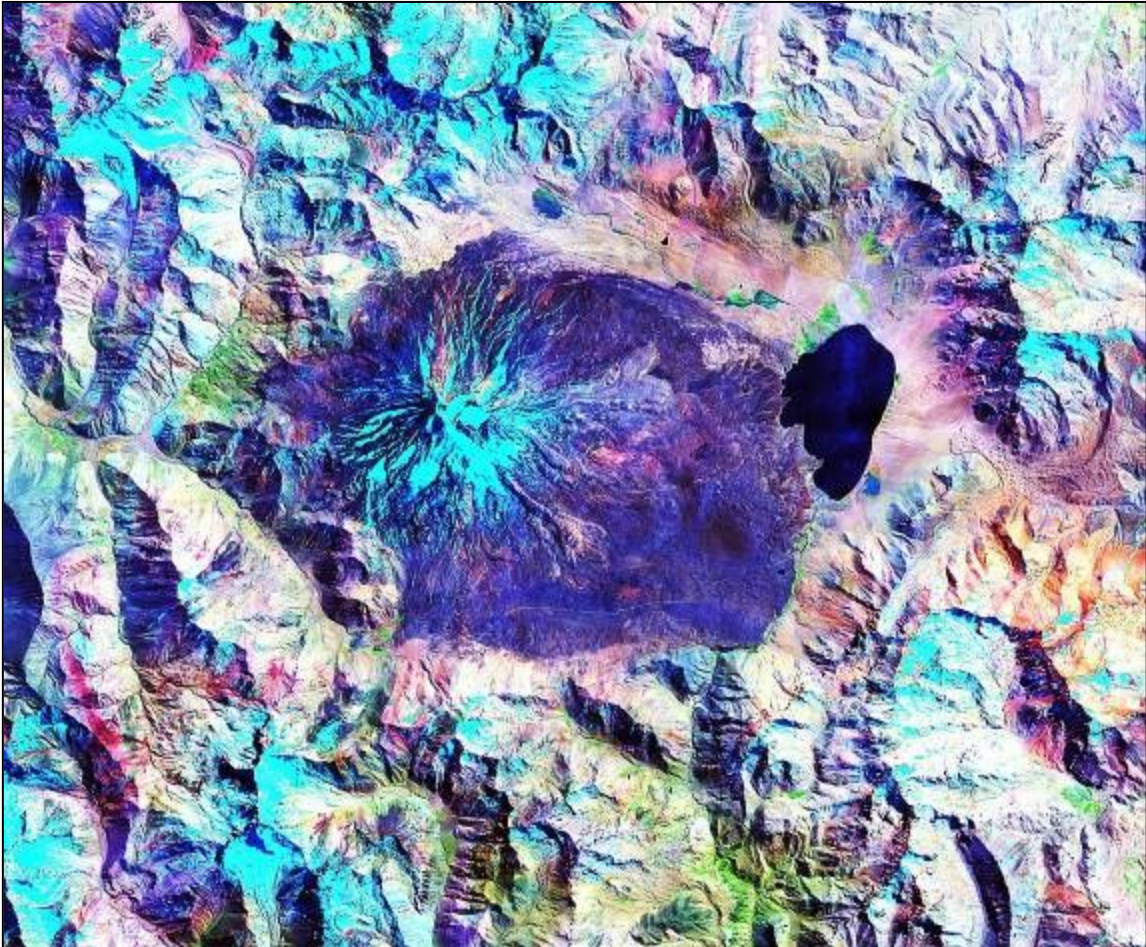


Imagen Landsat 7 ETM, Zona del Volcán Maipo. Combinación 7-4-1

3.3.1.1. Programas de Acción Concertada

La CONAE contempla la realización de Programas de Acciones Concertadas (PAC) que corresponden a asociaciones estratégicas con otros entes nacionales o internacionales para encaminar determinadas aplicaciones particulares. Las mismas son:

✓ **PAC para la formación y funcionamiento del Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich.**

- Los objetivos de este Programa son la generación de conocimientos de avanzada, el desarrollo de aplicaciones innovativas de la información espacial y la formación de recursos humanos de excelencia, enfocados al soporte y desarrollo de los CIEs. A tal fin, la CONAE ha constituido el Instituto Gulich, con sede en el Centro Espacial Teófilo Tabanera, como un proyecto conjunto con la Universidad Nacional de Córdoba.

✓ **PAC con Provincias.**

- El programa posee el objetivo de potenciar progresivamente las capacidades locales de cada provincia para el uso y aprovechamiento de la información espacial, asentando para ello núcleos de expertos que puedan actuar como contrapartes de la CONAE en los aspectos técnicos involucrados en el uso y aprovechamiento de información espacial.

✓ **PAC para el apoyo a la Administración Pública Nacional y el Ordenamiento Fiscal.**

- El objetivo del presente programa es concertar acciones tendientes al mejor y más eficaz aprovechamiento de los sistemas de información basados en datos provenientes de la teledetección, para asistir en sus funciones específicas a diversas áreas de la Administración Pública Nacional y las oficinas de recaudación y control fiscal.

✓ **PAC como herramienta de Política Exterior y para la conformación de una Entidad Espacial Regional.**

- Este programa tiene por fin enmarcar las actividades y proyectos del Plan Espacial Nacional, no sólo dentro del concepto de la cooperación internacional asociativa, sino que deben ser consideradas como herramientas de la Política Exterior de nuestro país. Es así que la CONAE, como ente del área del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Exterior y Culto, debe basar todo su accionar en dicho principio.

Para llevar a cabo este PAC, CONAE a definido un Curso de Acción "E": Desarrollo Institucional y Tareas de Base. Comprende el propio desarrollo de la CONAE así como su enlace con otras instituciones nacionales o del exterior. En particular, incluye los convenios tanto nacionales como internacionales, y el Instituto Gulich.

El objetivo del Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich es la generación de conocimientos de avanzada y el desarrollo de aplicaciones innovativas de la información espacial,

así como la formación de recursos humanos de excelencia, enfocado al soporte y desarrollo de los Ciclos de Información Espacial. Su constitución es un proyecto conjunto entre la CONAE y la Universidad Nacional de Córdoba, con sede en el Centro Espacial Teófilo Tabanera, Córdoba. Su nombre recuerda a Mario Gulich, físico integrante de la CONAE fallecido en 1994, quien concibió el primer satélite argentino de aplicaciones científicas SAC-B.

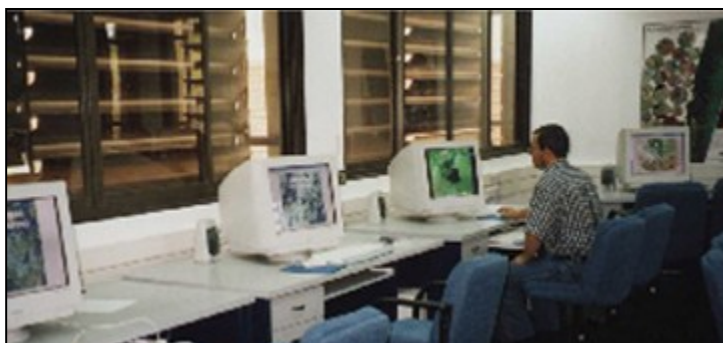


Instituto Mario Gulich, en las afueras de Córdoba, Argentina

Las actividades del Instituto, en esta primera etapa, abarcan la utilización de la tecnología y la información espacial en dos grandes áreas:

- Desarrollos innovativos para aplicaciones en emergencias, naturales y antropogénicas, particularmente en las etapas de prevención y alerta temprana. Esta actividad al ciclo de información espacial para la gestión de emergencia
- Desarrollos innovativos en el área de epidemiología panorámica (determinación de zonas de riesgo de enfermedades endémicas). Esta actividad contribuye al Ciclo de Información Espacial para la Gestión de Salud.

Para el desarrollo de ambas áreas se implementan programas multidisciplinarios y multi-institucionales utilizando datos espaciales, modelística y herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), teniendo en cuenta las posibilidades que ofrecen las técnicas de computación paralela y las herramientas y métodos de programación especializada, disponibles en el Instituto.

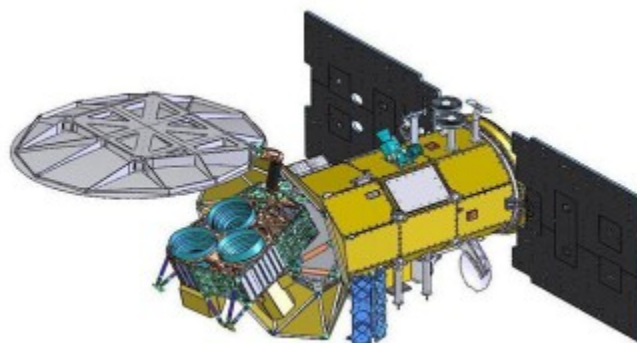


Dadas las características multidisciplinarias de estos programas, en paralelo con su ejecución, se plantea un entrenamiento tendiente a la nivelación en el alcance de las capacidades específicas y los conocimientos mínimos de los distintos participantes respecto de las diferentes disciplinas y a la incorporación de nuevos conceptos, necesarios para lograr los objetivos propuestos.

3.3.1.2. SAC-D / AQUARIUS

La misión SAC-D / Aquarius se encuadra en un programa de cooperación entre la CONAE y el Centro Goddard y el Jet Propulsion Laboratory (JPL), ambos de la NASA.

Su objetivo científico está orientado a obtener nueva información climática a partir de las mediciones de salinidad y una nueva visión de la circulación y procesos de mezcla en el océano, y así como detectar focos de alta temperatura en la superficie terrestre para la obtención de mapas de riesgo de incendios y humedad del suelo para dar alertas tempranas de inundaciones.



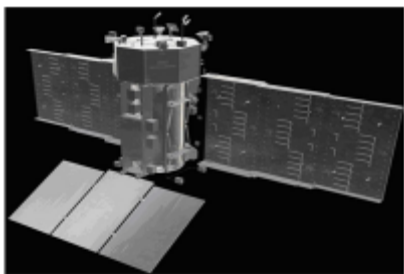
La fecha de lanzamiento está fijada para el 2011.

3.3.1.3. SAC-E / SABIA

El SABIA (Satélite Argentino Brasileño de Información en Alimento, Agua y Ambiente) se encuadra en un programa de cooperación entre la CONAE, la Agencia Espacial Brasileña (AEB) y el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales Brasileño (INPE). Forma parte de la serie SAC, con la denominación SAC-E.

Esta misión de Observación de la Tierra tiene por objetivo principal la provisión de datos para información sobre agua y alimentos, con alta resolución espectral, espacial y temporal sobre el área del MERCOSUR, y proveer información para información ambiental.

3.3.1.4. MISIÓN SAOCOM

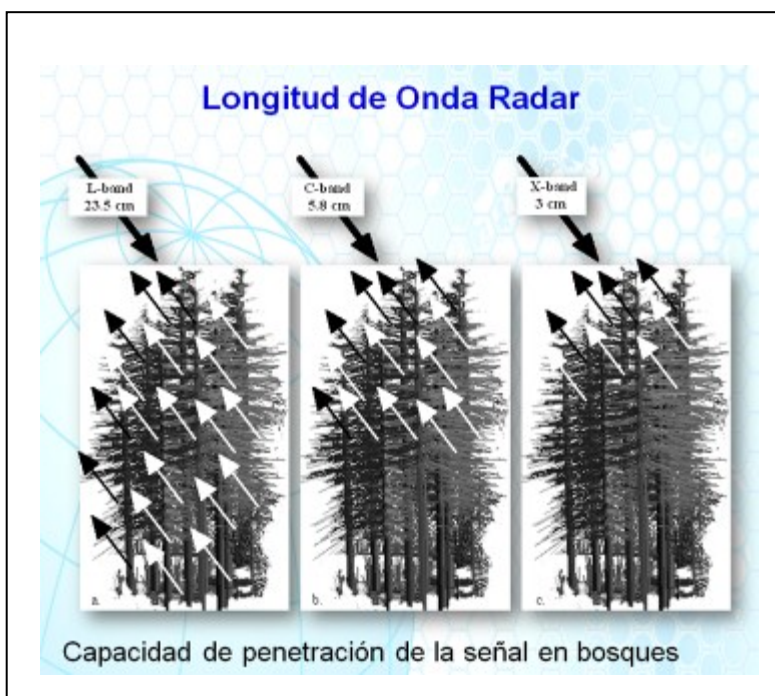


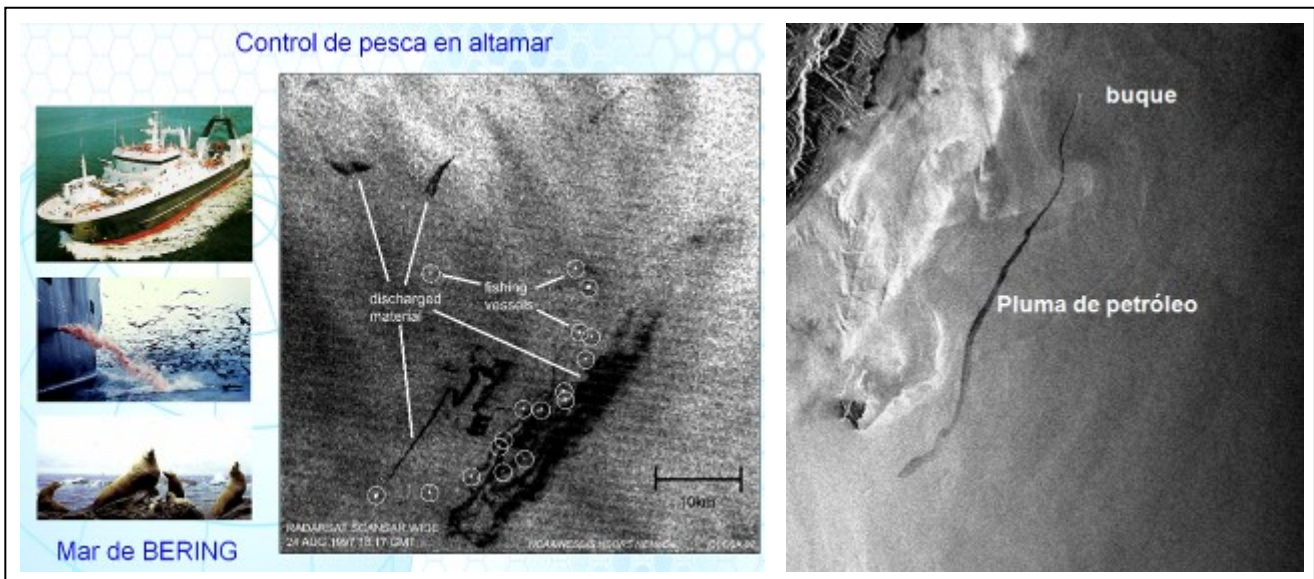
Serie de satélites que abarca el desarrollo de instrumentos activos que operan en el rango de las microondas. Está dedicado al aprovechamiento de los datos producto de la teleobservación, para la optimización de actividades socio-económicas y estudios científicos. Dicho proyecto consiste en la puesta en órbita de dos constelaciones, SAOCOM 1 y SAOCOM 2, cada una de las cuales está compuesta a su vez por dos satélites, SAOCOM 1A y 1 B; y SAOCOM 2A y 2B.

El instrumento principal consiste en un sensor activo de tipo RADAR de apertura sintética (SAR) polarimétrico, que opera en el rango de las microondas, específicamente en la Banda L.

La ventaja de este satélite está en que puede operar en cualquier condición climática, tanto de día como de noche. Tendrá una resolución que variará entre los 10 y 100 mt, pudiendo asumir diferentes ángulos de observación. Está previsto su lanzamiento para el año 2013.

Como productos específicos derivados de la información SAR, estarán los mapas de humedad del suelo, que representan una gran ayuda para la agricultura, los estudios hidrológicos y el área salud. Además se podrán obtener productos de tipo interferométrico, como modelos digitales de elevación, análisis de cambios temporales en la superficie, lo que sirve para el monitoreo del volcanismo y para el monitoreo de subducciones o hundimientos del terreno.



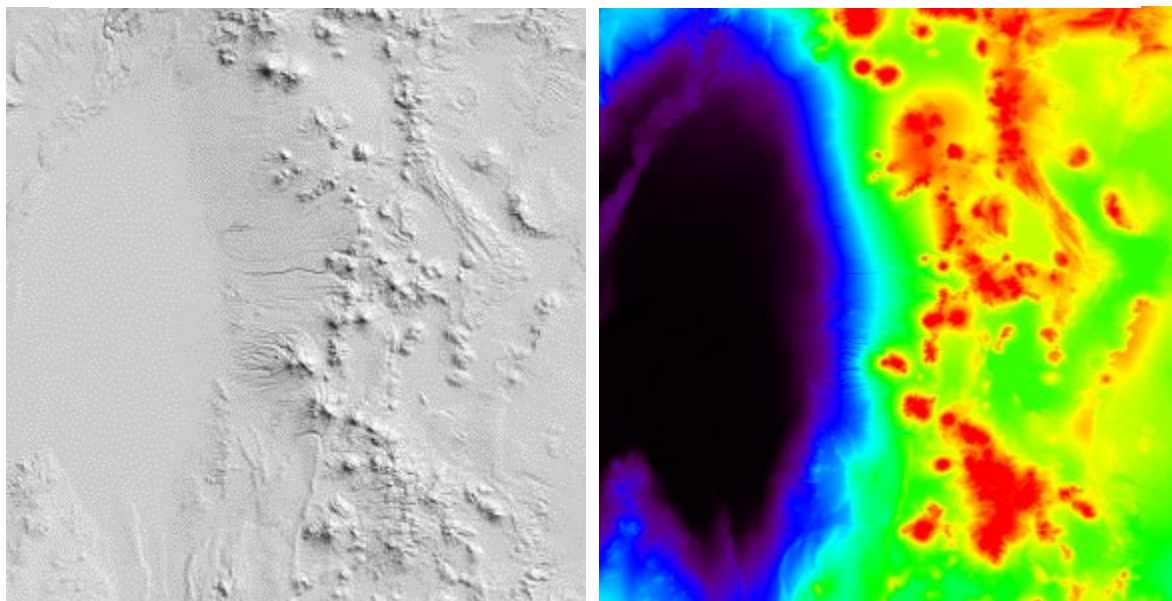


3.3.1.5. SIASGE Sistema Italo-Argentino de satélites para beneficio de la Sociedad, Gestión de emergencias y desarrollo Económico.

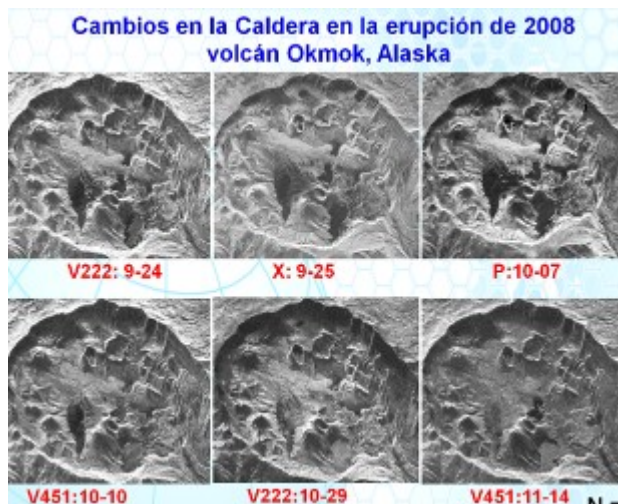
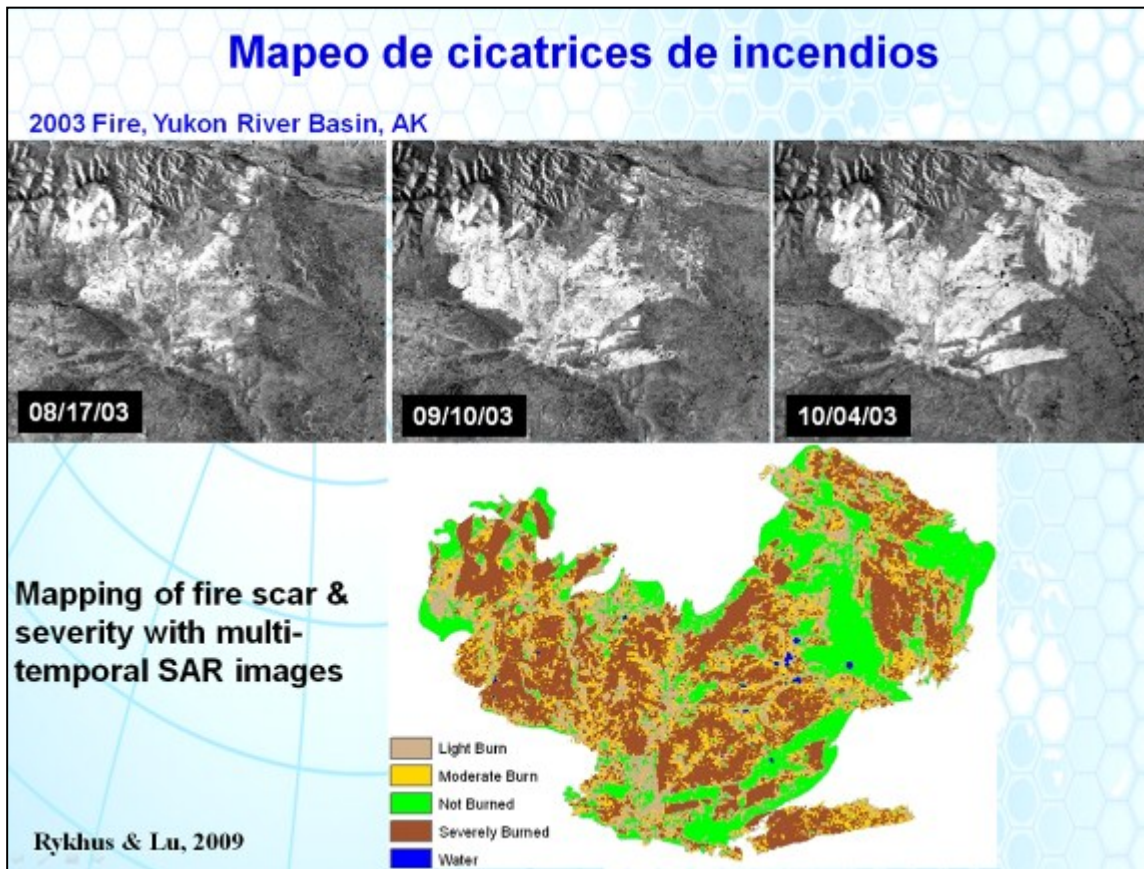
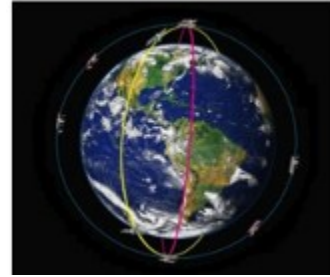
El SIASGE, Sistema Italo Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias, estará integrado por dos satélites SAOCOM provistos por la CONAE y cuatro satélites de la Constelación Italiana COSMO-SkyMed, de la Agencia Espacial Italiana (ASI).

Este conjunto de satélites permitirán obtener información certera y actualizada de incendios, inundaciones, erupciones, terremotos, avalanchas, derrumbes y deslaves.

Salar de Atacama: Modelo Digital de Elevación, elaborado a partir de imágenes Radar.

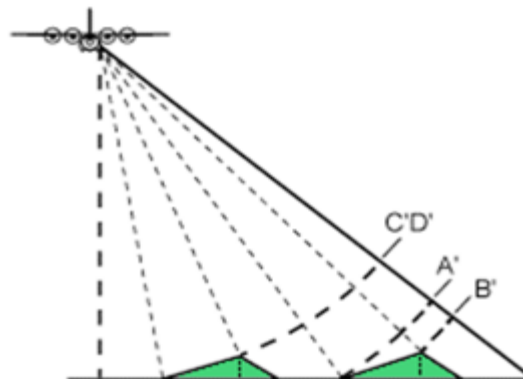


Los 6 satélites se encontrarán ubicados en órbitas polares a la misma altura, en distintos planos orbitales, de tal manera que el conjunto funcione como un instrumento con un enorme ancho de visión sobre la tierra. Esto permitirá un monitoreo en tiempo casi real, ya que se obtendrá actualización de la información cada 12 horas, especialmente necesario para el monitoreo y seguimiento de la evolución de catástrofes.



3.3.1.6. SARAT (SAR Aerotransportado)

Como punto de partida y como preparación al uso de la información del SAOCOM y del SIASGE, la CONAE ha incluido en sus programas al proyecto SARAT (SAR Aerotransportado), que consiste en el desarrollo de instrumentos aerotransportados SAR polarimétricos que operan en banda L. En este sentido el proyecto SARAT tiene por objetivo otorgar datos para pruebas de uso, desarrollo de aplicaciones, evaluación de métodos de procesamiento y generación de procesos de planificación de captaciones, previo a contar con datos SAOCOM y SIASGE.



El avión que transporta al instrumento SAR posee 5 horas de autonomía de vuelo, con un rango nominal de alturas de vuelo entre 3900 y 4500 m, y una velocidad nominal de 100 m/seg. Las características del instrumento SAR del SARAT en comparación con las correspondientes al instrumento SAR del SAOCOM son:

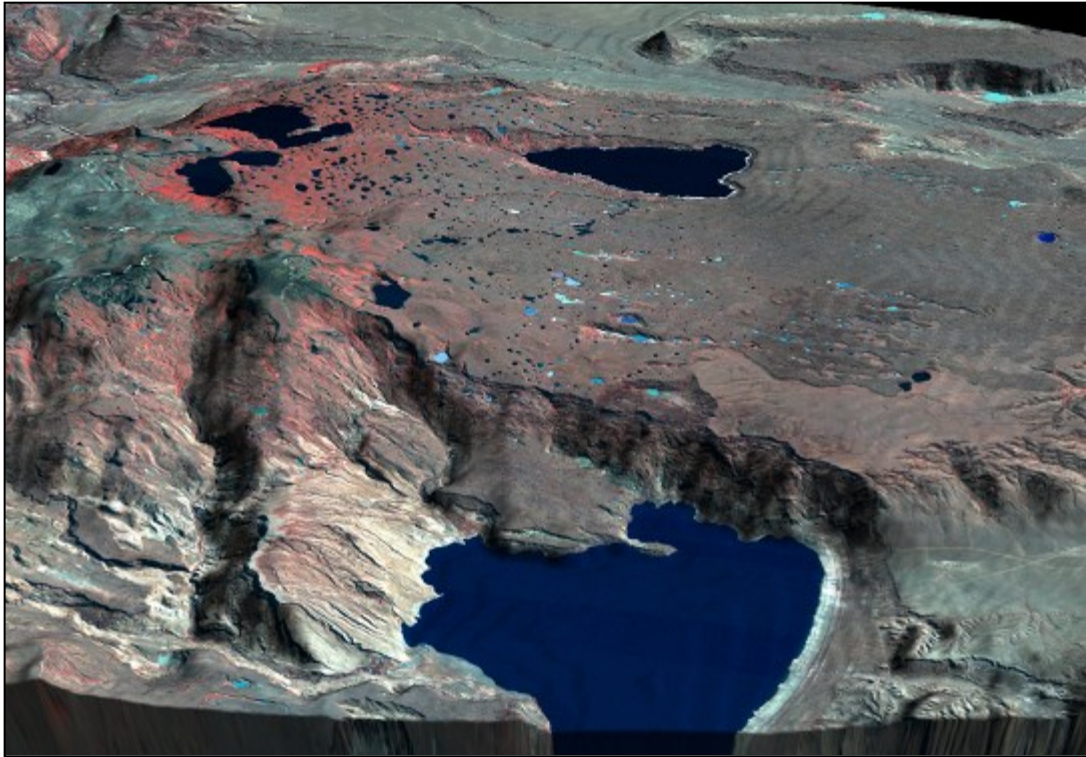
- Misma banda de frecuencia.
- Similar ancho de banda.
- Potencia disponible equivalente.
- Similar rango dinámico de la señal.
- Tamaño de la antena en escala con respecto al de la antena del SAOCOM, manteniendo el diseño de los módulos irradiantes.

A partir de este emprendimiento se pretende:

- Contar con la capacidad de captar información banda L polarimétrica en lugares y tiempos convenientes, para adquirir experiencia en el uso de este tipo de información.
- Aprovechar el potencial de la combinación de la banda L (por ahora de SARAT) con la banda X (del COSMO SkyMed) para la extracción de información y la obtención de parámetros físicos.
- Aprovechar el potencial de la combinación de la banda L con otro tipo de información SAR (por ejemplo banda C) como así también con la información de otro tipo de sensores (por ejemplo ópticos, térmicos, radiómetros de microondas, etc.).
- Poner a punto conocimientos y metodologías de manera de estar en condiciones de generar operativamente productos que puedan derivarse de esta información al momento en que la constelación SAOCOM esté operativa.

- Utilizar los datos SARAT y datos obtenidos en el terreno como base para validación de observaciones del SAOCOM.

Modelo digital de elevaciones con imagen ajustada



3.3.2. IMPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciaes, Brasil:



Misión

La producción de la ciencia y la tecnología en las áreas de medio ambiente espacial y terrestre, y ofrecer productos y servicios únicos para el beneficio de Brasil.

Visión

Convertirse en un organismo nacional e internacional del espacio y el medio ambiente terrestre para la generación de conocimiento, el servicio al cliente que logre anticiparse a las demandas de desarrollo y calidad de vida de la sociedad brasileña.

Valores

Con base en los principios de la ética, la transparencia y la integridad, el INPE mantiene, preserva y promueve un conjunto de valores que orientan sus estrategias y acciones de forma continua:

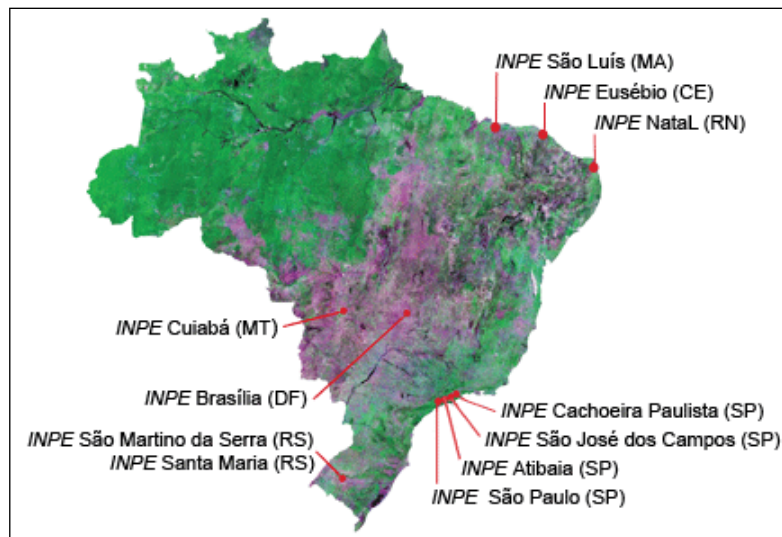
- **Excelencia:** Eficacia, eficiencia, eficacia, calidad y pionera en la realización de sus actividades.
- **Pluralidad:** Respeto a la diversidad de ideas y opiniones y fomentar la creatividad en armonía con la misión institucional.
- **Cooperación:** Mejora de las alianzas institucionales para compartir habilidades, definir y alcanzar objetivos comunes.
- **Valoración de las personas:** Reconocimiento de que la actuación del Instituto depende del desarrollo, la valoración, el bienestar y realización profesional de su capital humano.
- **Compromiso:** Compromiso del personal con la asistencia de los objetivos institucionales y el logro de un propósito común y duradera.
- **Comunicación:** Constante interacción con la sociedad para satisfacer sus necesidades y la difusión de los resultados de la Oficina, facilitando el acceso a la información, productos y servicios generados.
- **Responsabilidad Social y Ambiental:** Desempeño impulsado por la ética, la transparencia y el respeto de la sociedad, el medio ambiente, la diversidad y el desarrollo sostenible.

3.3.2.1. Objetivos Estratégicos

- 1 - Ampliar y consolidar habilidades en la ciencia, la tecnología y la innovación en el espacio y el medio ambiente terrestre para enfrentar los desafíos nacionales.
- 2 - Desarrollar, en todo el mundo, científicos y el liderazgo tecnológico en áreas de espacio y el medio ambiente terrestre haciendo hincapié en las peculiaridades de Brasil.

- 3 - Ampliar y consolidar habilidades en el tiempo y el clima y el cambio ambiental global.
- 4 - Consolidar las acciones del INPE como institución única en el desarrollo de satélites y tecnologías espaciales.
- 5 - La promoción de una política espacial de la industria para satisfacer las necesidades de desarrollo de los servicios, la tecnología y los sistemas espaciales.
- 6 - Fortalecer la relación institucional del INPE a nivel nacional e internacional.
- 7 - Proporcionar la infraestructura adecuada para el desarrollo científico y tecnológico.
- 8 - El establecimiento de una política de recursos humanos para el INPE, en base a la capacidad de gestión estratégica y la gente.
- 9 - Identificar y poner en práctica el modelo de gestión e institucionales y adecuada a los retos específicos que se presentan al INPE.

3.3.2.2. Instalaciones



3.3.2.3. Investigación y Desarrollo

Espacio y Ciencias de la Atmósfera



Pioneer INPE, esta área abarca la investigación física y química de los fenómenos que ocurren en la atmósfera y el espacio exterior de interés para el país lleva a cabo investigaciones y experimentos en los campos de Aeronomía, Astrofísica y Geofísica.

El tiempo Previsión y Estudios Climáticos

Investigaciones y actividades en los campos de Ciencias Meteorológicas, meteorología por satélite, Pronóstico del Tiempo y Clima. Las actividades operacionales del tiempo y el clima se llevan a cabo con la operación de una supercomputadora capaz de generar las previsiones meteorológicas y el clima confiable, con mucha antelación.



Ingeniería Espacial y Tecnología



Área dedicada al desarrollo de sistemas y tecnologías espaciales para diversas aplicaciones, tales como la ejecución de proyectos y construcción de satélites y sistemas de tierra. Realiza la evolución de los campos de Mecánica Espacial y Control Aeroespacial Sistema Electrónico, Solo y fabricación.

Observación de la Tierra

Se trata de los conocimientos científicos y tecnológicos en el campo de la teledetección y los SIG, estudio de los recursos naturales y la vigilancia del medio ambiente. Lleva a cabo investigaciones, desarrollo y aplicaciones en los campos de la Teledetección y Procesamiento Digital de Imágenes.



Ciencias de la Tierra



Obras para ampliar la capacidad científica, tecnológica e institucional en el cambio climático mundial de Brasil, con el objetivo de aumentar el conocimiento sobre el fenómeno, identificar los impactos en el país y apoyar las políticas públicas para enfrentar el problema a nivel nacional e internacional.

Rastreo Satelital y Control

Incluye el desarrollo de sistemas de control de satélites en órbita baja y satélites geoestacionarios. Abarca las actividades en el campus de Campo de San José, y la Cuiabá Estaciones Terrenas y Alcántara-MA.



Integración y pruebas de laboratorio



Desarrolla actividades altamente especializadas para la calificación de los componentes y sistemas espaciales, realizando el desarrollo, ensamblaje, integración y pruebas de sistemas espaciales, así como la calificación y análisis de fallos de componentes para uso del espacio y del sector industrial del país, con estándar internacional.

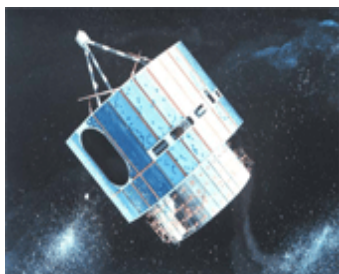
Laboratorios Asociados

Área dedicada a la investigación básica y desarrollo tecnológico en campos relacionados con el INPE. Abarca las actividades en los campos de Sensores y Materiales, de plasma, Informática y Matemática Aplicada, Combustión y Propulsión

3.3.2.4. Datos de Satelitales

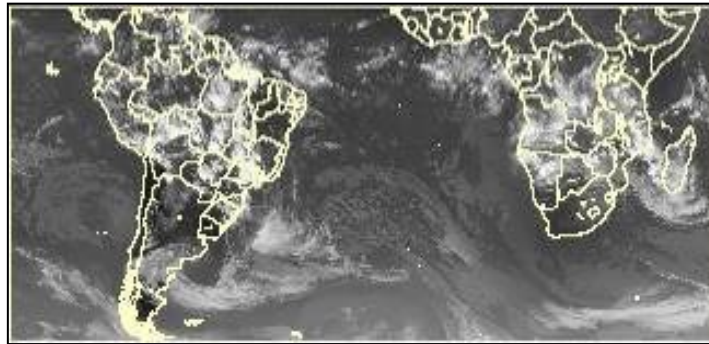
Satélite GOES - (Geostationary Operational Environmental Satellites)

Los satélites GOES constituyen un grupo de satélites americanos mantenidos por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Los datos son distribuidos por el National Environmental Satellite and Information Service (NESDIS). Su altitud y órbita son semejantes al Meteosat. Las imágenes del globo terrestre son obtenidas cada 30 minutos. El GOES tiene un dispositivo de 5 canales espectrales: uno Visible (0,55-0,75 μm), tres canales Infrarrojos (3,8-4,0 μm ; 10,2-11,2 μm ; 11,5-12,5 μm) y un canal de Vapor de Agua (6,5-7,0 μm). En el canal Vapor de Agua, la resolución es de 8 km.

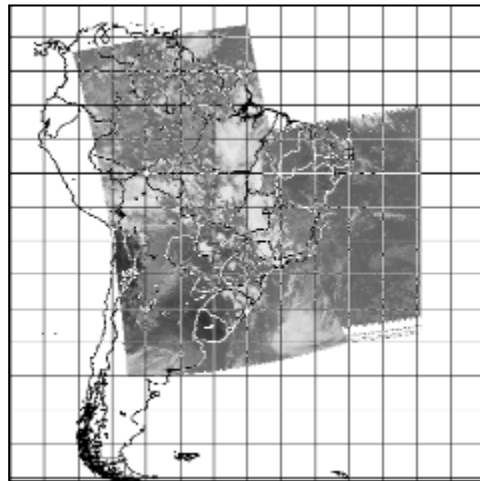


Satélite MSG La altitud de este satélite es de 35.800 km. Su campo de imagen (42% de la superficie de la tierra) está restringido a su localización en la vertical sobre la intersección del

Ecuador con el meridiano de Greenwich. Está equipado con un sensor espectral que explora la superficie terrestre por fajas. Para cada píxel de esta faja, se obtiene la energía irradiada para diferentes gamas espectrales.



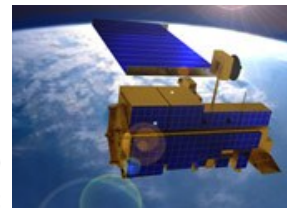
Satélite GOES & MSG La altitud de estos satélites es de 35.800 km. En la figura se observa la fusión del canal infrarrojo térmico ($\sim 10.4 \mu\text{m}$) de ambos satélites con el objeto de incrementar el campo de imagen de la superficie terrestre.



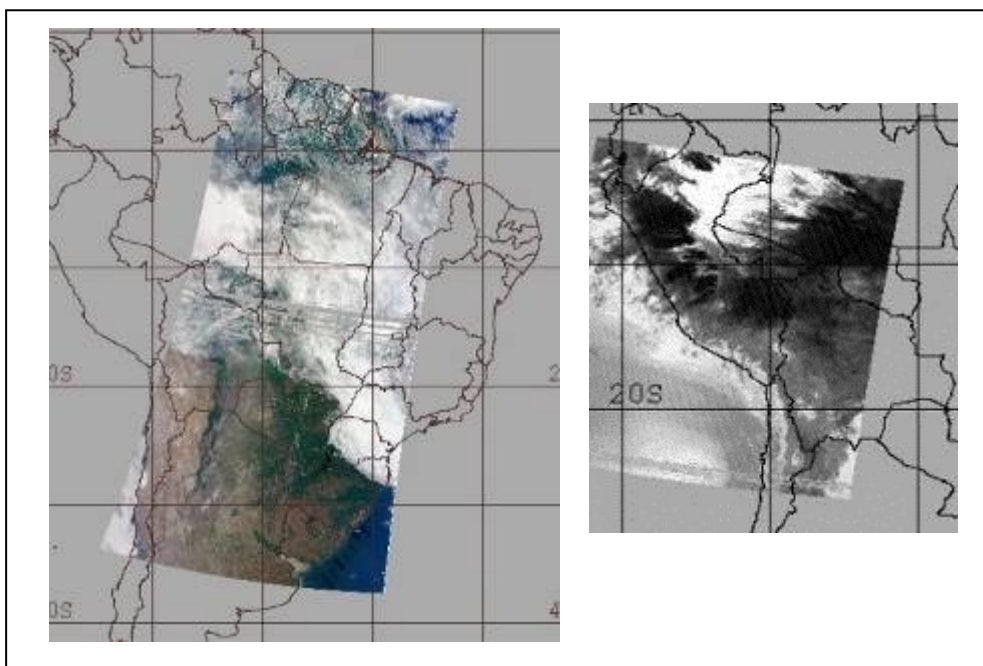
Satélite NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

El Programa de satélites NOAA es producido por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), a través del National Environmental Satellite Data and Information Service (NESDIS), y por la National Aeronautics and Space Administration (NASA), que es responsable por el desarrollo y lanzamiento de los aparatos.

Este programa comenzó llamándose TIROS, Television and Infrared Observation Satellite y fue desarrollado por la NASA y por el Departamento de Defensa de Estados Unidos, con el objetivo de fomentar un sistema de satélites meteorológicos. Entre 1960 y 1965 fueron lanzados 10 satélites TIROS. Entre 1966 y 1969, fueron lanzados 9 satélites nuevos, denominados TOS, Tiros Operational Satellites; operados por el ESSA, Environmental Science Service Administration, perteneciente a la NOAA. En 1970, el TIROS-M recibió la designación de ITOS, Improved TOS, iniciándose así una nueva generación de satélites que incluían sensores infrarrojos.



Satélite AQUA y Terra El sensor MODIS, Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer, es el principal instrumento a bordo de los satélites TERRA (EOS AM-1) y AQUA, el cual también transporta el HSB, Humidity Sensor for Brazil, sensor brasileño de humedad atmosférica, uno de los Sistemas de Observación de la Tierra de la NASA. El MODIS realiza observaciones de toda la superficie terrestre cada 1 o 2 días, y adquiere datos en 36 bandas espectrales que se sitúan entre 0.4 y 14.4 μm y se distribuyen en diferentes grupos de resolución espacial. Estos datos permiten mejorar nuestra comprensión de la dinámica global y de los procesos que ocurren en la tierra, en los océanos y en la baja atmósfera.



SATÉLITES METEOROLÓGICOS

Un satélite meteorológico es un tipo de satélite artificial que es principalmente usado para monitorear el tiempo y el clima de la Tierra. Estos satélites, sin embargo, ven mucho más que nubes y formaciones de nubes. También son capaces de recoger informaciones ambientales tales como: las luces de las ciudades, incendios, efectos de polución, aurora, tempestades de rayos y polvo, superficies cubiertas por nieve y hielo, los límites de las corrientes oceánicas, etc.



ÓRBITA POLAR

Los satélites de órbita polar pasan por los polos o cerca de ellos. Los períodos de sus órbitas son de una o dos horas. Los satélites meteorológicos más conocidos en Brasil son los de la serie NOAA (National Oceanic and Atmosphere Administration, de Estados Unidos).



El satélite de órbita polar es helio-síncronico. Gira en una órbita que siempre permanece en el mismo plano, mientras que la Tierra gira a razón de 15 grados por hora.

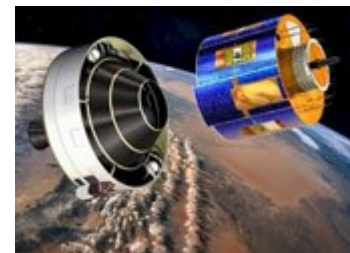
ÓRBITA GEOESTACIONARIA

Los satélites geoestacionarios están permanentemente sobre la línea del ecuador. Presentan un período de rotación coincidente con el período sideral de rotación de la Tierra, por lo tanto, giran con la misma velocidad de rotación de la Tierra. Como tiene el mismo sentido de rotación que el de la Tierra y excentricidad de órbita nula, siempre permanece encima de un punto y a la misma distancia de la Tierra. El satélite puede observar una región circular con un ángulo aproximado de hasta 70° de latitud. Sin embargo, debido a las deformaciones relacionadas con la curvatura de la superficie terrestre, el área de observación es limitada. Generalmente, en la práctica de los análisis numéricos, los datos de los satélites geoestacionarios se restringen a aquellos de un área limitada por un círculo con radio de hasta 55° de latitud, con el centro en el punto subsatélite, y con radio de hasta 65° de latitud en los análisis cualitativos (no numéricos).



METEOSAT

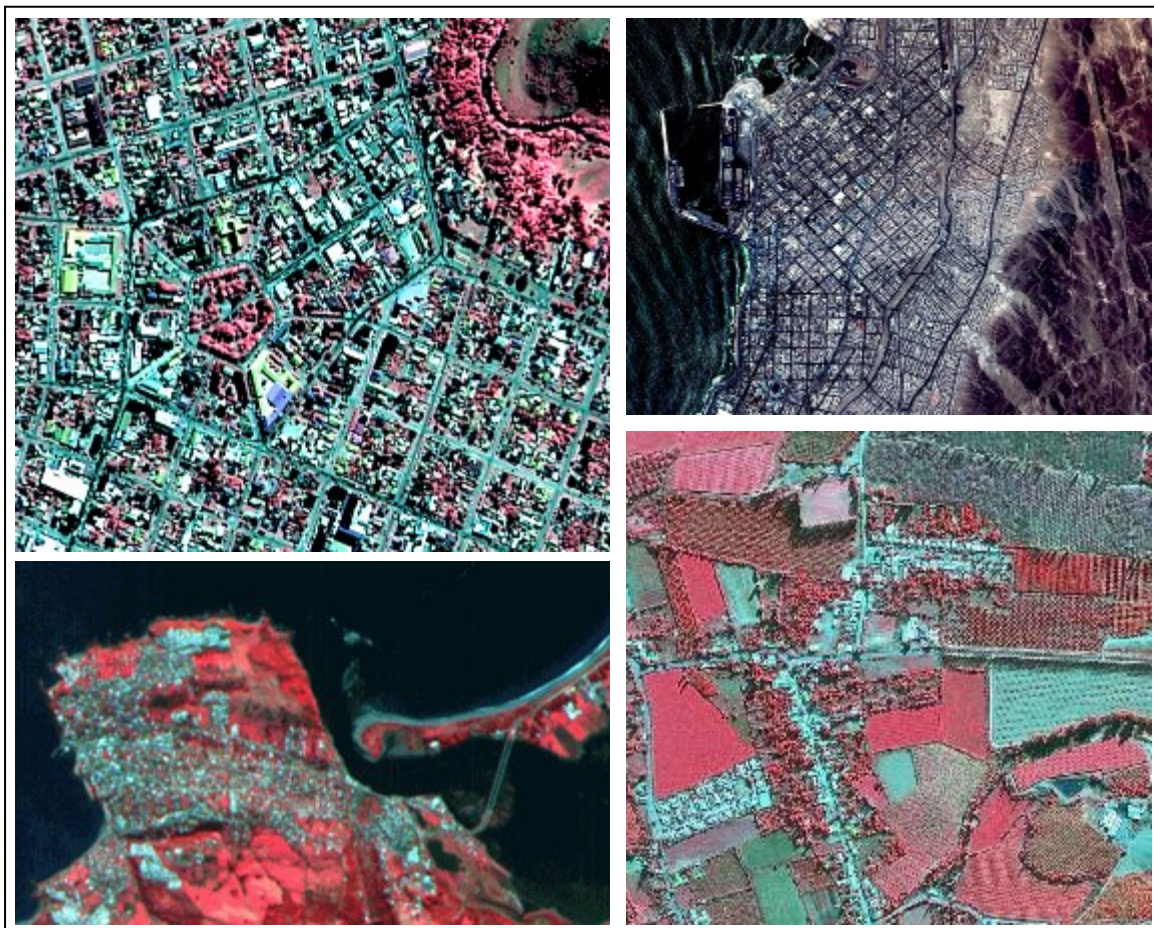
El METEOSAT es un satélite geoestacionario europeo mantenido por la EUMETSAT. La EUMETSAT es una organización intergubernamental creada en una convención internacional que reunió a 17 países europeos. La altitud de los satélites es de 35800 km. Su campo de imagen (42% de la superficie de la Tierra) está restringido a su localización en la vertical sobre la intersección del Ecuador con el meridiano de Greenwich. Se encuentra equipado con un sensor espectral, el cual explora la superficie terrestre por partes. Para cada píxel de ese sector, se obtiene la energía irradiada para diferentes gamas espectrales. Los tres espectros de Meteosat son: el Visible (0,45-1,00 μm), el Infrarrojo (10,5-12,5 μm) y el Vapor de Agua (5,7-7,1 μm).



3.3.3. Municipidades

Dentro de las funciones que cumplen nuestros municipios, está la de planificar el desarrollo territorial en su jurisdicción mediante numerosos instrumentos legales. Esta función se ve perjudicada en muchas ocasiones por la falta de recursos para, por ejemplo, actualizar los planes Reguladores Comunes o desarrollar planes seccionales. Las imágenes de satélite de alta

resolución son indispensables para esta tarea y las imágenes del SSOT cumplen con los requisitos necesarios.



Montar una unidad o laboratorio de para el procesamiento de las imágenes SSOT tiene un costo relativamente alto, ya que se necesita de personal capacitado, computador y software especializado. Sin contar con el hecho de que es altamente probable, que las imágenes SSOT no sean de distribución gratuita.

Como el 90% de los Municipios no podrá enfrentar estos costos, pero necesitarán la información que las imágenes poseen, se requerirá de un sistema de consulta de imágenes en línea, que permita la superposición de las capas SIG propias de cada municipio, pudiendo el usuario actualizar sus mapas vectoriales en base a las imágenes.

Para lograr que esta tecnología penetre en los procedimientos municipales, se requerirá que el precio de las imágenes, sea el mínimo posible y que se realicen eventos de capacitación para los usuarios.

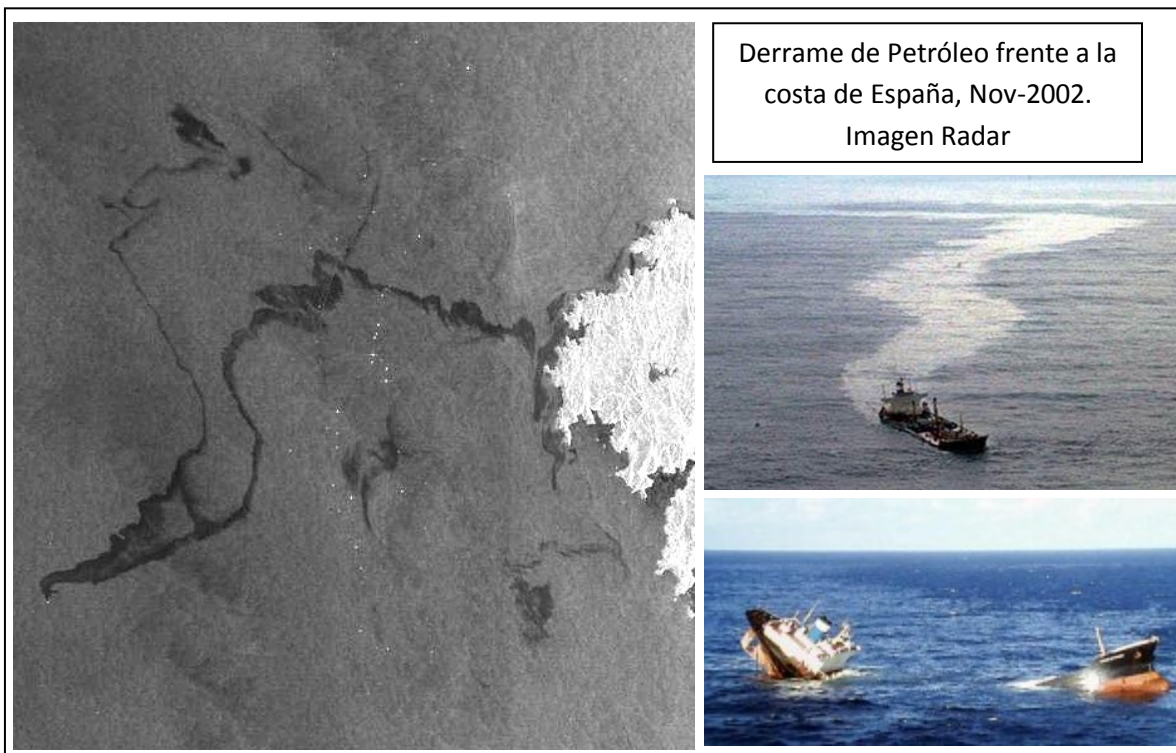
3.3.4. Ministerio de Planificación y Cooperación MIDEPLAN

Consultado al respecto de la demanda potencial por imágenes SSOT, el Ministerio de Planificación ha reevaluado sus métodos en cuanto al tema de la teledetección, llegando a la conclusión de que una solución del tipo “Municipio” sería ideal. Estableciendo que, pese a poseer presupuesto y recursos humanos para ampliar su laboratorio SIG al procesamiento de imágenes, consideran más eficiente gastar los recursos en su misión sectorial y arrendar un servicio de consulta en línea de imágenes ya procesadas.



3.3.5. Secretaría Regional Ministerial de Salud SEREMI, V Región

Los departamentos de la Seremi del Ministerio de Salud de la región de Valparaíso, que trabajan con problemas territoriales son los departamentos de epidemiología, zoonosis y salud pública. Se encargan de temas como la detección y monitoreo de la marea roja; la aparición del vibrión parahemolítico, mediante el estudio permanente de las Tº superficiales del mar; seguimiento estacional de los ecosistemas, para detectar condiciones favorables para la aparición del vector portador del virus Anta; Monitoreo semestral del estado de los relaves mineros; detección y monitoreo de derrames industriales en la costa; monitoreo de ecosistemas para detectar lugares con condiciones favorables para la aparición de Vinchuca, que es el vector del mal de Chagas.



Los costos de mantener estas funciones operativas disminuirían o se podría mejorar mucho la eficiencia si se contara con las imágenes SSOT. Además se podrían incorporar nuevas iniciativas como el monitoreo de ecosistemas de la Isla de Pascua, para el control del Dengue, donde se necesitaría una imagen al mes.

Pese a lo importante de sus funciones, no se cuenta con los recursos para montar unidades de procesamiento de imágenes, por lo que un sistema de consulta en línea de imágenes georreferenciadas u ortorrectificadas, sería lo ideal.

3.3.6. Centro de Estudios Científicos (CECS)



El Centro de Estudios Científicos (CECS) es una corporación de derecho privado, sin fines de lucro, dedicada al desarrollo, fomento y difusión de la investigación científica. El CECS fue fundado en 1984 como el Centro de Estudios Científicos de Santiago, y ha sido dirigido desde entonces por el físico Claudio Bunster. En pocos años, funcionando en una casa arrendada, el centro se convirtió en un punto neurálgico para la ciencia de Chile y de Latinoamérica. Desde 1990, el centro comenzó además a jugar un papel importante en el servicio público, no solo diseñando nuevos programas científicos, como la



Iniciativa Científica Milenio, sino también gestando y poniendo en práctica la idea de contribuir a la democracia, involucrando a los militares en ciencia y por esta vía, contactándolos con el mundo civil en un contexto no contaminado.

Desde el punto de vista legal el CECS es una organización privada sin fines de lucro. Su directorio está formado por científicos titulares, los que eligen al Director del instituto. Respecto a la operación del Centro, la experiencia nos ha enseñado la conveniencia de mantenerla lo más simple posible.



El Centro, que ahora ha llegado a un estado estacionario de 80 investigadores, desarrolló en menos de cuatro años, un grupo de nivel mundial en Glaciología y Cambio Climático.

Los científicos del CECS han recibido financiamiento para sus proyectos a través del concurso anual del FONDECYT de Chile y de otras agencias nacionales e internacionales, incluyendo la Fundación

Andes, el European Southern Observatory, la Fundación Tinker, el Human Frontiers in Science Program, el Howard Hughes Medical Institute, la Fundación Packard y el Programa de Cátedras Presidenciales en Ciencias. Se ha contado con el apoyo de los Ministerios de Defensa y de Relaciones Exteriores para el desarrollo del programa de investigación de los Campos de Hielo Sur. El programa de adquisición, adaptación y equipamiento de inmuebles ha tenido importante financiamiento de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y de donaciones privadas al CECS.

El año 2007 el CECS concursó y adjudicó su ingreso al Programa de Financiamiento Basal de CONICYT. Esta innovadora iniciativa, que ya ha beneficiado a más de 13 instituciones científicas, permite asegurar el financiamiento de base de institutos y centros de investigación por 5 años, permitiéndoles desarrollar e implementar programas de investigación de mediano plazo apostando por un salto en su productividad científica.

3.3.6.1. Glaciología

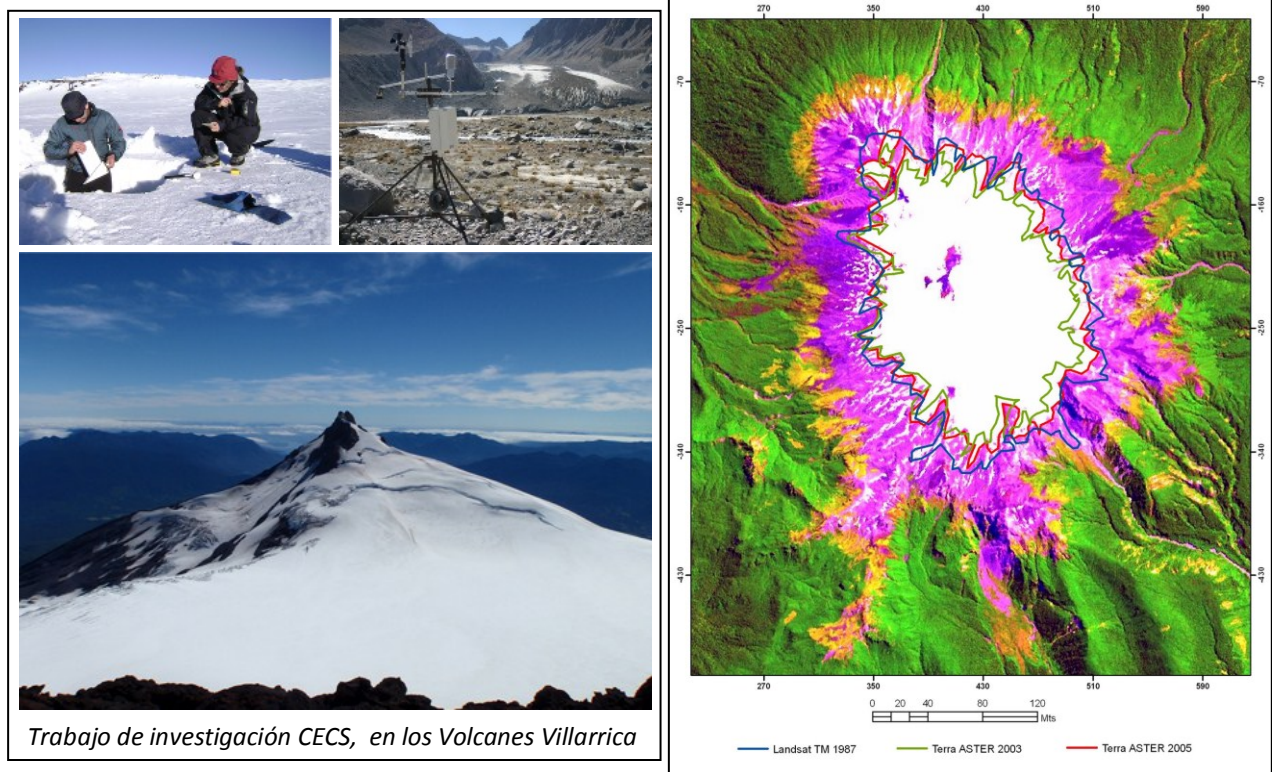
Estudiamos las variaciones de los glaciares y las dinámicas del flujo del hielo y su relación con los cambios climáticos. Las zonas de estudio comprenden los Andes de Chile Central, la Región de Los Lagos, los Campos de Hielo Patagónico Norte y Sur, la Península Antártica y el sector Occidental del casquete Antártico (WAIS). Nuestros métodos incluyen mediciones y monitoreos sistemáticos de la superficie de los glaciares en terreno (sistemas GPS, radio eco-sondaje, balance de masa y energía), exploraciones aéreas y prospección con sensores activos (GPS, radar, altimetría láser) y análisis digital de imágenes satelitales (espectro visible, infrarrojo y radar).

3.3.6.2. Interacciones Glacio – Volcánicas

El objetivo principal de este programa es evaluar las interacciones de los glaciares que cubren conos volcánicos con la actividad volcánica.

El objetivo principal es analizar en detalle, glaciares ubicados sobre dos volcanes activos (Volcanes Villarrica y Mocho-Choshuenco), ubicados dentro de la misma región climática, pero que presentan diferentes niveles de actividad histórica eruptiva.

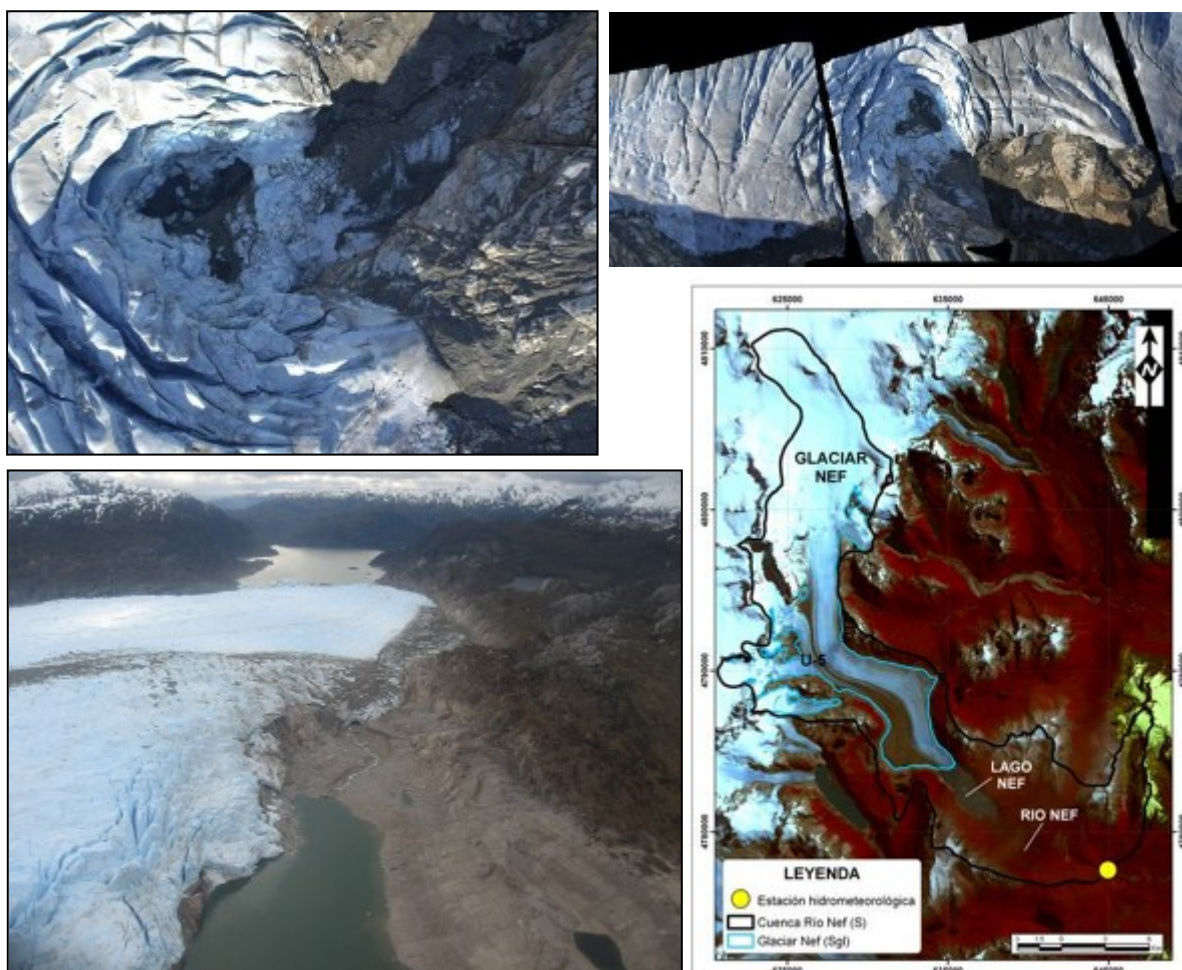
Entre los resultados esperados más relevantes, destaca la cuantificación del volumen equivalente de agua existente en cada volcán y su relación con potenciales peligros volcánicos, especialmente en la generación de lahares.



3.3.6.3. Estudios de Glof/ Glacio – Hidrológicos en Patagonia

La gran mayoría de los glaciares de Chile han experimentado una pérdida de masa durante las últimas décadas, la que se ha visto reflejada en el retroceso sostenido de los frentes glaciares. En consecuencia, los recursos hídricos y los cursos de agua que se originan en cuencas glaciares también se ven afectados. La hipótesis general que se maneja actualmente, es que el caudal de dichas cuencas aumentará en un corto plazo, sin embargo, si el balance de masa negativo se mantiene en el tiempo, el caudal comenzará a disminuir en un largo plazo.

Para el estudio de cuencas hidrológicas glaciares, es necesario monitorear tanto el balance de masa glaciológico como el balance hidrológico y luego relacionarlos a través de un método combinado. Dicho método ha sido aplicado en la cuenca del río Nef, localizada en Campo de Hielo Norte (CHN), Patagonia.



Definición de cuencas para el cálculo del balance hidrológico y ubicación de la estación hidrológica representado sobre un mosaico de imágenes ASTER del 27/02/2005 (15 m de resolución espacial) en composición falso color VNIR.

Los glaciares de CHN han presentado un adelgazamiento y un retroceso significativo durante las últimas décadas (Rignot et al., 2003; Rivera et al, 2007). Para estimar su pérdida de masa y el impacto sobre los recursos hídricos, es necesario realizar mediciones en terreno que están limitadas por el difícil acceso a la mayoría de los glaciares de CHN y por las condiciones climáticas extremas que allí imperan. Teniendo en cuenta dichas dificultades, se seleccionó el glaciar Nef, un efluente oriental de CHN (47°06' S y 73°11' O) de un largo de 32 km, un ancho de 3 km en su

frente y un área de 136 km² (imagen satelital ASTER 2008). El glaciar Nef da origen al río Nef que corresponde a uno de los tributarios más importantes del río Baker.

El objetivo general de esta investigación es analizar la reacción del glaciar Nef frente a las condiciones climáticas actuales y predecir el caudal futuro de la cuenca del río Nef bajo escenarios de cambio climático (Special Report on Emissions Scenarios, SRES) del IPCC (McCarthy et al., 2001). Para ello, el balance de masa del glaciar se ha calculado aplicando el método geodésico donde se comparan Modelos Digitales de Elevación (MDE) correspondientes al inicio y al final de la estación de acumulación. Para la construcción de los MDE se han realizado diversas campañas de adquisición de datos de altimetría laser aerotransportada que permite alcanzar una precisión sub-métrica. El balance hidrológico se calcula utilizando datos hidro-meteorológicos provenientes de estaciones instaladas en las cercanías del glaciar y del río Nef.

Este proyecto es efectuado por el Centro de Estudios Científicos (CECS) de Valdivia, en conjunto con la Dirección General de Aguas e Hydrosiences-Montpellier.

3.3.6.4. Estudios de Testigos de Hielo

- Investigaciones mediante radar y GPS para detección de sitios de perforación.
- Análisis biológicos de la nieve y el hielo.
- Relación con el clima actual y el paleoclima.

Para CECS las imágenes SSOT serán de gran importancia, debido a que podrán mejorar la frecuencia del monitoreo de los glaciares y podrán cubrir mayores extensiones de territorio.

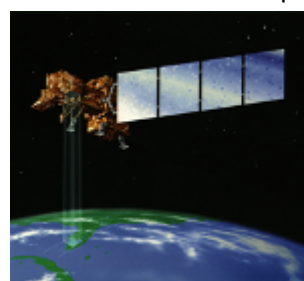


4. Análisis, Conclusiones y Recomendaciones.

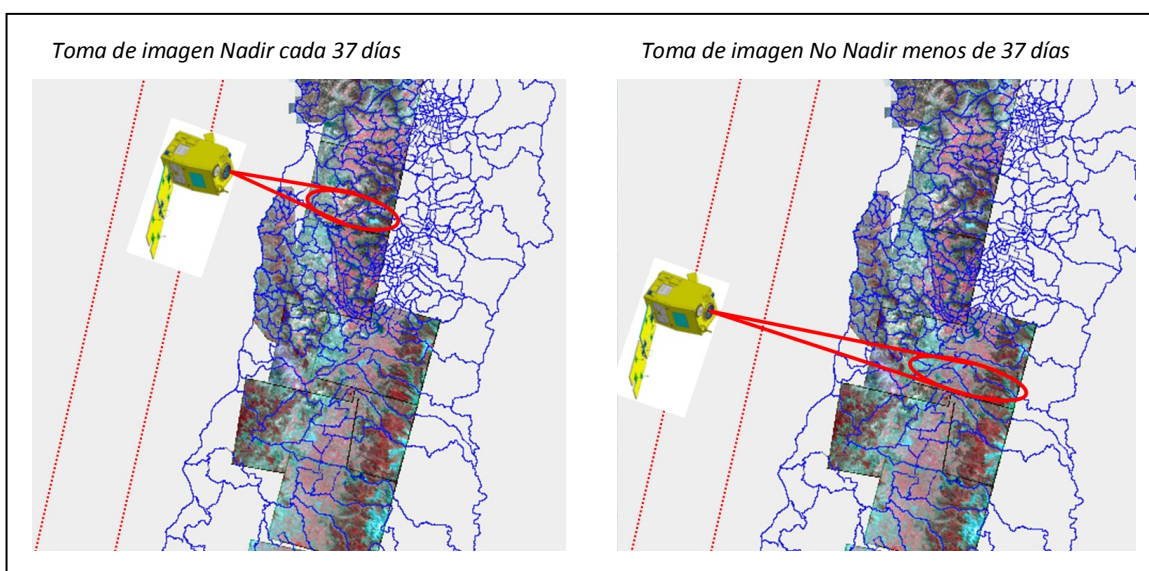
4.1. Análisis a la luz de los nuevos antecedentes.

4.1.1. La oferta potencial de imágenes:

Es necesario considerar algunos factores al momento de hablar de la cantidad de imágenes disponibles del satélite SSOT. En el informe de la Fundación Chile se habla de 40.000 imágenes como la oferta, pero no se especifica en qué período de tiempo serán tomadas. Asumiendo que este número es anual, habría que restarle todas las imágenes con nubes. En el sur de Chile es muy común que a la hora de fabricar un mosaico o cubierta regional se tenga que esperar mucho tiempo esperando las condiciones óptimas. Si tenemos en cuenta que las imágenes útiles para hacer cartografía u ortofotos, son las que el SSOT captará cada 37 días, debido al menor ángulo en la toma, es posible que la demora en obtener una cubierta para todo Chile sea de hasta 6 meses. Por lo tanto, teóricamente sería posible obtener solo 2 coberturas regionales al año. Este análisis tiene el antecedente de la experiencia con el satélite Landsat, de libre distribución desde el año 2008, con revisita de 15 días, donde ha llevado hasta 2 años completar un mosaico regional en las regiones 11 y 12 de nuestro país.



Otro factor a tomar en cuenta y que afecta la oferta de imágenes es el tema de la programación del satélite para hacer tomas a blancos específicos. Como solo se dispone de una cantidad de limitada de minutos diaria para realizar la descarga (21), subir la programación al satélite consumirá por lo menos el 50% de este tiempo, quedando la mitad del tiempo para descargar las imágenes del disco duro del SSOT, por lo tanto la disponibilidad u oferta disminuye. En el mismo supuesto, cada vez que el satélite sea “apuntado” hacia algún área de interés que requiera monitoreo constante, dejará de tomar las imágenes que por órbita le corresponderían, por lo tanto, si lo que se necesita son imágenes Nadir (las de menor ángulo de toma y menor deformación), habrá que esperar otros 37 días por la revisita orbital. Finalmente otro factor que disminuye la oferta de imágenes al público en general, es que una parte importante de los minutos de descarga de imágenes, es de propiedad exclusiva del Ministerio de Defensa Nacional, donde como mínimo, solo se puede especular, ocuparán el 50% de tiempo efectivo de bajada de imágenes, pudiendo ser en algunos períodos del año, de mucho más.



4.2. Conclusiones

- Tal como se demuestra a través de la presentación de los usos de imágenes satelitales en Chile, tanto actual como potencial, el desarrollo de las aplicaciones, son de amplio espectro, sobrepasando los sectores tradicionales de aplicación, como Agricultura, Medio Ambiente, Minería y Cartografía, como lo señala el estudio de Fundación Chile.
- La frustración o falta de interés por el tema satelital, detectada por Fundación Chile en los profesionales de los organismos del Estado, es posible de revertir mediante la difusión y capacitación del proyecto SSOT, sobre todo en regiones. Esto ha sido comprobado en las actividades del Comité Satelital MINAGRI.
- Según el mismo estudio, el 76% del mercado Chileno de compra de imágenes, se concentra en 2 empresas, pero no se especifica si los valores entregados corresponden a imágenes nuevas o de archivo, por lo tanto es recomendable profundizar en este tópico en un estudio posterior, para poder comparar en términos reales los diversos tipos de imágenes, ya que los valores varían hasta en un 150% entre una y otra. Este factor es relevante ya que impacta en la decisión de adquirir, o no, imágenes.
- La futura oferta de imágenes SSOT estará condicionada por factores más complejos que el número de megabytes por segundo de descarga, cuando el satélite está dentro del radio de acción de la antena ubicada en el Aeropuerto de El Bosque, en Santiago. Es por esto que es impreciso decir que habrá una oferta de 40.000 imágenes por año y que en base a esto la demanda interna por ellas no es relevante. Una estimación optimista sobre el tema, sería decir que la oferta al público sería de 15.000 imágenes útiles al año, apenas lo suficiente para generar una visión de Chile cada 6 meses. Esto es apenas suficiente para aplicaciones relacionadas con el Agro. Por lo tanto se desestima el concepto de sobre oferta de imágenes que concluye el informe de demanda de la Fundación Chile.
- Claramente los grandes estudios o proyectos, demandarán importantes volúmenes de imágenes, provistas por el SSOT, por lo tanto es necesario y relevante calcular esta demanda en un estudio posterior. Asimismo se deberá estudiar la baja en los costos de las imágenes, producto de los precios ofertados por compras de grandes volúmenes de imágenes, que precisamente se dan en el contexto del desarrollo de los grandes proyectos.
- Existen usuarios potenciales de las imágenes SSOT que requieren condiciones especiales para materializar su uso, las necesitan georreferenciadas, a un precio mínimo (si no gratis), no poseen unidades de procesamiento ni almacenamiento para las mismas y que sean actualizadas a la mayor velocidad posible (idealmente 2 veces al año). Resolver esto mediante un sistema de consulta en línea tipo Google Earth, pondría en el mapa de los usuarios, a los 345 municipios del país y a algunos ministerios como MIDEPLAN y SALUD.

Esta demanda no es despreciable, si se considera que son estos los organismos que se encargan de la planificación territorial y social de nuestro país.

- Las agencias del espacio más importantes de Sudamérica, tienen una política espacial que incluye relaciones e intercambios en materia tecnológico-espacial con países como el nuestro. Debido al desarrollo de aplicaciones para sus realidades locales, no están planificando misiones que incluyan satélites de alta resolución, por lo que la oferta de imágenes SSOT les es muy relevante y están dispuestos a materializar todo tipo de convenios, que permitan el desarrollo conjunto de aplicaciones satelitales en temas afines, como el apoyo a la agricultura, el desarrollo de sistemas de monitoreo de recursos naturales, manejo de emergencias, etc.
- Se espera una fuerte demanda por imágenes SSOT de parte de los centros de investigación nacionales, como el CECS, debido a la relevancia del tema del manejo y monitoreo de los recursos hídricos del país.

4.3. Recomendaciones

- Debido a que las imágenes SSOT tendrán demanda internacional, es recomendable que la Agencia del Espacio ACE, cumpla el rol fundamental de crear y actualizar los convenios con las agencias de otros países, para hacer llegar los beneficios de estos intercambios a toda la comunidad.
- Es aconsejable continuar difundiendo, tanto a nivel nacional como internacional, las ventajas de contar con un satélite propio de las características del SSOT, no solo como una herramienta para el desarrollo, sino que debería convertirse en un elemento político/estratégico permanente en las relaciones de Chile con el resto de las naciones.
- Es relevante que el Estado de Chile continúe con el apoyo a los procesos de capacitación y orientación a los potenciales usuarios, fuera del circuito universitario, ya que estas iniciativas están orientadas a profesionales de las generaciones que no tuvieron acceso a estas tecnologías cuando se formaron profesionalmente.
- Debido al enorme interés de CIREN por profundizar en los temas satelitales y gracias al convenio firmado con ACE, CIREN continuará aportando con antecedentes para mejorar el diagnóstico de la demanda por imágenes SSOT.

5. Referencias

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Ley y Reglamento General de Urbanismo y Construcción.
<http://www.minvu.cl/>

Ministerio de Salud. Secretaría Regional Ministerial V Región de Valparaíso.
http://seremi5.redsalud.gov.cl/url/page/seremis/seremi5/g_home/home.html

Ministerio de Ciencia y Tecnología. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales INPE. Brasil
www.inpe.br

Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. Comisión Nacional de Actividades Espaciales CONAE, Argentina.
www.conae.gov.ar

Centro de Estudios Científicos CECS, Chile.
www.cecs.cl

Ministerio de Agricultura. Centro de Información de Recursos Naturales, CIREN, Chile
www.ciren.cl

6. Anexos

6.1. Cooperación Internacional del INPE, Brasil.

INPE mantiene una cooperación en la ciencia con los siguientes países e instituciones:

Alemania

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Acuerdo Exploración y utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos - abarca varios ámbitos de la investigación y la tecnología espacial	AEB / DLR (Instituto Alemán de Investigación Aeroespacial) / INPE	1 - TROCCINOX: convección tropical, y los óxidos de nitrógeno Experimento 2 - Actitud Determinación de Spin satélites estabilizados Sobre la base de mediciones GPS 3 - Dinámica de la Tierra bajo la órbita de las misiones por satélite 4 - Actitud Determinación de satélite que utilizan sensores de estrellas 5 - Información Multimedia Network Space relacionado con Ciencias Aplicadas, Investigación y Educación 6 - MAPSAR - Pequeña Misión satélite con sensores SAR 7 - El espacio y el Control Dinámico de Manipulador
Anexo - Acuerdo Exploración y utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos - abarca varios ámbitos de la tecnología espacial y la investigación - La propiedad intelectual		

Alemania / Estados Unidos / Japón

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Beca de Investigación de la productividad (CNPq Proceso 300004/91-5)	La Universidad de Stanford y el Instituto Max Planck - Lindau (Alemania) La Universidad de Kyoto y Tohoku (Japón), y el JPL Laboratorio Goddard - La NASA (EE.UU.)	8 - ESPACIO DE GEOFISICA-Origen de las tormentas geomagnéticas

Alemania / España / Portugal

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Proyecto	Universidad de Munster / Instituto de Geomática (Alemania) - Universidad Jaume I - Castellón (España) - Universidad Nueva de Lisboa (Portugal)	9 - Proyecto Cooperativo de Investigación en Geomática

La Antártida

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Primera Enmienda a la plazo de concesión y aceptación de apoyo financiero a	PROANTAR	10 - El tiempo de seguimiento en la Antártida 11 - Estudio de la interacción océano-atmósfera en la región de confluencia

proyectos de investigación científica y / o tecnológicos		Brasil / Malvinas y su relación con el proceso de aceánicos y su relación con el proceso y el océano Antártico subantárticos
--	--	--

Antártida / Chile

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Plazo de concesión y aceptación de apoyo financiero a proyectos de investigación científica y / o tecnológicos	PROANTAR (UMAG - Universidad de Magallanes)	12 - Estudio de la radiación solar ultravioleta, UV-A y la UB-B, la estación de Conde de Brasil. Ferraz y la región de Punta Arenas, Chile

Antártida / Rusia / Argentina / Estados Unidos

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Plazo de concesión y aceptación de apoyo financiero a proyectos de investigación científica y / o tecnológicos	PROANTAR (INPE, UPM, PTR / USP y el IBGE, LPI - Rusia; CASLEO - Argentina; STAR - EE.UU.)	13 - Anomalías Nuevos Diagnósticos de Medio Ambiente Geoespacial y sus efectos sobre la atmósfera terrestre y de la región polar en el continente de América del Sur

Argentina

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Contrato	Universidad de Buenos Aires / CPTEC	14 - Prosul
Programa de Cooperación	Los gobiernos - AEB / CONAE (Comisión Nacional De Actividades Espaciales)	15 - Proyecto de satélite SABER-3 - Fase
Programa de Cooperación	Los gobiernos - AEB / CONAE (Comisión Nacional De Actividades Espaciales)	16 - Proyecto de satélite SAC-D/Aquarius
Programa de Cooperación	AEB / CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales De) / INPE	17 - Realización de pruebas ambientales para las Misiones SAOCOM-1A y SAOCOM 1B-

Argentina / Bolivia / Chile / Paraguay / Perú / Uruguay / EE.UU.

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Temáticas del Proyecto de Investigación - FAPESP - proceso que no. 01/13816-1	Programa GO - "Variabilidad del Sistema de Monzones Americanos y del Programa MESA -" Experimento del Monzón de América del Sur "	18 - componente brasileño del experimento de campo de bajo nivel de Jet Este de los Andes: Interacciones en Mesoamérica y la Gran Cuenca entre el Amazonas y La Plata

Austria

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Contrato de investigación - BRA-12932/RO	AIEA - Agencia Internacional de Energía Atómica - INPE / LAP	19 - tokamak - Proyecto Coordinado Común de Investigación mediante tokamaks pequeños - "tokamak esférico estudios borde del plasma" - BRA 12.932 20 - tokamak - Proyecto Coordinado Común de Investigación mediante tokamaks pequeños - "contrato técnico sobre la participación en el Comité Científico de la CRP del OIEA" - BRA

Francia / Canadá

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
FAPESP	Indelec de la Universidad de Toulouse, IREQ	43 - Rayo inducido

China

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución
Protocolo sobre los puntos clave para el desarrollo futuro de las relaciones sino-brasileñas satélites de recursos terrestres	MCT y la Administración Espacial Nacional de China Gobiernos Congreso COSTIND (Comisión de Ciencia, Tecnología e Industria para Defensa Nacional / MCT)
Técnico de Seguridad de acuerdo para desarrollar conjuntamente el CBERS	Gobiernos CAST - Academia China de Tecnología Espacial / INPE Gobiernos Los gobiernos - Ejecutores: COSTIND (Comisión de Ciencia, Tecnología e Industria para Defensa Nacional / MCT (INPE)
Decreto Legislativo 16 del 15/04/97 se aprueba el Acuerdo de 12/13/1995	CRESDA (Centro de China para el Satélite de Recursos de Datos y Aplicaciones) / INPE
Memorando de Entendimiento para el Establecimiento de la coordinación intergubernamental en la tecnología espacial relacionadas con el Programa CBERS	Del NCAS (Administración Espacial Nacional de China) / AEB Ejecutores: CRESDA (Centro de China para los datos de Satélite de Recursos y Aplicaciones) / INPE
Protocolo para la aprobación de exploración y producción del Satélite de Recursos Terrestres	
Acuerdo de Cooperación para el CBERS	
Protocolo Adicional para el desarrollo, lanzamiento, operación y explotación de los CBERS 3 y 4 (Proyecto de Cooperación)	
Protocolo Adicional para el desarrollo conjunto de satélites CBERS-2B	
Memorando de Entendimiento	
Protocolo	

Complementario de Cooperación en la Aplicación del sistema CBERS

Alemania / España / Portugal

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Proyecto	Universidad de Munster / Instituto de Geomática (Alemania) - Universidad Jaume I - Castellón (España) - Universidad Nueva de Lisboa (Portugal)	9 - Proyecto Cooperativo de Investigación en Geomática

De los Estados Unidos

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Memorando de Entendimiento	AEB / NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio / INPE)	25 - Experimente con el sensor CCD de instrumento (CIMEX)
Memorando de Entendimiento	AEB / NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio / INPE)	26 - El vuelo del equipo sensor de humedad / Brasil (HSB) en la PM-1 nave espacial, observación de la Tierra (EOS) NASA
Complementario	AEB / NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio / AEB)	27 - Diseño, desarrollo, funcionamiento y utilización del equipo de vuelo y carga a la Estación Espacial Internacional el programa
Situado en el Acuerdo Marco Llegó a la conclusión	AEB / NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio / INPE)	28 - Coop. en la investigación atmosférica. por el lanzamiento de los globos
Complementario	AEB / NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio / INPE)	29 - Cooperación en el Área de la Misión de Medición de Lluvias Tropicales Mission (TRMM) de gran escala de la Biosfera-Atmósfera en la Amazonia (LBA)
Ajuste	AEB / NASA (National Aeronautics and Space Administration) / INPE	30 - Programa de cooperación entre la Agencia Espacial Brasileña (AEB) y la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) Geodesia Espacial de investigación con énfasis en el sistema de posicionamiento global (GPS)
Memorando de Entendimiento	USGS - Estudio Geológico de los Estados Unidos, Departamento del Interior de EE.UU. / INPE	31 - recepción directa y distribución de datos del sistema Landsat
El anexo I		Anexo I = recepción directa y distribución de datos de Landsat 5
Situado en el Acuerdo Marco Llegó a la conclusión	AEB / NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio / INPE)	32 - Geodesia Espacial de Investigación, con énfasis en la interferometría de muy larga base (VLBI)
FAPESP	Universidad de Washington y Utah	33 - Rayo Nacional de Detección
Memorando de Entendimiento	ERAU (Universidad Aeronáutica Embry-Riddle)	34 - Explorar una posible colaboración en la investigación, la tecnología espacial existente y la educación
Proyecto	Estados Unidos Departamento. de Agricultura / FDCT (Fundación para el Desarrollo Científico y Tecnológico)	35 - Procesos de Combustión y límites de la biomasa de Rainforest
NASA proyectos y la FAPESP	CORA / ANRH, Boulder / CO, EE.UU., Utah State University, Logan, UT / , EE.UU., la Universidad de Duke, Durham / NC, EE.UU., Universidad de Purdue, West Lafayette / IN, EE.UU.	36 - "Los estudios experimentales y de modelado de onda Siembra de gravedad potencial de la dinámica del plasma en latitudes ecuatoriales" y " Disposición de Energía Eletromagnética en la atmósfera superior de los marcados para los sprites y otros efectos Luminosos ellos - DEELUMINOS ", respectivamente, para el estudio experimental y modelos teóricos de los efectos de las ondas de gravedad en el mecanismo de generación de las

		irregularidades ionosféricas y la generación de sprites.
Acuerdo subcontrato - 0327-1	Boston College - FAA - Administración Federal de Aviación	- 37 de investigación ionosférica en apoyo del Sistema de Aumento de Área Amplia

Estados Unidos / Japón

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Beca de Investigación de la productividad (CNPq Proceso 301544/91-3 RN)	Espacio Centro Ambiental (SEC) de NOAA, Jet Propulsion Laboratory (JPL), el Centro de Vuelo Espacial Goddard (GSFC) - La NASA, STEL, Universidad de Nagoya, Japón	38 - La tormenta geomagnética Predicción

Francia

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Cooperación para el programa específico	El CNES (Centro Nacional de Estudios Espaciales) / AEB / INPE	39 - Ejecución de Campañas de vuelo de globos estratosféricos en el territorio brasileño
Entendimiento específico	El CNES (Centro Nacional de Estudios Espaciales) / AEB / INPE	40 - microsátélites FBM
Entendimiento específico	El CNES (Centro Nacional de Estudios Espaciales) / AEB / INPE	41 - Sistema de propulsión de los minisatélites
Carta de Compromiso	Universidad de París VI	42 - Apoyo a la protección y el desarrollo sostenible de la Amazonía

Francia / Canadá

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
FAPESP	Indelec de la Universidad de Toulouse, IREQ	43 - Rayo inducido

Francia / Estados Unidos

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
MA / Carta de Intención	Meteo France / NOAA	44 - Diseño del pirata

La India

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Memorando de Entendimiento	(ISRO / AEB / INPE) Sarabha Centro Espacial Vikram, Trivandrum, Instituto de Astrofísica de la India, Bangalore y Laboratorio de Investigaciones Físicas, la India Ahmedabad	45 - La cooperación en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre - - Estudio de la termosfera-sistema de la ionosfera ecuatorial a través de mediciones por radar y de funcionamiento digisondas en Brasil y la India
Memorando de Entendimiento	UB - Universidad Shivaji / INPE	46 - Provisión de oportunidades de educación superior para los miembros del INPE y la UB, la articulación entre las instituciones y el funcionamiento de las actividades de investigación de interés mutuo

Inglaterra

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Memorando de Entendimiento	La Universidad de Southampton / INPE	47 - Estudio de propulsores iónicos y sus aplicaciones en el vehículo de propulsión espacial

Irlanda

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
---------------------	---------------------------	----------------------

Protocolo de Cooperación	UCC - Universidad de Cork	48 - Realización de un trabajo científico-técnico para establecer una relación entre el cambio climático y su efecto en la climatología de las olas, tormentas y otros factores pertinentes, centrándose en la integración de esta información para que puedan ser utilizados de forma sistemática.
--------------------------	---------------------------	--

Italia

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Proyecto	CNR (IMA / Genova)	49 - Diseño de un módulo de cálculo para la determinación de los elementos de reservas ecológicas en el modelado numérico de la tierra

Japón

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Acuerdo	JAXA / ISAS / Universidad de Nagoya	50 - Programa de apoyo a cooperativas experimentos técnicos y / o de la ciencia, utilizando globos estratosféricos en Brasil
Carta de intención	MMRC - Mitsubishi Materials Corp. Desarrollo de los Recursos Naturales	51 - Conjunto de Estudios Geológicos a través de técnicas de teledetección

Japón / EE.UU.

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Acuerdo de Asistencia Técnica	Raytheon Company	52 - HSB y AMSR-E instrumentos a bordo de la PM-1 (Aqua) por satélite de la EOS Programa de la NASA
Enmienda 1		
Enmienda 2		
Enmienda 3		

México

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Acuerdo	Centro Regional de Educación en Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe	53 - Establecimiento de la sede del Centro Regional
Memorando de Entendimiento	Centro Regional de Educación en Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe	54 - Identificación de actividades y proyectos de investigación, la enseñanza, el intercambio de servicios y la información técnica-científica sobre temas prioritarios comunes

México

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Acuerdo	Centro Regional de Educación en Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe	55 - Establecimiento de la sede del Centro Regional
Memorando de Entendimiento	Centro Regional de Educación en Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe	56 - Identificación de actividades y proyectos de investigación, la enseñanza, el intercambio de servicios y la información técnica-científica sobre temas prioritarios comunes

Mozambique

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Memorando de Entendimiento	MCT / MESCT (Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología de la República de Mozambique) / INPE	57 - Instalación de una vigilancia hidrológica y ambiental en Mozambique utilizando satélites brasileños

Reino Unido

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Acuerdo	European Centro de Predicción Meteorológica a Medio Plazo - ECMWF	Cooperación Técnica y Científica para el desarrollo conjunto de actividades técnicas y científicas en el campo de la meteorología
Acuerdo - el término aditivo primero		
Pacto - adición segundo		58 - a) informático METVIEW 59 - b) Pronóstico del Clima
Memorando de Entendimiento	INPE - STFC (Science & Consejo de Instalaciones Tecnológicas) / RAL (Laboratorio Rutherford Appleton)	60 - Desarrollar programas y la investigación colaborativa en el área de Ciencia y Tecnologías Espaciales

Suecia

Tipo de instrumento	Abreviatura / Institución	Indicador / Proyecto
Memorando de Entendimiento	INPE - IGBP (Programa Internacional Geosfera-Biosfera)	61 - Actividades relacionadas con el fomento del Programa Internacional de Investigación sobre temas relacionados con el Cambio Ambiental Global