



**MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION GENERAL DE AGUAS**

**IDENTIFICACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y  
ESTRUCTURAS DE DERIVACIÓN DE AGUAS EN LA  
ZONA LA LIGUA-PETORCA, MEDIANTE TÉCNICAS  
DE TELEDETECCIÓN AEROSPAZIAL**

**INFORME FINAL**

**REALIZADO POR:**

**GEOSENSING LTDA.**

**S.I.T. N° 242**

**Santiago, Mayo 2011**

## **EQUIPO TECNICO**

**Ministro de Obras Públicas  
Sr. Hernán de Solminihac Tampier**

**Director General de Aguas  
Sr. Matías Desmadryl Lira**

**Jefe Unidad de Fiscalización DGA:  
Sr. Francisco Riestra Miranda**

**Inspectora Fiscal:  
Srta. Carolina Herrera Araya**

### **Profesionales Participantes:**

**Patricio Araneda H.  
Biotecnología Ambiental**

**Patricio Zavala O.  
Teledetección Aeroespacial**

**Claudia Andrade C.  
Teledetección Aeroespacial**

**Humberto Díaz O.  
Gestión y Ordenamiento Ambiental**

**Italo Andreani O.  
Gerencia Comercial**

## 1. INTRODUCCIÓN

En muchas ocasiones, la necesidad de dimensionar y cuantificar fenómenos terrestres en zonas con difícil accesibilidad, se vuelve una tarea extremadamente compleja. Más aún, a esto se suma que el carácter de las técnicas tradicionales de toma de datos lleva a que la validación y contrastación adicionen un nuevo problema a este requerimiento. Tal es el caso de la exploración de aguas subterráneas y su cuantificación en terreno.

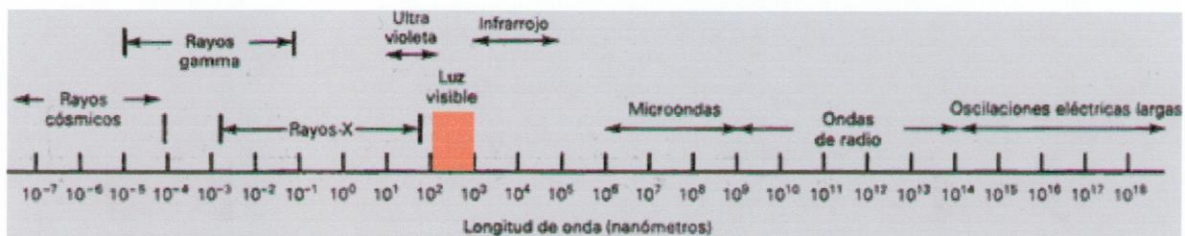
Frente a esta situación, el análisis digital de imágenes obtenidas por sensores localizados a bordo de satélites, permite generar un producto cartográfico y tabular, que responde eficientemente a los requerimientos de información base. Sin embargo, es importante destacar que su uso es bastante reciente y poco masificado, siendo un error frecuente el confundir una imagen de satélite con una fotografía aérea, “de hecho, en no pocas ocasiones, es posible escuchar hablar de la foto del satélite, al referirse a las imágenes obtenidas por Teledetección, lo que refleja una confusión de fondo con respecto al tratamiento y al análisis que debe darse a ambos productos, los cuales presentan diferencias notables” (Zavala, 2006).

Para definir la **Teledetección Aeroespacial**, podemos hacerlo desde un punto de vista netamente aplicado, como “una técnica que tiene como fin el generar información territorial de calidad, en distintos canales del espectro electromagnético, producto de la interacción de los rayos electromagnéticos generados durante el intercambio energético entre la tierra y el sol” (Zavala, 1996). Se parte de la base de que todo objeto, con temperatura superior al cero absoluto (-273,15° C), puede reflejar y emitir energía electromagnética, la que puede ser captada por sensores localizados a bordo de satélites



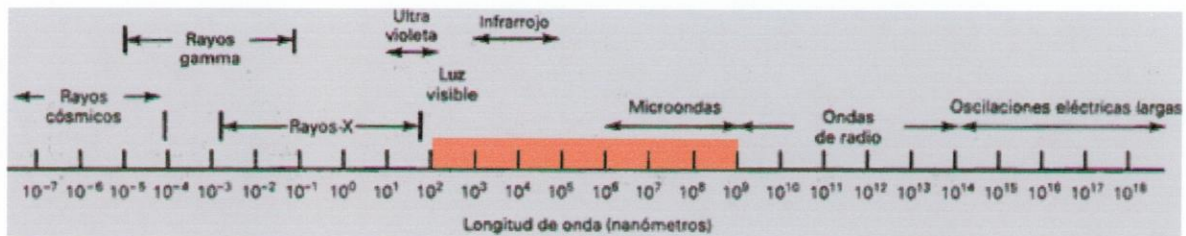
que orbitan nuestro planeta con ese fin específico. La diferencia de esta reflectividad y o emisividad, la determinarán sus propiedades físicas.

En este contexto, es importante señalar que nuestra vista accede exclusivamente al espectro visible u óptico, vale decir, nuestros ojos captan exclusivamente luz reflejada, tal cual se refleja en la **Figura 1**.



**Figura 1.** Espectro electromagnético. En naranja, el alcance del ojo humano (fuente: Zavala, 2003).

Frente a esta realidad, las imágenes de satélite nos permiten ampliar nuestro acceso a fenómenos que se desarrollan más allá del espectro visible, cubriendo además la totalidad del espectro infrarrojo y microondas (radar), como puede apreciarse en la **Figura 2**.



**Figura 2.** Espectro electromagnético. En naranja, el alcance de la Teledetección (fuente: Zavala, 2003).

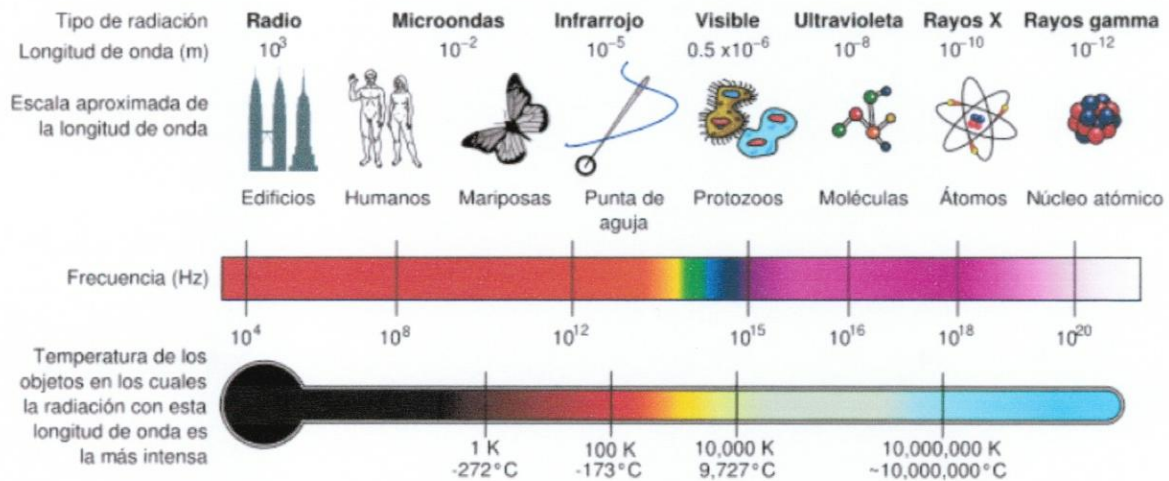
En este punto es preciso recordar que el **espectro electromagnético** corresponde a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas. Referido a un objeto, se denomina espectro electromagnético o simplemente espectro a la radiación electromagnética que emite (espectro de emisión) o absorbe (espectro de absorción) una

sustancia. Dicha radiación sirve para identificar la sustancia de manera análoga a una *huella dactilar*. El espectro electromagnético se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio (**Tabla 1**). Existen ondas que tienen una frecuencia, pero varios usos, por lo que algunas frecuencias pueden quedar en ocasiones incluidas en dos rangos (**Figura 3**).

**Tabla 1**  
*Longitud de onda, frecuencia y energía de las diferentes bandas del espectro electromagnético.*

Banda	Longitud de onda (m)	Frecuencia (Hz)	Energía (J)
Rayos gamma	< 10 pm	> 30,0 EHz	> 20·10 <sup>-15</sup> J
Rayos X	< 10 nm	> 30,0 PHz	> 20·10 <sup>-18</sup> J
Ultravioleta extremo	< 200 nm	> 1,5 PHz	> 993·10 <sup>-21</sup> J
Ultravioleta cercano	< 380 nm	> 789 THz	> 523·10 <sup>-21</sup> J
Luz Visible	< 780 nm	> 384 THz	> 255·10 <sup>-21</sup> J
Infrarrojo cercano	< 2,5 μm	> 120 THz	> 79·10 <sup>-21</sup> J
Infrarrojo medio	< 50 μm	> 6,00 THz	> 4·10 <sup>-21</sup> J
Infrarrojo lejano/submilimétrico	< 1 mm	> 300 GHz	> 200·10 <sup>-24</sup> J
Microondas	< 30 cm	> 1 GHz	> 2·10 <sup>-24</sup> J
Ultra Alta Frecuencia - Radio	< 1 m	> 300 MHz	> 19.8·10 <sup>-26</sup> J
Muy Alta Frecuencia - Radio	< 10 m	> 30 MHz	> 19.8·10 <sup>-28</sup> J
Onda Corta - Radio	< 180 m	> 1,7 MHz	> 11.22·10 <sup>-28</sup> J
Onda Media - Radio	< 650 m	> 650 kHz	> 42.9·10 <sup>-29</sup> J
Onda Larga - Radio	< 10 km	> 30 kHz	> 19.8·10 <sup>-30</sup> J
Muy Baja Frecuencia - Radio	> 10 km	< 30 kHz	< 19.8·10 <sup>-30</sup> J





**Figura 3.** Espectro electromagnético mostrando la escala de la longitud de onda (en metros), la frecuencia y la temperatura de los objetos en los cuales la radiación con esta longitud de onda es la más intensa.

En este contexto, el desafío de todo estudio que involucre la aplicación de esta tecnología aeroespacial, consiste en asociar el valor digital de los píxeles que conforman las distintas bandas de una imagen satelital (con valores de 0 a 255), con la longitud de onda que reflejan los fenómenos y objetos terrestres. Para ello, es fundamental el conocimiento de las **firmas o huellas espectrales**, comprendidas como la radiación reflejada en función de la longitud de onda. De esta forma, podemos definirla como *la forma peculiar de reflejar o emitir energía de un determinado objeto o cubierta, lo que es consecuencia de las características físicas y o químicas del objeto que interacciona con la energía electromagnética, y varía, obviamente, según las longitudes de onda*. Por ello, las firmas espectrales son propias de una especie, tanto de una roca (mineral), vegetal o animal, o algún fenómeno u objeto terrestre, que comparte iguales propiedades físico-químicas.

Por ejemplo, el suelo presenta diferentes respuestas espectrales, como consecuencia de su distinta composición y estructura, derivados de su granulometría, sedimentación, componentes fisicoquímicos y nivel de compactación, lo que se refleja en propiedades dieléctricas diferenciadas del terreno, las que pueden ser captadas por satélites que obtienen imágenes de distinta resolución espectral y espacial. Por tal razón, la presencia de cualquier mineral, como de cuerpos con anomalías espectrales (por ejemplo el agua a nivel freático), no pasan desapercibidos a estos sensores.

Como es sabido, “las imágenes de satélite son generadas por sensores que captan los patrones espectrales que poseen los objetos terrestres, que tienen la capacidad de emitir o reflejar energía electromagnética. Así, sus diferencias espectrales se producen a partir de los aspectos fenotípicos identificadores de una clase, pudiéndose aseverar que una roca presenta un patrón espectral propio, que lo diferencia tanto de otros cuerpos físicos, como el agua, y de otras rocas que tienen una distinta composición mineral” (Zavala, 2005). Por ello, el tipo de **algoritmo**, así como el **criterio de clasificación** en que se sustente, es vital para “extraer” la información adecuada, presente en el área de monitoreo.

Frente a los objetivos en lo que se centra este estudio, se consideran como ventajas de esta tecnología, frente a otros métodos tradicionales:

- El carácter digital de los datos (las imágenes son matrices numéricas).
- La homogeneidad de la toma de datos (el mismo sensor monitorea toda el área).
- Capacidad de penetración de las imágenes obtenidas por sensores activos.

- La precisión de los resultados, generalmente submétrica, pues tiene una base física.
- Realizar búsquedas no invasivas en lugares remotos.
- Generación de mapas de prospección de sustancias de interés sin faenas en terreno.
- Tecnología y resultados validados y validables.
- Posibilidad de multitemporalidad y seguimiento.
- Bajo costo relativo.

En base a estos criterios, **Geosensing Ltda.** ha elaborado el presente estudio, solicitado por la Dirección General de Aguas, utilizando esta innovadora herramienta tecnológica (Teledetección Aeroespacial Aplicada), la cual permite prospectar, detectar, identificar, medir y cartografiar sustancias/compuestos presentes en el suelo y subsuelo (hasta 150 m de profundidad). Esta tecnología ha sido aplicada en el presente Informe Técnico para prospectar aguas subterráneas, así como estructuras de derivación de aguas, en la zona de La Ligua-Petorca, Quinta Región de Valparaíso.



## **2. OBJETIVOS:**

### **2.1 Objetivo General**

Catastrar la presencia de recursos hídricos subterráneos y obras (estructuras), tanto superficiales como subterráneas, destinadas al desvío de aguas superficiales y subsuperficiales en la zona de La Ligua-Petorca, mediante técnicas de teledetección aeroespacial.

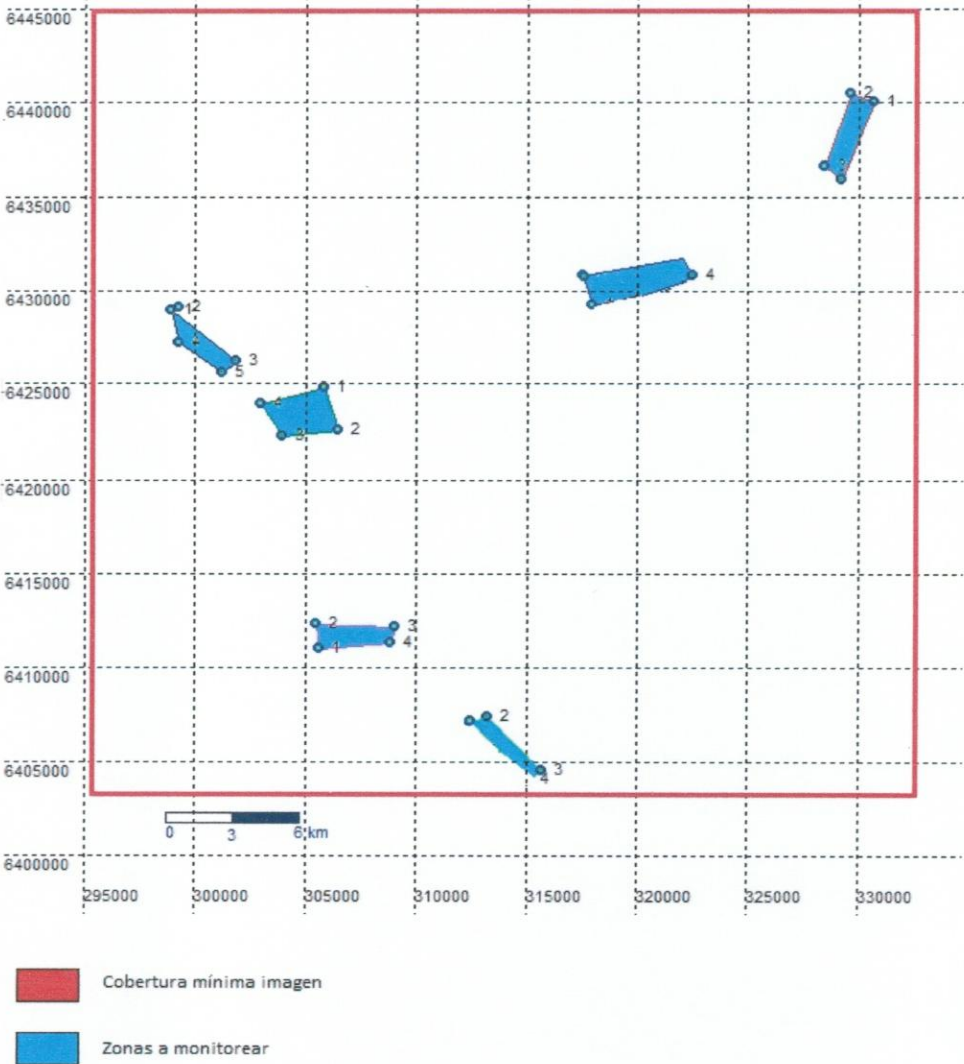
### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar la presencia de recursos hídricos subterráneos en la zona estudio.
- Identificar obras (estructuras), tanto superficiales como subterráneas, destinadas al desvío de aguas superficiales y subsuperficiales.
- Georeferenciar la información generada con el objetivo de que se pueda asociar digitalmente con una imagen satelital actual de alta resolución.
- Generar cartografía de obras (estructuras), tanto superficiales como subterráneas, destinadas al desvío de aguas superficiales y subsuperficiales, de la zona de estudio.

## **3. ZONA DE ESTUDIO**

La Dirección General de Aguas (DGA), envió a Geosensing mapas con el detalle de las áreas a prospectar. Las zonas de estudio corresponden a las áreas de interés propuesta por la DGA, que cubre un sector de La Ligua-Petorca, Región de Valparaíso.

La **Figura 4**, corresponde a la cartografía enviada por DGA, para la delimitación de la zona de estudio.



**Figura 4** Zona de estudio

**3.1 Información preliminar**

De acuerdo a la información recibida, se pueden detectar tres modalidades de captaciones ilegales de agua:

1. Pozos con derechos de aprovechamiento, pero que han construido drenes (zanjas en el sentido del pozo al río) de 3 a 15 m de profundidad, y de longitud variable (15 a 100 m): la función del dren es captar agua superficialsubsuperficial del río y llevarla al pozo por estas tuberías de metal con perforaciones dentro de la zanja, que luego es cubierta por tierra y material aluvional. Se estima que este tipo de captación es muy difícil de detectar en superficie.

2. El mismo caso anterior, pero sin tubería de metal: solo se hace un relleno del fondo de la zanja con bolones y material del río de gran tamaño y permeabilidad; luego se cubre la superficie de la zanja con material del sector e incluso se ponen plantaciones sobre el dren.

3. Pozos sin derecho de aprovechamiento, que no son vistos a simple vista o en superficie y que puedan tener tuberías y equipos de bombeo bajo la superficie del terreno. Son muy difíciles de detectar si no está en funcionamiento la bomba, ya que son cubiertos por matorrales o bajo árboles.

Respecto a las áreas a prospectar, en base a las coordenadas recibidas, se cuantificaron las superficies comprendidas implícitamente en ellas.



De acuerdo a esta información, el siguiente es el detalle de las áreas que se prospectaron:

- Chicolco hacia Calle Larga: 5,44 km<sup>2</sup>
- Estero Los Angeles: 3,15 km<sup>2</sup>
- Manuel Montt: 7,05 km<sup>2</sup>
- Molinos de Cabildo: 4,76 km<sup>2</sup>
- Palquico 4,4 km<sup>2</sup>
- Agrícola San Manuel: 8,06 km<sup>2</sup>

**Total: 32,86 km<sup>2</sup> aprox.**

## **4. METODOLOGÍA APLICADA**

### **4.1 Imágenes Utilizadas**

En este caso, y pensando en los objetivos de este estudio, se utilizó una imagen de alta resolución obtenida por un SAR (radar de apertura sintética), el día 20 de marzo de 2011, tanto en su paso ascendente como descendente, la que se fusionó con una imagen del satélite Aster del día 22 de marzo del mismo año. Con el objeto de generar información visual de la información generada del análisis de la imagen recién comentada, así como mayor calidad espectral, se adquirieron además, escenas ópticas del satélite ORBISAT, de fecha 10 de enero de 2011.

### **4.2 Identificación de aguas subterráneas y estructuras de derivación de aguas:**

La metodología aplicada se basó en un algoritmo generado por Geosensing, que se fundamenta en el análisis digital de una imagen obtenida por un satélite con un radar de apertura sintética (SAR). Éste es un radar activo que emite la energía en el intervalo de frecuencias de microondas (unos centímetros) en un período pequeño de tiempo y recibe

los ecos provenientes de reflexiones de la señal en los objetos, dando lugar a una apertura sintética, es decir, debido a la gran velocidad de desplazamiento del vehículo espacial (7,5 km/s aproximadamente), la antena del dispositivo SAR se convierte en una antena virtual de mayor tamaño. El blanco permanece en el haz de la antena durante unos instantes y está observado por el radar desde numerosos puntos a lo largo de la trayectoria del satélite, lo que es equivalente a prolongar la longitud real de la antena.

En este sentido, es importante destacar que en el caso de imágenes obtenidas por sensores activos (radar), la profundidad de penetración de la microonda generalmente depende del contenido de humedad del suelo y de la polarización de la onda, así como del coeficiente de retrodispersión del área. Así, la penetración es mayor en suelos secos, pudiendo aseverarse que la profundidad de penetración en el suelo aumenta cuanto mayor es la longitud de onda. De esta forma, las microondas pueden penetrar materiales como los presentes en la zona de estudio, hasta profundidades de 140 metros.

En el caso del agua, si bien su firma espectral es plana, se asocia a la conductividad que posee como consecuencia de su humedad, lo que se refleja en el coeficiente de retrodispersión que puede ser medido mediante un algoritmo aplicado a una imagen SAR. Junto a la imagen activa ya señalada, y tal cual se mencionó con anterioridad, se hizo uso de imágenes del satélite ASTER 7, debido a sus buenas posibilidades de fusión con imágenes de radar y a su carácter espectral, útil para la discriminación de las estructuras geomorfológicas de las áreas monitoreadas.

Creemos importante destacar que el sensor ASTER (*Aster* son las siglas en inglés del Radiómetro Espacial Avanzado de Reflexión de Emisión Termal) se encuentra a bordo del satélite TERRA, un satélite lanzado el 18 de diciembre de 1999 que forma parte del

Sistema de Observación de la Tierra (*EOS*) de la *NASA*. Este satélite presenta una órbita heliosincrónica a una altitud de 05 kilómetros, un ciclo de repetición de 16 días, un ancho de barrido de 60 kilómetros y una distancia entre órbitas de 172 Km. Dicho sensor está compuesto por 3 subsistemas, para cada región del espectro electromagnético: *VNIR*, *SWIR* y *TIR*. Cada uno de estos subsistemas presenta características particulares tales como: 3 bandas en la región espectral del visible e infrarrojo cercano (*VNIR*) con una resolución espacial de 15 metros, 6 bandas en la región espectral del infrarrojo de onda corta (*SWIR*) con una resolución espacial de 30 metros y 5 bandas en el infrarrojo térmico (*TIR*) con una resolución espacial de 90 metros. Además de alta precisión geométrica y radiométrica, con este satélite es posible obtener pares estereoscópicos a lo largo del camino orbital, de  $-24^{\circ}$  a  $+24^{\circ}$  en *VNIR*, y  $-8,55^{\circ}$  a  $+8,55^{\circ}$  en *SWIR* y *TIR*.

Se utilizaron imágenes de fechas con alta y mínima (o nula) pluviosidad, en las cuales existía disponibilidad de imágenes obtenidas por satélites activos (*SAR*) y *ASTER*, con la meta de identificar si la presencia de aguas subterráneas se asocia a cursos permanentes o a lluvias que alimentan los cursos superficiales y subterráneos de la zona que se monitoreó.

En cuanto a las obras (estructuras), tanto superficiales como subterráneas, destinadas de manera ilegal al desvío de aguas superficiales y subsuperficiales, tales como tuberías y bolones, a la variable espectral se le sumó un criterio geométrico, aplicado específicamente a la imagen obtenida por un radar de apertura sintética de alta resolución. De esta forma, se obtuvieron firmas espectrales de tuberías de metal y pvc, tanto en terreno como en nuestro laboratorio espectral.



### **4.3 Análisis Digital de las Imágenes**

Un aspecto importante de destacar es el hecho de que las imágenes obtenidas por sensores remotos son concebidas para ser analizadas digitalmente, y no de manera visual, como pudiese pensarse. En este sentido, el aspecto visual de los datos brutos obtenidos por un SAR es el de ruido, asemejando un patrón muy complejo de difracción. Por ello, y de acuerdo a nuestra experiencia en estudios similares, se aplicó el método de compresión en azimut, basado en la onda dispersada por el terreno. Para la disminución del ruido *speckle* se promediaron píxeles en la dirección azimutal, formando una imagen con vistas de número similar. Así, se consiguió reducir considerablemente la desviación típica que produce *speckle*, e igualar el tamaño del píxel en azimut y en profundidad.

Para la corrección atmosférica de las imágenes *ASTER*, se aplicó el método de corrección simplificada conocido como *Dark Object Subtraction*, debido a que los valores para corrección se obtienen a partir de la misma imagen a ser corregida, y no es necesaria ninguna otra información sobre las condiciones atmosféricas.

### **4.4 Corrección Geométrica y Georreferenciación**

Para obtener una buena precisión en este estudio, se procedió a corregir geoméricamente (georeferenciar), mediante la técnica de convolución cúbica, “debido a que esta considera los niveles digitales (ND) de los 16 píxeles más próximos, y tiene como característica fundamental el mejorar visualmente los elementos geométricos (lineales) de una imagen”(Zavala, 2001) ,

Para ello, se hizo uso del propio modelo orbital del satélite, correlacionado de forma lineal con 45 puntos de control terrestre tomados con *GPS* diferencial en terreno. El elipsoide y Datum aplicado fue *WGS84*, obteniéndose un error cuadrático medio (*RMS*) de 0.72

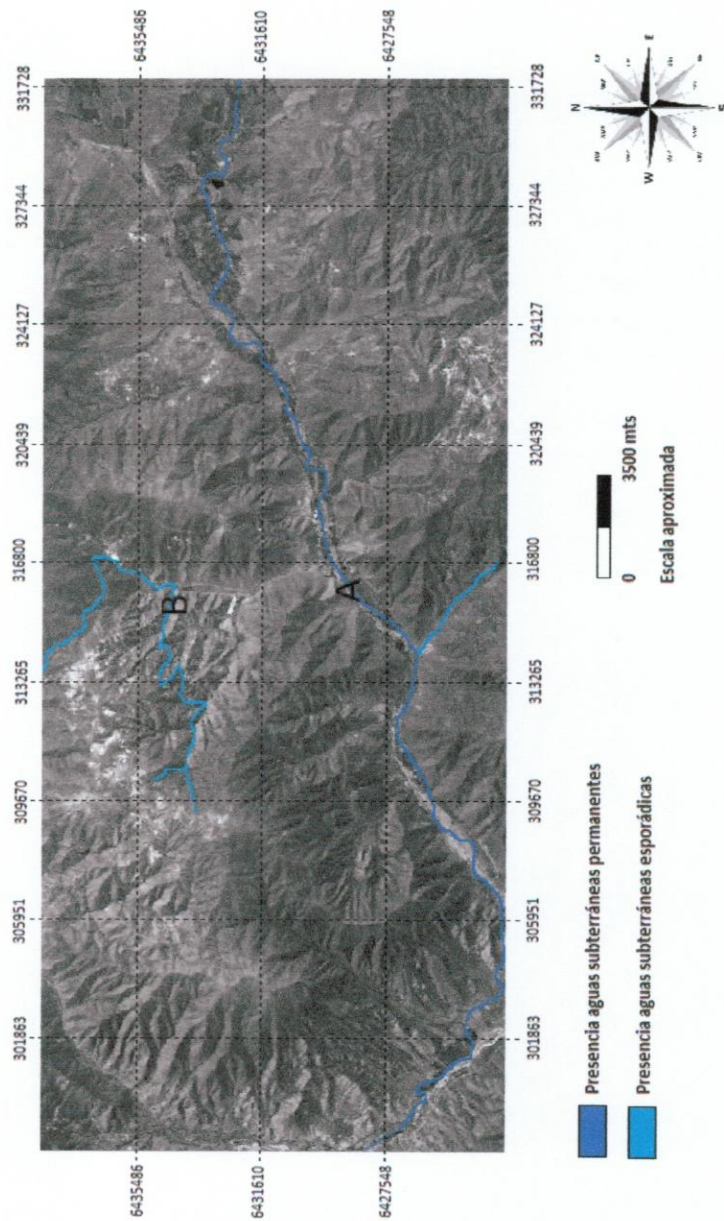
metros, lo que consideramos óptimo por cuanto el error de posicionamiento es inferior al metro.

## **5. RESULTADOS OBTENIDOS**

### **5.1 Catastro de aguas subterráneas**

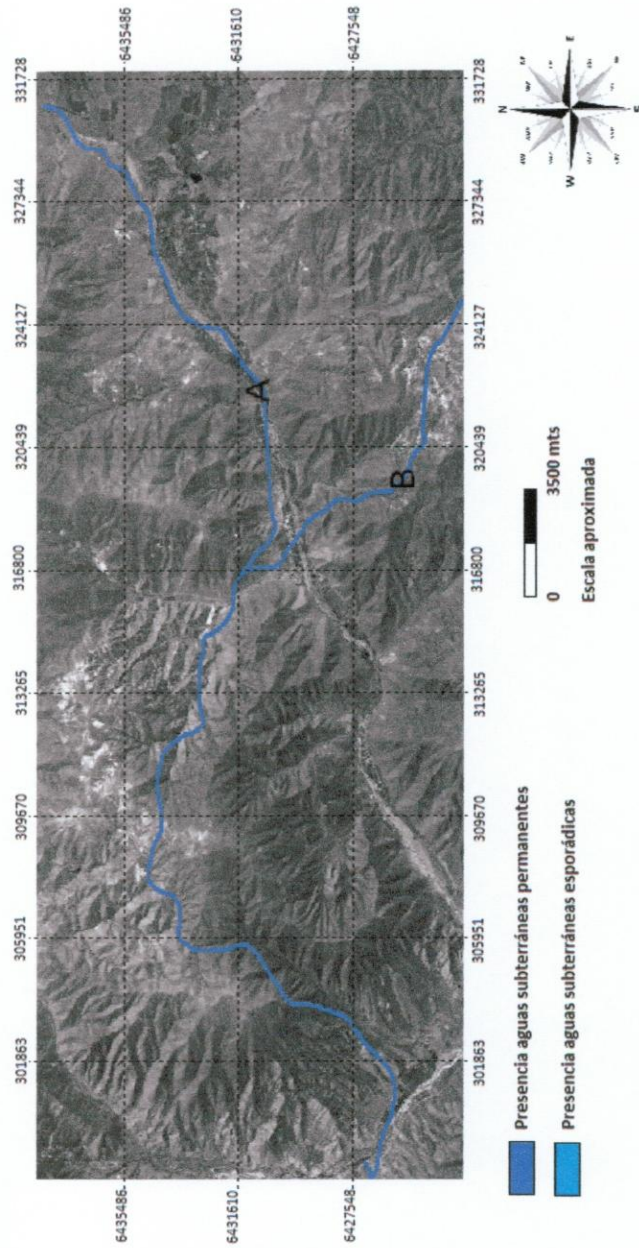
A partir de la información obtenida del análisis digital de la imagen de radar, se procedió a generar la cartografía de aguas subterráneas. De esta forma, se generaron mapas en dos dimensiones en aquellas profundidades donde nuestro algoritmo detectó la presencia de cursos subterráneos.

Los resultados se pueden apreciar en los mapas de las siguientes figuras, los cuales también se entregan en formato digital. En el caso de los mapas de aguas subterráneas por corresponder a archivos raster, se entregan en un formato abierto, con el objetivo de que puedan ser visualizados mediante cualquier programa de windows; en el caso de los archivos de pozos y drenes, por ser archivos vectoriales, se entregan como bases de datos en formato dbf y xls, de tal forma de poder ser visualizados en programas como AutoCad, Arc Gis, etc...

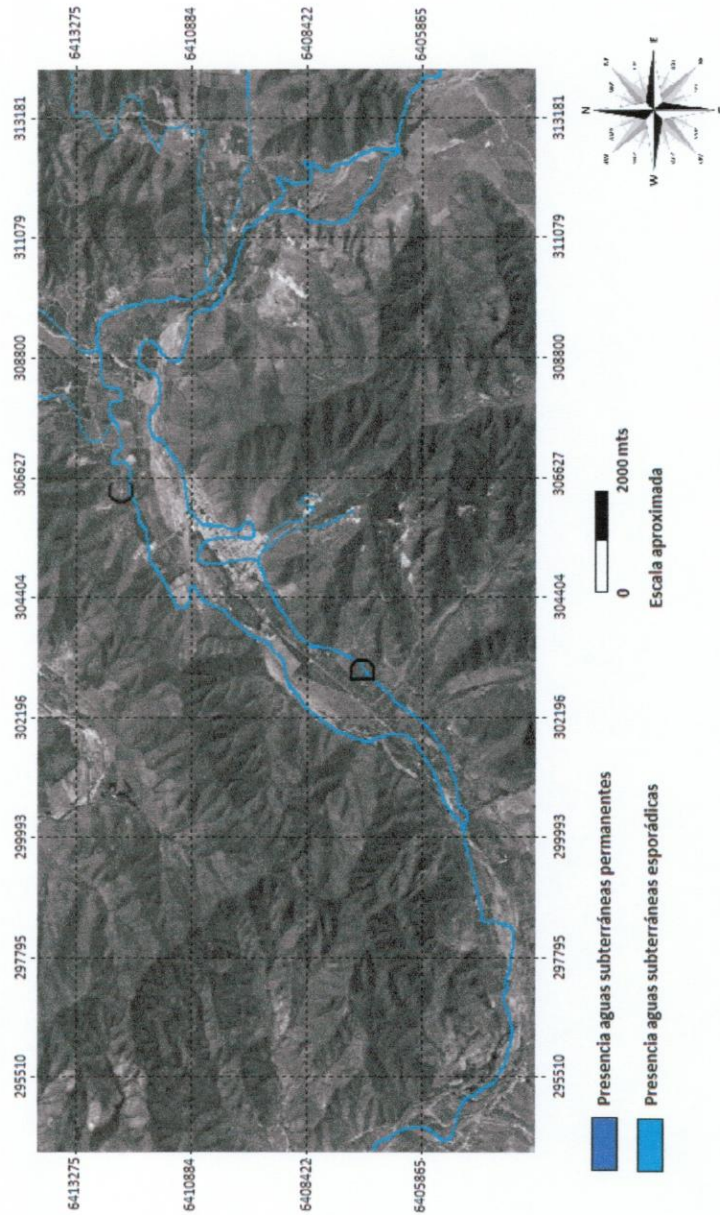


**Figura 5 Aguas subterráneas sector Norte a un promedio de 13 metros**

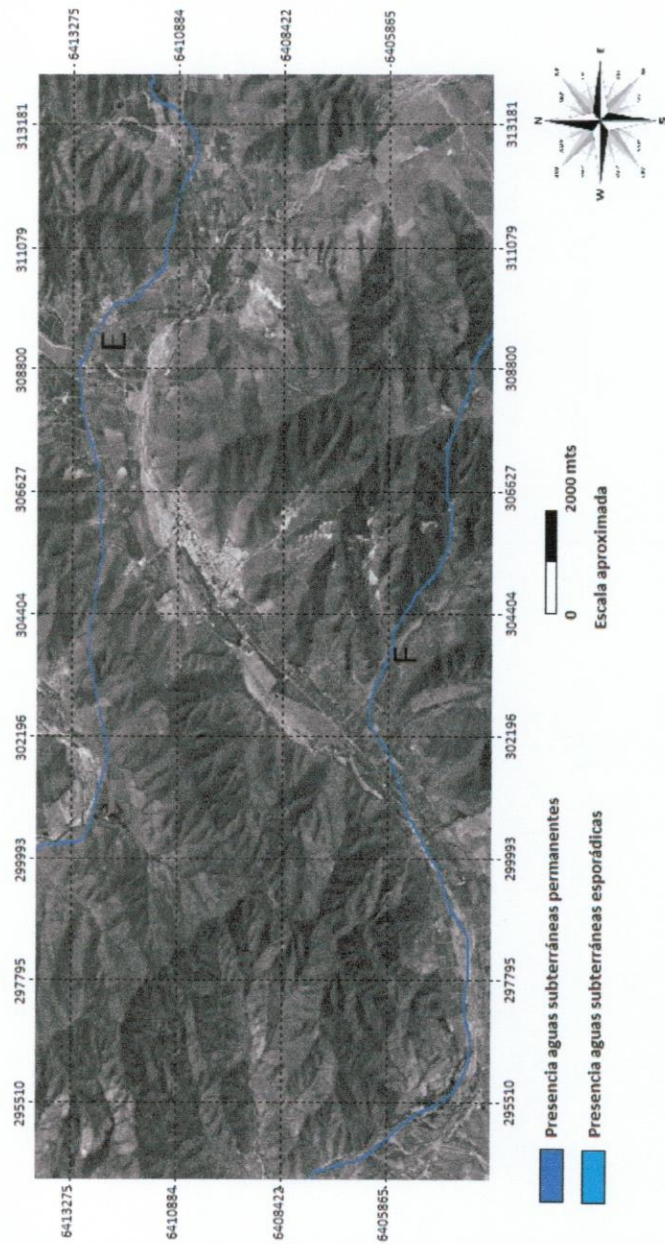




**Figura 6 Aguas subterráneas sector Norte a un promedio de 120 metros**



**Figura 7 Aguas subterráneas sector Sur a un promedio de 10 metros**



**Figura 8 Aguas subterráneas sector Sur a un promedio de 90 metros**



Como puede apreciarse en los mapas precedentes, los cursos subterráneos identificados, se distribuyen en dos grandes zonas que denominamos Norte y Sur, como consecuencia de su localización en la zona de estudio.

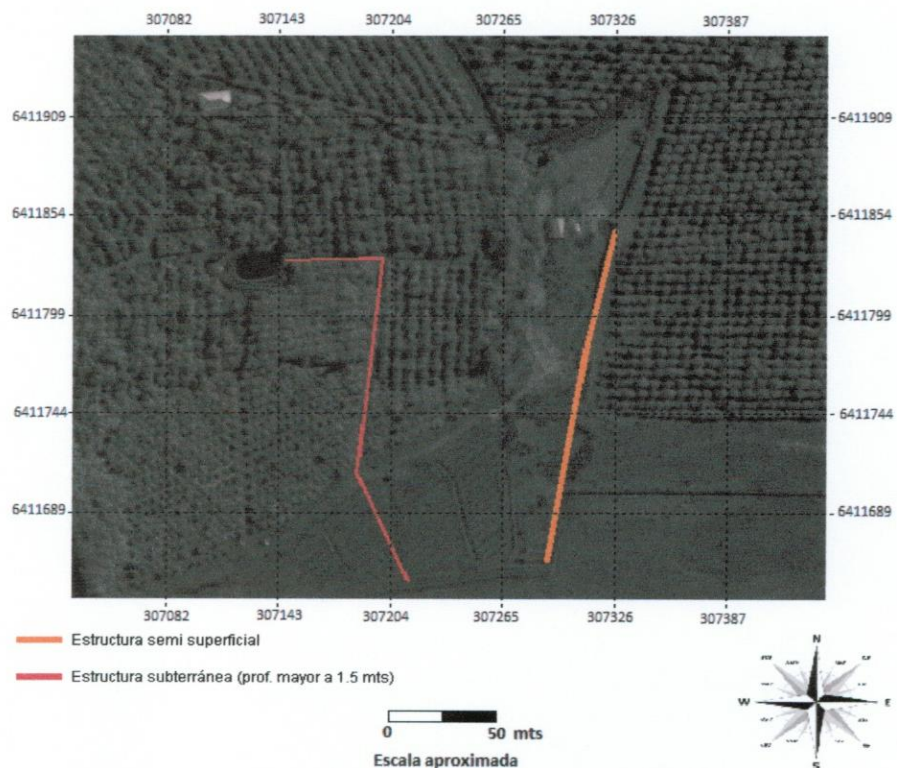
En la zona que denominamos Norte, se monitorearon napas a profundidades de 13 y 120 metros.

El análisis multitemporal de esta zona dio como resultado dos cursos independientes que denominamos A y B. A 13 metros de profundidad, el primero tiene un carácter permanente y el segundo sólo esporádico, por cuanto este último presentó una disminución notoria de agua en períodos de baja pluviosidad. A 120 metros, se identificaron dos napas con carácter permanente que forman luego una sola estructura.

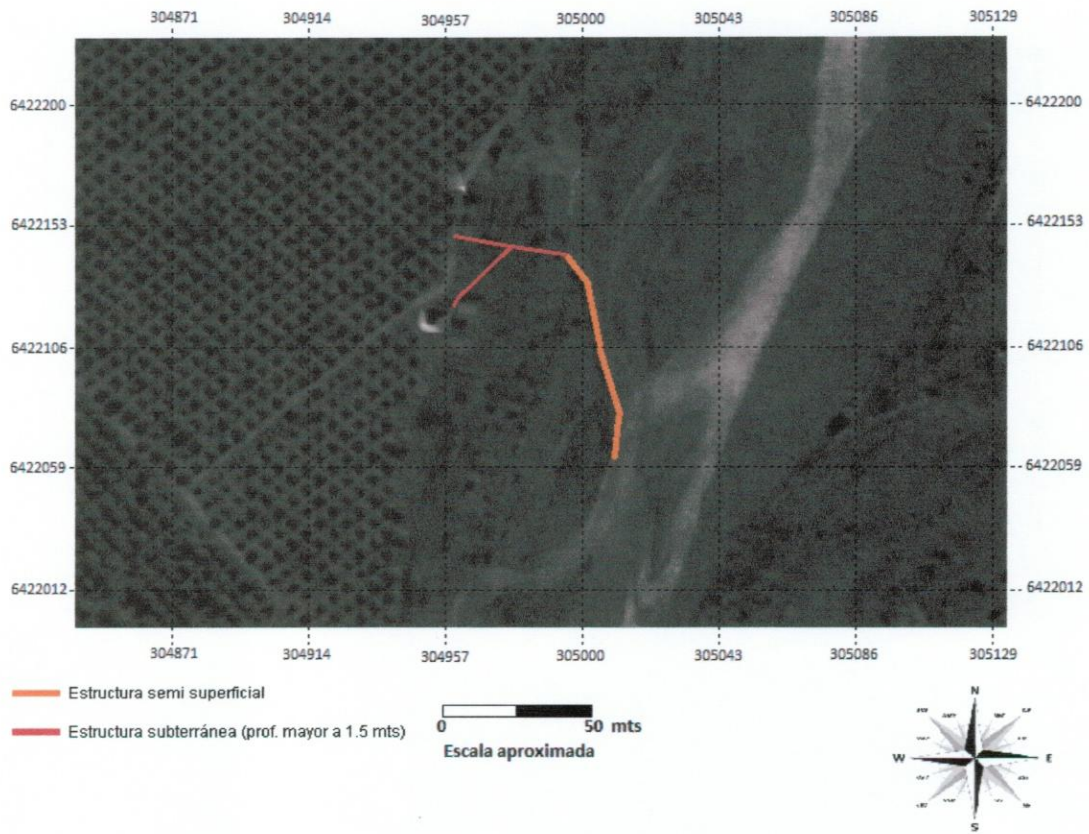
Por su parte, en la zona Sur, se identificó la presencia de aguas subterráneas a un promedio de 10 y 90 metros. En el primer caso se monitorearon dos estructuras con una extensa cobertura territorial, pero que tienen un carácter esporádico a la luz del seguimiento multitemporal que se realizó. A un promedio de 90 metros, se identificaron dos napas independientes que poseen un carácter permanente.

## 5.2 Estructuras de derivación de aguas

Tal como se comentó en el punto Metodología, las estructuras de derivación de aguas se identificaron a partir de patrones espectrales y geométricos. A diferencia del catastro de aguas subterráneas, la cartografía para este tipo de elementos es de escala grande, logrando identificarse un total de 65 drenes (tabla 2) y 456 pozos. En el presente informe sólo se presentan dos ejemplos del monitoreo realizado, por cuanto el total de las imágenes de los drenes detectados se entregan en formato raster dentro de los productos digitales que posee el CD adjunto.



**Figura 9 Estructuras identificadas en el sector Molinos de Cabildo**



**Figura 10 Estructuras identificadas en el sector Manuel Montt**

Los pozos identificados se presentan en la tabla 3. Su situación, en relación a la regularidad de los derechos, será analizada por la DGA.



**Tabla 2 Drenes Zonas de interés**

<u>Dren</u>	<u>Este</u>	<u>Norte</u>	<u>Carácter</u>	<u>Sector</u>	<u>Datum</u>	<u>Profundidad promedio</u>	<u>Material</u>	<u>Estado Existencia agua</u>
1	328331	6435642	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84	1.2 mts	rodados	deterioro No
	328307	6435658	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84			No
2	328275	6435722	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84	1.7 mts	mixto	deterioro No
	328267	6435739	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84			No
3	328440	6435807	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84	1.3 mts	rodados no apreciable	No
	328451	6435784	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84			No
4	327824	6435360	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84	1.2 mts	mixto	deterioro No
	327779	6435409	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84			No
5	328070	6435542	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84	1.4 mts	mixto	deterioro No
	328084	6435517	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84			No
6	328484	6435782	subterráneo	Agrícola San Manuel	WGS84	3.9 mts	cemento	deterioro No
	328507	6435741	subterráneo	Agrícola San Manuel	WGS84			No
7	328539	6435797	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84	1.2 mts	rodados no apreciable	No
	328556	6435762	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84			No
8	327271	6435033	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84	1.4 mts	mixto	deterioro No
	327280	6435017	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84			No
9	326660	6435067	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84	1.7 mts	mixto	deterioro No
	326599	6435017	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84			No
10	326334	6434996	subterráneo	Agrícola San Manuel	WGS84	2.5 mts	mixto	deterioro No
	326302	6435047	subterráneo	Agrícola San Manuel	WGS84			No
11	325418	6434488	subterráneo	Agrícola San Manuel	WGS84	2.7 mts	mixto	deterioro No
	325382	6434505	subterráneo	Agrícola San Manuel	WGS84			No
12	325186	6434411	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84	1.3 mts	rodados no apreciable	No
	325271	6434389	semisuperficial	Agrícola San Manuel	WGS84			No
13	324623	6434111	subterráneo	Agrícola San Manuel	WGS84	4.3 mts	cemento	deterioro No
	324637	6434048	subterráneo	Agrícola San Manuel	WGS84			No
14	324583	6434061	subterráneo	Agrícola San Manuel	WGS84	3.7 mts	cemento	deterioro No
	324602	6434030	subterráneo	Agrícola San Manuel	WGS84			No
15	312471	6406865	semisuperficial	Estero Los Angeles	WGS84	1.2 mts	rodados no apreciable	No
	312544	6406809	semisuperficial	Estero Los Angeles	WGS84			No
16	312752	6406440	semisuperficial	Estero Los Angeles	WGS84	1.2 mts	mixto	deterioro No
	312753	6406405	semisuperficial	Estero Los Angeles	WGS84			No
17	313584	6405699	semisuperficial	Estero Los Angeles	WGS84	1.5 mts	mixto	deterioro No
	313628	6405704	semisuperficial	Estero Los Angeles	WGS84			No
18	313962	6405594	semisuperficial	Estero Los Angeles	WGS84	2.1 mts	mixto no apreciable	No
	314035	6405591	semisuperficial	Estero Los Angeles	WGS84			No
19	329969	6440184	subterráneo	Chincolco	WGS84	3.3 mts	mixto	deterioro No
	330068	6440139	subterráneo	Chincolco	WGS84			No
20	330004	6440253	subterráneo	Chincolco	WGS84	4.7 mts	cemento	deterioro No
	330092	6440160	subterráneo	Chincolco	WGS84			No
21	329907	6439671	semisuperficial	Chincolco	WGS84	0.7 mts	rodados no apreciable	No
	329956	6439655	semisuperficial	Chincolco	WGS84			No
22	329863	6439158	subterráneo	Chincolco	WGS84	4.3 mts	cemento	deterioro No
	329907	6439162	subterráneo	Chincolco	WGS84			No
23	330008	6438385	semisuperficial	Chincolco	WGS84	1.2 mts	rodados no apreciable	No
	330052	6438407	semisuperficial	Chincolco	WGS84			No

Tabla 2 Drenes Zonas de interés (cont.)

Dren	Este	Norte	Carácter	Sector	Datum	Profundidad promedio	Material	Estado	Existencia agua
24	329157	6437401	semisuperficial	Chincolco	WGS84	1.3 mts	pvc	no apreciable	No
	329331	6437293	semisuperficial	Chincolco	WGS84				No
25	329169	6436159	semisuperficial	Chincolco	WGS84	1.4 mts	mixto	deterioro	No
	329218	6436167	semisuperficial	Chincolco	WGS84				No
26	329033	6436480	semisuperficial	Chincolco	WGS84	1.2 mts	mixto	deterioro	No
	329051	6436465	semisuperficial	Chincolco	WGS84				No
27	328608	6435872	semisuperficial	Chincolco	WGS84	1.6 mts	mixto	deterioro	No
	328647	6435748	semisuperficial	Chincolco	WGS84				No
28	302163	6424319	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84	1.2 mts	mixto	deterioro	No
	302141	6424283	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84				No
29	302483	6423822	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84	0.7 mts	rodados	deterioro	No
	302462	6423802	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84				No
30	302644	6423791	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84	0.9 mts	rodados	no apreciable	No
	302680	6423788	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84				No
31	302706	6423691	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84	1.2 mts	pvc	deterioro	No
	302673	6423633	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84				No
32	302740	6423625	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84	1.4 mts	mixto	deterioro	No
	302792	6423662	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84				No
33	303207	6423250	subterráneo	Manuel Montt	WGS84	3.2 mts	mixto	deterioro	No
	303228	6423185	subterráneo	Manuel Montt	WGS84				No
34	303413	6422983	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84	1.5 mts	pvc	deterioro	No
	303436	6423022	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84				No
35	305161	6422190	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84	1.3 mts	mixto	deterioro	No
	305296	6422064	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84				No
36	305166	6422578	subterráneo	Manuel Montt	WGS84	4 mts	cemento	no apreciable	No
	305131	6422609	subterráneo	Manuel Montt	WGS84				No
37	304984	6422147	subterráneo	Manuel Montt	WGS84	3.4 mts	mixto	deterioro	No
	305006	6422095	subterráneo	Manuel Montt	WGS84				No
38	304622	6420907	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84	0.5 mts	rodados	deterioro	No
	304655	6420856	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84				No
39	304767	6420283	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84	1.2 mts	rodados	no apreciable	No
	304850	6420174	semisuperficial	Manuel Montt	WGS84				No
40	305581	6411013	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84	1.4 mts	mixto	deterioro	No
	305594	6411055	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84				No
41	306657	6411504	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84	1.2 mts	pvc	deterioro	No
	306696	6411482	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84				No
42	306685	6411546	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84	1.6 mts	mixto	deterioro	No
	306667	6411586	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84				No
43	306790	6411429	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84	1.5 mts	pvc	deterioro	No
	306860	6411421	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84				No
44	307242	6411495	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84	0.7 mts	rodados	no apreciable	No
	307293	6411448	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84				No
45	309428	6411047	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84	0.5 mts	mixto	no apreciable	No
	309552	6410995	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84				No
46	309361	6411335	subterráneo	Molinos de Cabildo	WGS84	2.9 mts	mixto	deterioro	No
	309358	6411255	subterráneo	Molinos de Cabildo	WGS84				No



Tabla 2 Drenes Zonas de interés (cont.)

Dren	Este	Norte	Carácter	Sector	Eatun	Profundidad promedio	Material	Estado	Existencia agua
47	308652	6411444	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84	1.2 mts	rodados	apreciable	No
	308683	6411463	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84				No
48	308543	6411516	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84	1.4 mts	pvc	deterioro	No
	308437	6411468	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84				No
49	308037	6411557	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84	1.5 mts	mixto	deterioro	No
	308161	6411564	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84				No
50	307613	6411613	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84	1.5 mts	mixto	deterioro	No
	307614	6411645	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84				No
51	307318	6411658	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84	1.2 mts	mixto	deterioro	No
	307267	6411732	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84				No
52	307276	6411671	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84	1.2 mts	mixto	deterioro	No
	307279	6411859	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84				No
53	307137	6411837	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84	0.5 mts	rodados	apreciable	No
	307230	6411677	semisuperficial	Molinos de Cabildo	WGS84				No
54	299303	6427586	semisuperficial	Palquico	WGS84	0.7 mts	rodados	apreciable	No
	299309	6427621	semisuperficial	Palquico	WGS84				No
55	299386	6427504	semisuperficial	Palquico	WGS84	1.6 mts	mixto	deterioro	No
	299417	6427520	semisuperficial	Palquico	WGS84				No
56	299499	6427347	semisuperficial	Palquico	WGS84	1.5 mts	pvc	apreciable	No
	299521	6427359	semisuperficial	Palquico	WGS84				No
57	299531	6427182	semisuperficial	Palquico	WGS84	1.2 mts	mixto	deterioro	No
	299576	6427190	semisuperficial	Palquico	WGS84				No
58	300137	6426421	semisuperficial	Palquico	WGS84	0.7 mts	rodados	apreciable	No
	300193	6426371	semisuperficial	Palquico	WGS84				No
59	300701	6426050	semisuperficial	Palquico	WGS84	0.4 mts	rodados	apreciable	No
	300714	6425999	semisuperficial	Palquico	WGS84				No
60	300660	6425959	semisuperficial	Palquico	WGS84	1.2 mts	mixto	deterioro	No
	300765	6425953	semisuperficial	Palquico	WGS84				No
61	300709	6425862	semisuperficial	Palquico	WGS84	0.6 mts	rodados	deterioro	No
	300729	6425897	semisuperficial	Palquico	WGS84				No
62	300977	6425726	semisuperficial	Palquico	WGS84	1.2 mts	pvc	deterioro	No
	300886	6425857	semisuperficial	Palquico	WGS84				No
63	301146	6425654	subterráneo	Palquico	WGS84	3.5 mts	cemento	deterioro	No
	301201	6425541	subterráneo	Palquico	WGS84				No
64	301355	6425349	subterráneo	Palquico	WGS84	2.7 mts	mixto	deterioro	No
	301331	6425426	subterráneo	Palquico	WGS84				No
65	300473	6426009	subterráneo	Palquico	WGS84	2.9 mts	mixto	deterioro	No
	300509	6425998	subterráneo	Palquico	WGS84				No



Tabla 3 Pozos identificados (WGS 84)

Este	Norte	Profundidad
264052	6431887	44
264204	6431938	32
264332	6432185	52
264368	6432183	21
264433	6432288	70
264449	6432372	65
264470	6432354	54
264476	6432392	28
264499	6432184	40
264499	6432184	32
264566	6432264	54
264597	6432302	77
273318	6420100	81
273796	6420403	39
273797	6419957	43
273804	6420464	39
274358	6419737	54
274588	6419666	59
274773	6420172	32
274822	6420068	50
274914	6419893	87
275674	6419157	80
275779	6424070	49
275884	6413817	100
275884	6413817	29
275923	6413604	45
275933	6413678	65
275949	6413489	87
275965	6413559	80
275965	6413559	92
275965	6413305	50
275995	6413259	47
276012	6413905	30
276030	6413396	38
276034	6413884	48
276039	6413911	54
276110	6413870	87
276110	6413870	102
276173	6413496	100
276294	6413473	98
276326	6413885	98
276352	6413320	97
276361	6414567	94
276374	6413503	100
276377	6413428	87
276425	6413829	85
276425	6413829	80
276435	6415061	69
276439	6413864	70

Tabla 3 Pozos identificados (WGS 84)cont.

Este	Norte	Profundidad
276953	6415527	76
277137	6415508	77
277255	6414599	49
277318	6414428	76
277398	6414368	56
277450	6414297	44
277979	6415701	78
278016	6415022	55
278189	6415770	53
278209	6415749	52
278268	6415958	54
278287	6415812	57
278331	6426853	73
278338	6415900	45
278439	6409621	67
278458	6410012	58
278500	6415563	62
278507	6415898	45
278520	6427539	39
278706	6418160	43
278803	6418262	43
278955	6429645	54
278972	6431210	55
279232	6431065	72
279265	6430317	35
279336	6430372	45
279355	6430610	44
279382	6430433	57
279645	6430735	58
280001	6417227	60
280076	6418330	65
280235	6418287	67
280403	6417411	70
281886	6419970	75
281890	6419653	54
281958	6419882	54
281963	6419687	50
282093	6407524	35
282121	6419646	36
282907	6407873	34
282954	6407756	37
283238	6407834	32
283309	6407759	34
283434	6420725	39
283502	6407863	43
283860	6420566	43
284111	6407983	43
284517	6406855	44
284531	6407024	70

Tabla 3 Pozos identificados (WGS 84)cont.

Este	Norte	Profundidad
284627	6421922	84
284653	6396187	76
284710	6399150	73
284722	6422042	74
284965	6407072	70
285046	6422581	68
285067	6422167	69
285315	6407141	69
286540	6408088	78
286574	6407831	80
286678	6423313	79
286694	6423316	85
286738	6423315	85
287209	6403799	86
287367	6423159	108
287515	6423105	112
287637	6423125	112
287808	6405498	120
287911	6422615	88
287980	6404168	80
288052	6405546	90
288239	6422860	94
288252	6422913	76
288537	6423494	78
288655	6423761	79
288738	6423023	70
288738	6423023	69
288762	6423214	67
288766	6408798	65
288854	6423094	87
289298	6409028	80
289401	6409070	84
289461	6423138	86
289555	6408867	85
289650	6409089	79
289782	6423287	76
289889	6423346	76
290015	6408725	74
290073	6423591	65
290151	6423567	56
290161	6429855	57
290218	6408355	55
290423	6408938	66
290431	6423406	67
290458	6423325	87
290483	6423495	45
290626	6422831	37
290630	6422828	34
290840	6408878	48



Tabla 3 Pozos identificados (WGS 84)cont.

Este	Norte	Profundidad
290937	6408324	27
291012	6423430	67
291304	6422942	54
291394	6422977	39
291503	6423335	89
291523	6423412	90
291530	6423410	120
291558	6423054	110
291579	6423105	100
291585	6422859	105
291598	6408961	140
291661	6423088	134
291694	6423426	132
291737	6407849	107
291739	6423586	98
291799	6422956	90
291807	6423225	97
291927	6422604	96
291961	6409256	87
291983	6421890	80
291992	6409394	85
291992	6422029	79
292067	6422088	78
292087	6421959	73
292109	6408889	76
292139	6421828	78
292139	6421828	65
292206	6421983	59
292278	6422719	67
292440	6422855	69
292454	6422432	68
292525	6423502	54
292556	6422402	53
292556	6422563	46
292568	6422310	49
292606	6423701	47
292612	6422751	34
292643	6423837	39
292645	6422717	54
292677	6408048	54
292677	6408048	58
292793	6422810	63
292917	6422310	45
292917	6422017	47
293004	6405457	65
293087	6422481	57
293117	6422467	58
293153	6422390	62
293157	6422445	60

Tabla 3 Pozos identificados (WGS 84)cont.

Este	Norte	Profundidad
293364	6421973	76
293767	6420532	78
293828	6420872	74
293909	6420425	64
293998	6421637	23
294027	6420868	37
294029	6421441	57
294030	6421227	54
294031	6406214	87
294113	6420727	90
294126	6421391	110
294160	6420032	134
294160	6421106	43
294245	6421325	67
294289	6421124	87
294398	6405284	55
294435	6420914	63
294538	6404481	62
294538	6405160	69
294548	6420883	78
294662	6420727	68
294739	6420847	64
294757	6420795	87
294764	6420894	78
294920	6421303	90
295162	6404011	90
295319	6403905	78
295496	6420074	94
295518	6404420	53
295612	6405060	22
295764	6404879	43
296647	6404007	46
296647	6404007	46
296692	6417489	54
296760	6418119	56
296805	6418030	53
296856	6418067	57
296860	6418226	54
296864	6418120	57
296902	6417901	67
296916	6417861	64
296972	6418132	76
297225	6417730	54
297275	6403790	56
297428	6417678	76
297469	6417659	23
297727	6417256	25
297761	6417801	76
297900	6403793	56

Tabla 3 Pozos identificados (WGS 84) cont.

Este	Norte	Profundidad
298001	6403837	90
298005	6403844	110
298059	6417318	34
298083	6417275	27
298166	6417133	65
298240	6417222	89
298275	6417085	55
298506	6403825	56
298807	6429027	58
298858	6428259	34
298987	6429917	98
298997	6436316	45
299322	6418143	32
300198	6414343	57
300215	6426491	55
300245	6415889	67
300278	6426479	66
300308	6426510	68
300523	6414552	87
300571	6426771	90
300658	6414672	99
300709	6414695	96
300716	6413797	97
300968	6414230	64
301015	6413924	89
301044	6413885	34
301482	6436914	21
301539	6426128	34
301645	6424753	68
301649	6425762	66
301655	6425666	87
301817	6437593	90
302255	6413098	90
302314	6413128	77
302460	6425586	43
302566	6413887	34
302737	6415227	65
302892	6415351	87
302957	6413787	90
302970	6413948	110
303171	6408234	100
303479	6424031	43
303516	6414758	65
303525	6423998	83
303645	6422819	89
303683	6423888	57
303833	6418639	94
303882	6424195	45
304036	6415689	67



Tabla 3 Pozos identificados (WGS 84) cont.

Este	Norte	Profundidad
304070	6415785	65
304111	6417958	98
304111	6418581	32
304129	6418272	44
304380	6418335	43
304381	6421265	65
304384	6420350	78
304464	6419558	45
304490	6423461	87
304490	6418883	90
304534	6421378	54
304588	6423870	76
304572	6419219	45
304590	6423588	43
304622	6423704	68
304770	6420499	94
304934	6423174	32
304988	6423388	43
305088	6419021	57
305088	6419021	58
305131	6418284	32
305353	6418227	68
305373	6418393	69
305398	6418705	76
305415	6420738	89
305429	6419280	65
305433	6420423	33
305450	6420365	45
305483	6420524	47
305474	6411205	68
305517	6420355	69
305521	6418891	120
305576	6420288	110
305578	6421042	107
305621	6421097	98
305638	6420188	90
305655	6418895	65
305719	6418492	78
305798	6421450	65
305811	6421520	55
305812	6421468	39
305817	6422096	76
305967	6411965	89
306032	6421900	65
306334	6423904	54
306342	6412133	67
306398	6423988	43
306515	6411885	65
306523	6424088	58

Tabla 3 Pozos identificados (WGS 84) cont.

Este	Norte	Profundidad
306575	6423635	65
306695	6423220	23
306755	6423711	54
306760	6423338	32
306803	6423370	55
306823	6424382	43
306837	6423472	43
306855	6423895	78
306862	6424160	42
306867	6423728	67
306901	6424475	69
306952	6424325	43
306964	6424502	34
306964	6424502	67
307019	6424488	43
307021	6411151	78
307068	6412880	65
307177	6412933	67
307227	6424484	58
307446	6424763	67
307679	6424873	43
307771	6424974	78
308519	6412779	87
309360	6410883	89
309623	6412593	110
309953	6409811	103
310192	6412500	106
310420	6426482	65
310437	6426611	87
310473	6426655	43
310537	6411607	56
310571	6426635	98
310605	6426850	65
310677	6410817	45
310744	6410106	67
310985	6410432	43
311054	6427315	65
311093	6427213	78
311234	6427347	99
311235	6427122	66
311272	6427136	54
311293	6427092	55
311414	6427355	78
311445	6427403	23
311458	6427250	43
311606	6427393	52
311701	6409252	53
311835	6427316	33
312165	6407032	78

Tabla 3 Pozos identificados (WGS 84) cont.

Este	Norte	Profundidad
312567	6409498	62
312577	6406364	89
312842	6427222	76
312907	6405414	87
313007	6427403	45
313147	6427424	64
313701	6410196	35
313761	6410575	34
314357	6405957	76
315050	6410195	80
315142	6434780	60
315586	6428259	70
315634	6428002	54
315634	6428002	78
316175	6429139	32
316995	6430061	78
317166	6430160	80
317525	6429761	40
317900	6430136	43
318074	6429879	30
318117	6429928	32
318247	6409164	30
318392	6404475	20
319030	6429799	23
319083	6410957	26
320078	6430665	34
320937	6431226	24
321871	6412399	43
321917	6412405	45
323738	6432124	20
324198	6415162	18
325312	6418601	16
325895	6433854	23
325927	6415833	46
325973	6434023	33
326020	6434200	84
326144	6434151	25
326173	6435128	58
326182	6434747	54
326229	6434273	79
326453	6434059	67
326518	6434498	34
326695	6434544	21
328276	6434937	35
328280	6434423	43
328282	6434929	40
328289	6435334	45
328305	6434728	32
328463	6434023	29
329184	6436275	43
329232	6437109	78
329399	6437757	65
329440	6418024	45
329889	6437441	34
332286	6433414	35
332984	6420037	87



## 6. CONCLUSIONES

En relación al catastro de aguas subterráneas, podemos indicar que en la zona de estudio se presentan cursos de agua claramente identificables a la señal del SAR. El catastro realizado nos dio como resultado dos zonas con presencia de aguas subterráneas con estructuras que se encuentran a profundidades de 10 y 13 metros, y los 90 y 120 metros. En el caso de estas últimas, son las que poseen un carácter permanente a la luz del análisis multitemporal realizado.

Por su parte la identificación de estructuras de derivación de aguas nos presentó una serie de dificultades que creemos importante destacar. El hecho de que el estudio se realizara en un período en que el lecho del río está seco, nos impidió identificar los desvíos de agua mediante la acumulación de rodados. De esta forma se pudieron monitorear una gran cantidad de aglomeraciones lineales de rodados, sin poder señalar de forma categórica que corresponden a obras diseñadas para la derivación de aguas. Cosa similar ocurrió con zanjas que se identificaron, sin poder determinar su uso.

Por otro lado, se encontraron cañerías enterradas a profundidades promedio entre el metro y cuarenta centímetros y los dos metros treinta de profundidad, muchas de las cuales se encontraban aisladas o cubrían distancias menores a los diez metros, por lo que es factible pensar que en algunos casos se trate de basura, o bien de estructuras usadas en forma pretérita, debido al nivel de deterioro que manifiestan, lo que se midió mediante firmas espectrales obtenidas en laboratorio.

Los mapas generados corresponden a aquellas zonas que presentan obras sin gran nivel de deterioro y especialmente con presencia de cañerías subterráneas.

Por último, se identificaron pozos en toda la zona de monitoreo. Sin embargo, ante el desconocimiento por parte del consultor, respecto de la legalidad o no del mismo, se propone, bajo la anuencia de la DGA, entregar un listado con las coordenadas de los pozos ubicados, de tal forma de que personal de esta institución pueda cotejar su carácter.

#### **BIBLIOGRAFÍA (CONSULTOR)**

Zavala, P. 1996 Análisis digital de imágenes en el espectro infrarrojo. Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.

Zavala, 2001. Manual de análisis digital de imágenes de alta resolución. Ediciones GeoTerra, Lima, Perú.

Zavala, P. 2003. Aplicaciones de Teledetección en estudios de peligrosidad sísmica. Revista Geoexpo. Lima Perú. Año 3. N° 5.

Zavala, P. 2005 Aplicaciones de Teledetección en el ámbito de radares (SAR). Revista Geoexpo, N° 7 Vol. III Lima, Perú.

Zavala, P. 2006. Análisis espacial de vulnerabilidad sísmica aplicando Teledetección y SIG. Trabajos in extenso de la Conferencia Espacial de las Américas. Quito, Ecuador.

Geosensing Ltda.

## ANEXOS

En CDs anexos, se incorporan los siguientes archivos, comprendidos en los directorios que se señalan:

Directorio Archivo kml (Google Earth): archivo drenes.kml

Directorio Bases Vectoriales: Archivo Drenes Zonas de interés en formato dbf y xls; Pozos detectados (WGS84) en formato xls.

Directorio drenes: 65 archivos en formato wpt.

Directorio Imágenes ópticas ORBIMAGE: archivo comprimido en formato rar, de todas las imágenes ópticas adquiridas para este estudio.

Directorio Informe: Informe del estudio en formato pdf

Directorio Mapas finales Aguas Subterráneas: archivos de aguas subterráneas de la zona Norte monitoreada a 13 mts, 120 metros de profundidad, y de la zona Sur a 10 y 90 metros de profundidad. Todos en formato raster abierto.

Directorio Puntos zonas monitoreadas drenes: seis archivos en formato wpt de los puntos centrales de las zonas monitoreadas a solicitud de DGA.

Además, se adjuntaron 3 CDs con las imágenes originales ORBIMAGE.