

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

**PROYECTO ACTUALIZACIÓN PLAN DE ALERTA
TEMPRANA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL, SALAR
DE ATACAMA**

ANEXO MC1 – HIDROLOGÍA



Índice de Contenidos

MC1-I.	DELIMITACIÓN DE LA CUENCA DEL SALAR DE ATACAMA	5
I.1	INTRODUCCIÓN	6
I.2	OBJETIVOS	7
I.3	ANTECEDENTES	7
I.4	METODOLOGÍA.....	10
I.5	RESULTADOS	12
I.5.1	Delimitación de cuencas y subcuencas	12
I.6	CONCLUSIONES	28
I.7	BIBLIOGRAFÍA	28
MC1-II.	TRATAMIENTO DE DATOS DE PRECIPITACIÓN	29
II.1	INTRODUCCIÓN	30
II.2	Selección de estaciones pluviométricas	34
II.3	Análisis estadístico de series de precipitación	34
II.3.1	Combinación líneal ponderada (CLP)	40
II.3.2	Criterio de Correlación Lineal (CCL)	40
II.4	Resultados del relleno de series de precipitación	40
MC1-III.	REGISTROS FLUVIOMÉTRICOS Y DE AFOROS	58
MC1-IV.	REGISTROS DE EVAPORACIÓN DE BANDEJA	70
MC1-V.	REGISTROS DE LISÍMETROS DE SQM.....	73
MC1-VI.	CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN	79
VI.1	INTRODUCCIÓN	80
VI.2	METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	81
VI.3	Proceso de obtención de las áreas de vegetación	81
VI.4	Proceso de obtención de la evapotranspiración.....	86
VI.5	Resultados	88
VI.5.1	Definición de áreas de vegetación	88
VI.5.2	Cálculo de la Evapotranspiración	92
MC1-VII.	INFORMES DE BATIMETRÍA DE LAGUNAS.....	180

Índice de Figuras

Figura I-1. Esquema que representa el problema de los límites de la cuenca y los límites internacionales. Fuente: DGA, 2014b	8
Figura I-2. Cuencas hidrográficas de la II Región. Fuente: DGA, 2014b	9
Figura I-3. Zonificación de Mardones. Cada zona lleva descrita una litología tipo, un valor de profundidad promedio y una tasa de evaporación asociada. Fuente: DGA, 2010.	11
Figura I-4. Definición de una cuenca a partir del agrupamiento de distintas cuencas de primer orden. Fuente: Strahler, 1989.....	12
Figura I-5. Sección en el sector noreste del Salar sobre las laderas de ignimbritas erosionadas por los cauces que van en dirección hacia el salar. Fuente: Elaboración propia	13
Figura I-6. Unidades Hidrológicas de Análisis (UHA) de la Cuenca del Salar de Atacama obtenidas del análisis morfométrico aplicado. Fuente: elaboración propia.	15
Figura I-7. Diferencias entre la delimitación de la cuenca obtenida por el estudio morfométrico y la definida según DGA (2014b). El cuadrante amarillo indica uno de los sectores de no coincidencia entre ambas fuentes. Fuente: elaboración propia.	16
Figura I-8. Perfil del sector suroeste de la cuenca del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia	17
Figura I-9. Cuenca y Subcuencas del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia	18
Figura I-10. Zonificación morfométrica del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia	27
Figura II-1. Localización de las Estaciones Meteorológicas consideradas para la evaluación de la precipitación. Fuente: elaboración propia.	32
Figura II-2. Precipitación Mensual en las estaciones El Tatio (DGA), Socaire (DGA) y KCL (SQM). Fuente: Elaboración propia	33
Figura II-3. Coeficientes de correlación de Pearson para los registros mensuales de precipitación de las estaciones de la cuenca del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia. (NA: No Aplica)	39
Figura II-4. Gráficos de correlación lineal de precipitación mensual entre estaciones. Fuente: Elaboración propia.....	43
Figura II-5. Gráficos de correlación lineal de precipitación mensual entre estaciones. Fuente: Elaboración propia.....	44
Figura II-6. Gráficos de correlación lineal de precipitación mensual entre estaciones. Fuente: Elaboración propia.....	45
Figura VI-1. Metodología de la obtención de las áreas cubiertas con vegetación para el cálculo de la evapotranspiración. Fuente: Elaboración propia	82
Figura VI-2. Rango de fechas en el que se utilizó cada tipo de imagen Landsat. Fuente: Elaboración propia.....	83
Figura VI-3. Comparación entre las Imágenes Aster compuestas de 4 escenas (izquierda) y las imágenes Landsat compuestas por dos escenas (derecha) que abarcan la totalidad de la cuenca. Fuente: (USGS, 2018)	83
Figura VI-4. División de la cuenca del salar de Atacama. Cuenca completa (izquierda), área salar (centro) y cuencas aportantes (derecha). Fuente: Elaboración propia, 2018.	84
Figura VI-5. Mapa de zonas con vegetación perceptible en más de 4 años durante el periodo 1986-2018. Fecha imagen satelital: 17/09/2018. Fuente: elaboración propia	89

Figura VI-6. Distribución de la cobertura de vegetación en la cuenca del Salar para mayo de 2018. Fuente: elaboración propia.	90
Figura VI-7. Evolución de las áreas cubiertas por los distintos de vegetación analizados; cultivos, bofedales, tamarugos y vegas. Fuente: elaboración propia.	91
Figura VI-8. Variación de la evapotranspiración resultante. En el gráfico superior se muestra discretizado el aporte de evapotranspiración de cada tipo de vegetación. En el gráfico inferior se muestra la evapotranspiración total, como la suma de todos los tipos de vegetación. Fuente: elaboración propia. .	93

Índice de Tablas

Tabla I-1. Subcuencas del Banco Nacional de Aguas actualizado para la Cuenca del Salar de Atacama. Fuente: DGA, 2014b	10
Tabla I-2. Características principales de las Subcuencas del Salar de Atacama. Fuente: elaboración propia	19
Tabla II-1. Estaciones Meteorológicas con registros de precipitación en la cuenca del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia.	30
Tabla II-2. Cantidad de meses con datos de precipitación por estación y año. Fuente: elaboración propia.	35
Tabla II-3. Resultados del test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para las estaciones del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración Propia	36
Tabla II-4. Media y Desviación Estándar de los registros mensuales de precipitación por estación meteorológica. Fuente: Elaboración Propia	37
Tabla II-5. Estaciones utilizadas y correlacionadas para el relleno de datos de precipitación. Fuente: elaboración propia.	41
Tabla II-6. Estaciones utilizadas y correlacionadas para el relleno de datos de precipitación por el método CCL. Fuente: elaboración propia.	42
Tabla VI-1. Factor de ocupación por píxel para cada tipo de cubierta vegetal, los valores bibliográficos en la primera columna, y valores implementados en el presente cálculo. Fuente: modificado de (SGA, 2015).....	86
Tabla VI-2. Diferencias entre los valores de Evaporación de Bandeja (Eb) medidos y calculados con las funciones de la DGA. Fuente: Elaboración propia.	87
Tabla VI-3. Coeficientes de funciones modificadas de evaporación de bandeja vs altitud. Fuente: Elaboración propia.	87
Tabla VI-4. Coeficiente de cultivo por tipo de vegetación y mes. Fuente: (Salazar, Rojas, Lillo, & Aguirre, 1999).	88
Tabla VI-5. Transpiración de tamarugos de diferentes edades. Fuente: Acevedo et al. (2007).....	88
Tabla VI-6. Evapotranspiración promedio para el periodo 1986-2018 según el tipo de vegetación. Fuente: Elaboración propia.	92

MC1-I. DELIMITACIÓN DE LA CUENCA DEL SALAR DE ATACAMA

I.1 INTRODUCCIÓN

La gestión y administración del recurso hídrico en Chile recae en la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas, por lo que la delimitación y definición de las cuencas en el país es función de dicho organismo. El inventario de cuencas hidrográficas de la DGA tiene su génesis en el año 1978, cuando se constituyó el actual inventario denominado “Clasificación de Cuencas Hidrográficas de Chile”, el cual a más de treinta años de su creación, aún está vigente. A través del tiempo ha tenido diversas modificaciones y mejoras hasta lo que actualmente la DGA denomina “Cuencas BNA¹” y su difusión ha sido masiva a nivel país (DGA, 2013b).

En el caso de la cuenca del Salar de Atacama, la delimitación definida para la sectorización y cálculo de la disponibilidad de recursos hídricos para el otorgamiento de derechos de aguas corresponde a la presentada en el “Informe Técnico Análisis de la Oferta Hídrica del Salar de Atacama (SDT N° 339)” realizado por la División de Estudios y Planificación de la DGA. Esta delimitación se suma a la generadas durante la creación del BNA (DGA, 2013b) en 1978, Mardones en 1986 (Mardones, 1986), DGA en 1999 (DGA, 1999) y DGA/GCF Ingenieros (DGA, 2010).

Las discrepancias entre delimitaciones se deben a los avances en las herramientas cartográficas y tecnológicas desde la década de los 70's, por lo que es factible encontrar diferencias entre las delimitaciones presentadas. Fue esta misma División quien en el 2013 a través del “Informe Técnico Análisis Crítico de la Definición de Cuencas del Banco Nacional de Aguas (SDT N° 341)” declara que “...con el correr del tiempo, sumado al avance tecnológico y uso masivo que han tenido las herramientas de SIG, que ha traído consigo la mejora en procesos semiautomáticos y automáticos de definición de cuencas hidrológicas, es que desde hace unos años la definición de las Cuencas BNA está siendo cuestionada por diversos usuarios, entre ellos la propia DGA, usuarios externos e instituciones que han manifestado errores o inconsistencias de criterio en su definición” (DGA, 2013b).

Esta reflexión generó que en diciembre del 2014 se actualizara la delimitación hidrográfica de las cuencas de Chile, generando una nueva subdivisión de subcuencas, sub-subcuencas y sucesivamente, a partir de la aplicación de nuevas herramientas tecnológicas. Este trabajo fue desarrollado por el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) para la DGA, cuyos resultados generaron el SDT N° 356 “Redefinición de la clasificación red hidrográfica a nivel Nacional”.

Esta nueva definición supone un cambio importante en la delimitación de las cuencas desde un punto de vista hidrográfico, puesto que prioriza la definición de cuenca por sobre factores tales como los límites internacionales, los cuales en ciertos sectores, como en la región de Antofagasta, no se ajustan a los límites de las cuencas respectivamente.

Asimismo, se consideran en esta nueva redefinición un aumento en la jerarquización de las cuencas, más allá de la subsubcuenca definida en 1978. En el caso del Salar de Atacama la subdivisión de la cuenca queda definida en 9 subcuencas, en comparación a las 3 subcuencas definidas en 1978.

A pesar de este gran avance en la delimitación de la cuenca y respectiva subdivisión, es necesario realizar un estudio a una escala más local y enfocada en la Cuenca del Salar de Atacama, puesto que la

¹ Banco Nacional de Aguas

morfología del paisaje apreciable a simple vista, da cuenta de la existencia de más quebradas y por ende, una mayor sectorización de la cuenca más allá de la definida por la DGA en el 2014, especialmente cuando se requiere realizar un estudio hidrológico de detalle para la modelación conceptual y numérica del Salar de Atacama.

Debido a este antecedente, SQM ha desarrollado un estudio morfométrico de la cuenca del Salar de Atacama con el fin de establecer un dominio geográfico acorde con las características topográficas del sector y así, contar un dominio hidrológico que permita caracterizar los eventos hidrológicos de la cuenca. Como resultado de este estudio morfométrico, se ha definido una delimitación para la cuenca del Salar de Atacama y sobre esta base, la delimitación de subcuencas de acuerdo a los criterios técnicos establecidos en este análisis.

De acuerdo a lo anterior, en este informe se detallan los antecedentes, metodología y resultados considerados en la delimitación de la cuenca del Salar de Atacama, con el fin de establecer el dominio geográfico e hidrológico de análisis para el Salar de Atacama.

I.2 OBJETIVOS

El objetivo general de este análisis es el establecer un dominio hidrológico (cuenca) que permita caracterizar el comportamiento hidrológico del Salar de Atacama. Para esto, se contemplan los siguientes objetivos específicos:

- Delimitar la cuenca del Salar de Atacama haciendo uso de las herramientas tecnológicas existentes a la fecha y aplicando criterios técnicos que permitan
- Establecer las unidades hidrológicas que configuran la cuenca. Finalmente, a partir del uso de herramientas SIG², se continuará con la
- Definición de las características principales de estas unidades tales como la superficie, perímetro y orden jerárquico de cauces.

I.3 ANTECEDENTES

Debido a la variación y evolución en la superficie y delimitación de la cuenca según los estudios oficiales y privados previo al 2013, la División de Estudios y Planificación de la DGA en junio de 2013, planteó la necesidad de hacer una revisión de la definición de las Cuencas BNA, identificando los principales problemas y proponer la mejora, actualización o creación de una nueva definición de cuencas. Esta propuesta originó en el 2014 la “Redefinición de la clasificación red hidrográfica a nivel Nacional” realizada por el Centro de Información de Recursos Naturales, CIREN (SDT N°356).

Las características principales de este estudio se indican a continuación:

1. El proceso de delimitación se realizó utilizando una base topográfica de elevación ASTER GDEM V.2, cuyo pixel es de 30 m, la red de drenaje del IGM a escala 1:50.000 y el uso de imágenes satelitales Landsat 8, año 2013 y 2014.

² Sistemas de Información Geográfico

2. Se realiza una jerarquización de la red de cuencas . Adicional a esta jerarquización, se contempló una subdivisión adicional al nivel sub-subcuenca.
3. Se ajustaron los límites de la cuenca en concordancia con los límites internacionales. Durante el proceso de definición, se pudo comprobar que la topografía representada por el DEM es más detallada que la topografía representada en las carta de curvas de nivel del IGM 1:50.0000, poniendo en evidencia que en ciertas situaciones la línea de cuencas se aleja del límite internacional (DGA, 2014b). En la figura se ilustra el problema expuesto anteriormente.

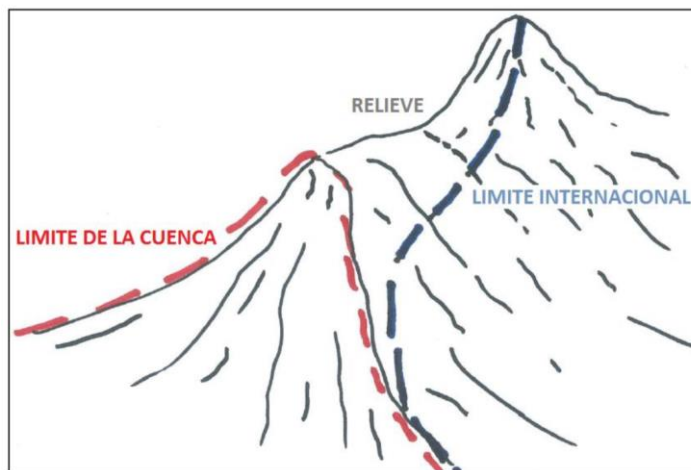


Figura I-1. Esquema que representa el problema de los límites de la cuenca y los límites internacionales. Fuente: DGA, 2014b

4. En contraposición a la situación anteriormente expuesta, en el caso de las cuencas que hidrográficamente cruzan los límites internacionales se delimitó en función si las aguas evacuaban hacia Chile (DGA, 2014b), es decir, se priorizó la delimitación hidrográfica.
5. Dado que la delimitación se ha realizado sobre un DEM, las líneas modeladas se han suavizado mediante la aplicación de filtros SIG.

En la Figura I-2 se muestra el resultado obtenido para la región de Antofagasta, en donde se puede apreciar que la cuenca del Salar de Atacama (BNA 0205) queda subdividida por 9 subcuencas (Tabla I-1), totalizando una superficie de 17.019,8 km². Asimismo, se aprecia como la cuenca se extiende al noreste y sureste de los límites internacionales.



Figura I-2. Cuencas hidrográficas de la II Región. Fuente: DGA, 2014b

Tabla I-1. Subcuencas del Banco Nacional de Aguas actualizado para la Cuenca del Salar de Atacama. Fuente: DGA, 2014b

CÓDIGO	NOMBRE	SUPERFICIE (km ²)
020500	Salar de Atacama y Afluentes	9.784,2
020501	Río San Pedro	1.483,8
020502	Río Vilama	534,2
020503	Llano de la Paciencia	1926,0
020504	Quebrada del Agua Colorada	868,4
020505	Pampa de Socompa	834,1
020506	Río Tulán	784,3
020507	Río Mitguaca	189,0
020508	Quebrada Mal Paso	615,8
0205	Cuenca Salar de Atacama	17.019,8

I.4 METODOLOGÍA

La base topográfica para la realización del análisis morfométrico ha sido el DEM SRTM con un tamaño de píxel de 30 m. En función de esta base topográfica, se procedió con la definición automática de las cuencas a partir del procesamiento de la base topográfica seleccionada en base a una interpretación geomorfológica de la misma, a partir de la herramienta 'ArcHydroTool' del ArcGIS (ESRI, 2011), con la cual es posible definir las cuencas de forma automática para cada una de las quebradas o segmentos de corriente de un mismo orden según la red de drenaje generada.

No obstante, el dominio geológico sobre la red de drenaje no llega a ser reproducido completamente por el DEM en toda la cuenca, por ese motivo, se considera de forma adicional realizar un análisis de información de apoyo complementaria. Esta información corresponde a:

- Imágenes satelitales.
- Cartografía Geológica escala 1:100:000:
 - o Geología del área San Pedro de Atacama, Región de Antofagasta (Henríquez, Becerra, & Arriagada, 2014)
 - o Geología del área Cerro Lila-Peine, Región de Antofagasta (Niemeyer, 2013).
 - o Geología del área Sierra Mariposa, Región de Antofagasta (Cortés, 2012).
- Cartografía Geológica escala 1:250.000:
 - o Geología de la hoja Toconao, Región de Antofagasta (Ramírez & Gardewed, 1982)
- Cartografía topográfica del Instituto Geográfico Militar, escala 1:250.000. Equidistancia de curvas cada 100 m.
- Red hidrográfica del Instituto Geográfico Militar, escala 1:250.000.
- Adicionalmente, se ha considerado la sectorización definida por Mardones (1986) para el Salar de Atacama (Figura I-3).

En base al análisis de esta información adicional, se procedió con la edición manual de las zonas, definiendo a continuación la superficie, perímetro, coordenada este y norte (ambas en WGS84 UTM

Zona 19 Sur) del centroide de cada zona, cota máxima, promedio y mínima de cada zona, longitud axial, ancho promedio y el orden de Strahler³ de cada subcuenca (Strahler, 1989).

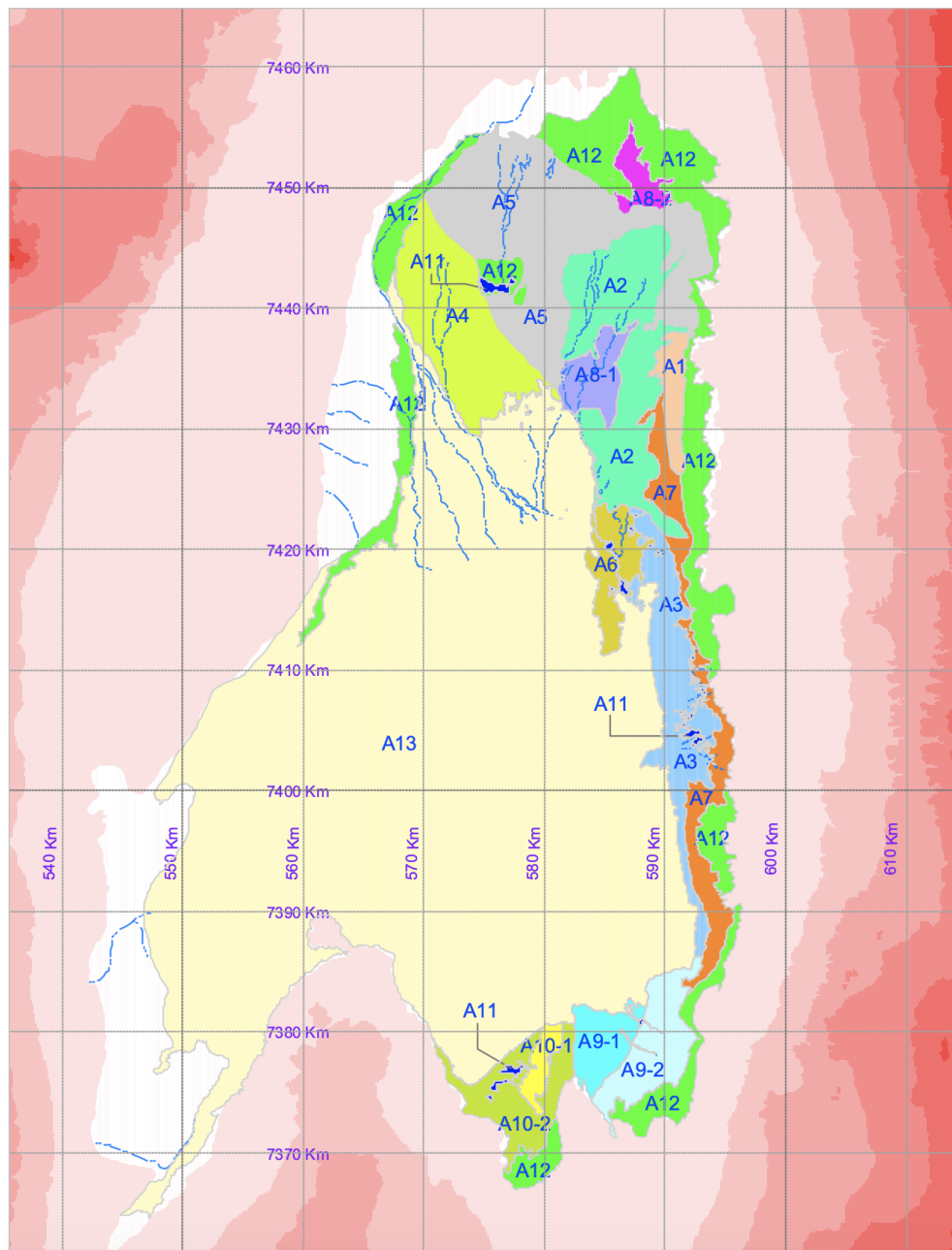


Figura I-3. Zonificación de Mardones. Cada zona lleva descrita una litología tipo, un valor de profundidad promedio y una tasa de evaporación asociada. Fuente: DGA, 2010.

³ El número de Strahler es una forma numérica para definir el tamaño de una corriente, basándose en la jerarquía de los afluentes.

I.5 RESULTADOS

I.5.1 Delimitación de cuencas y subcuencas

Meditante la herramienta ArcHydro Tools del ArcGIS, se realiza el proceso automático de delimitación de la cuenca del Salar de Atacama y de las subcuencas que la componen. Esta primera delimitación se realiza de forma automática, obteniendo la delimitación de cada una de las quebradas que son posibles de distinguir en el DEM. A partir de esta definición de celdas unitarias⁴, se realiza una agrupación de las mismas hasta obtener la delimitación de cada una de las subcuencas y por lo tanto, de la cuenca en general. En la Figura I-4 se ejemplifica el proceso anteriormente mencionado, en donde la cuenca del ejemplo ha sido definida a partir del agrupamiento de cada una de las cuencas de primer orden o celdas unitarias que la componen, cuyo agrupamiento genera las cuencas de segundo orden y a su vez, el agrupamiento de las cuencas de segundo orden generan las cuencas de tercer orden y así sucesivamente hasta obtener la cuenca del orden objetivo que se desee (Strahler, 1989).

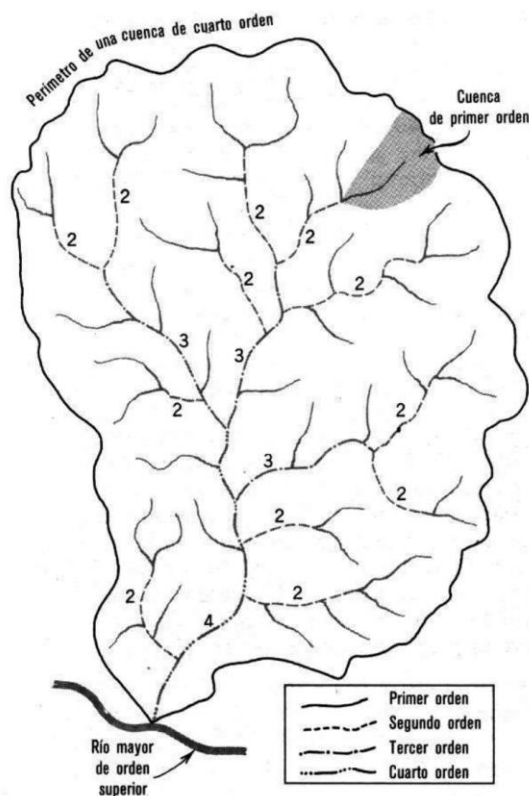


Figura I-4. Definición de una cuenca a partir del agrupamiento de distintas cuencas de primer orden. Fuente: Strahler, 1989

Para el proceso de agrupamiento, fue necesario realizar dicho agrupamiento de forma manual apoyándose en el material adicional expuesto en el apartado de la metodología. De acuerdo a esto, se han definido cada una de las subcuencas de acuerdo a los siguientes criterios:

⁴ Se denomina celda unitaria a una cuenca de primer orden (sin tributarios asociados)

1. A partir del cruce entre las cuencas obtenidas del proceso automático, la red hidrográfica, la topografía del IGM y el DEM, se pudo discretizar y agrupar cada una de las cuencas en función de la relación hidrológica de sus cauces. De esta manera, se pudo caracterizar el orden de cada una de las subcuencas definidas.
2. El criterio para caracterizar cada una de las subcuencas ha sido el mismo que se ha considerado en DGA (2014b), es decir, se ha considerado definir las subcuencas de todos aquellos cauces que llegaban al Salar o por lo menos a un lugar común de “desembocadura”. La agrupación de estas subcuencas define la cuenca del Salar de Atacama.
3. Con base a lo anterior, las características geológicas son importantes de considerar durante este agrupamiento y definición de las respectivas subcuencas. A modo de ejemplo, esto es evidente en las laderas de ignimbritas del sector este del Salar, en donde la escorrentía ha avanzado desde las partes altas hacia el Salar pero creando incisiones sobre la roca sin ninguna geoforma clásica de valle que permita distinguir los límites entre cuencas (Figura I-5), por lo que aquí la definición automática mediante el DEM será limitada, exigiendo realizar un trabajo a criterio del especialista en base a la información de apoyo disponible.



Figura I-5. Sección en el sector noreste del Salar sobre las laderas de ignimbritas erosionadas por los cauces que van en dirección hacia el salar. Fuente: Elaboración propia

4. Complementando el numeral anterior, existe la necesidad de aplicar criterios hidrogeológicos al proceso de delimitación, en especial en el Salar. Considerando los antecedentes disponibles y utilizados en este sector que dan cuenta de las propiedades hidrogeológicas de los materiales allí presentes (Mardones, 1986), se ha decidido zonificar el sector del núcleo y la zona marginal como dos sectores dentro de la cuenca del Salar de Atacama.

Asimismo, se distingue un sector aluvial cuya génesis se debe a la coalescencia de los abanicos aluviales de las diversas quebradas que se movilizan hacia el salar. La presencia de estos materiales favorece la infiltración de los flujos permanentes o esporádicos en este lugar, antes de su llegada al Salar, por lo que no es posible distinguir una clara delimitación entre subcuencas en ausencia de formas evidentes y clásicas a un valle. Por esta razón, se ha decidido generar un sector aluvial adicional a los dos sectores indicados en el párrafo anterior.

Para la correcta aplicación de los criterios indicados en el numeral 3 y 4, se ha procedido a realizar un análisis de imágenes satelitales, para lo cual se ha realizado una combinación de bandas 7 4 1 de una imagen landsat 7 de febrero de 2000 (acorde temporalmente con la definición del DEM) con el fin de visualizar aspectos destacables del entorno. Asimismo, se ha hecho uso de la banda 4 de la misma imagen satelital con variación en el contraste, con el fin de resaltar aspectos litológicos y estructurales a considerar durante la delimitación de acuerdo a la experiencia de Álvarez (1984). Estos insumos más la cartografía geológica indicada en el apartado I.4 y el mapeo en superficie de Mardones (1989) (Figura I-3), se ha procedido a agrupar y delimitar cada una de las subcuencas según el contexto hidrogeológico que las caracteriza.

Con base a lo anterior, se han definido las subcuencas y sectores en la cuenca del Salar de Atacama de acuerdo a lo presentado en la Figura I-6, definiendo una cuenca de 16.998 km². Comparando esta delimitación con la definida en DGA(2014b), se aprecian pequeñas diferencias producto del trazado salvo en un sector según lo presentado en la Figura I-7. Por lo general, los sectores que no están considerados en la delimitación obtenida de este estudio morfométrico según la delimitación de la DGA (2014b), y viceversa, se deben a interpretaciones posibles que para fines de este análisis resultan aceptables y de poca significancia. Sin embargo, el sector destacado en amarillo parece presentar una discrepancia obtenida del proceso automático sin posterior análisis y depuración. En la Figura I-8 se ilustra la discrepancia percibida en ese sector.

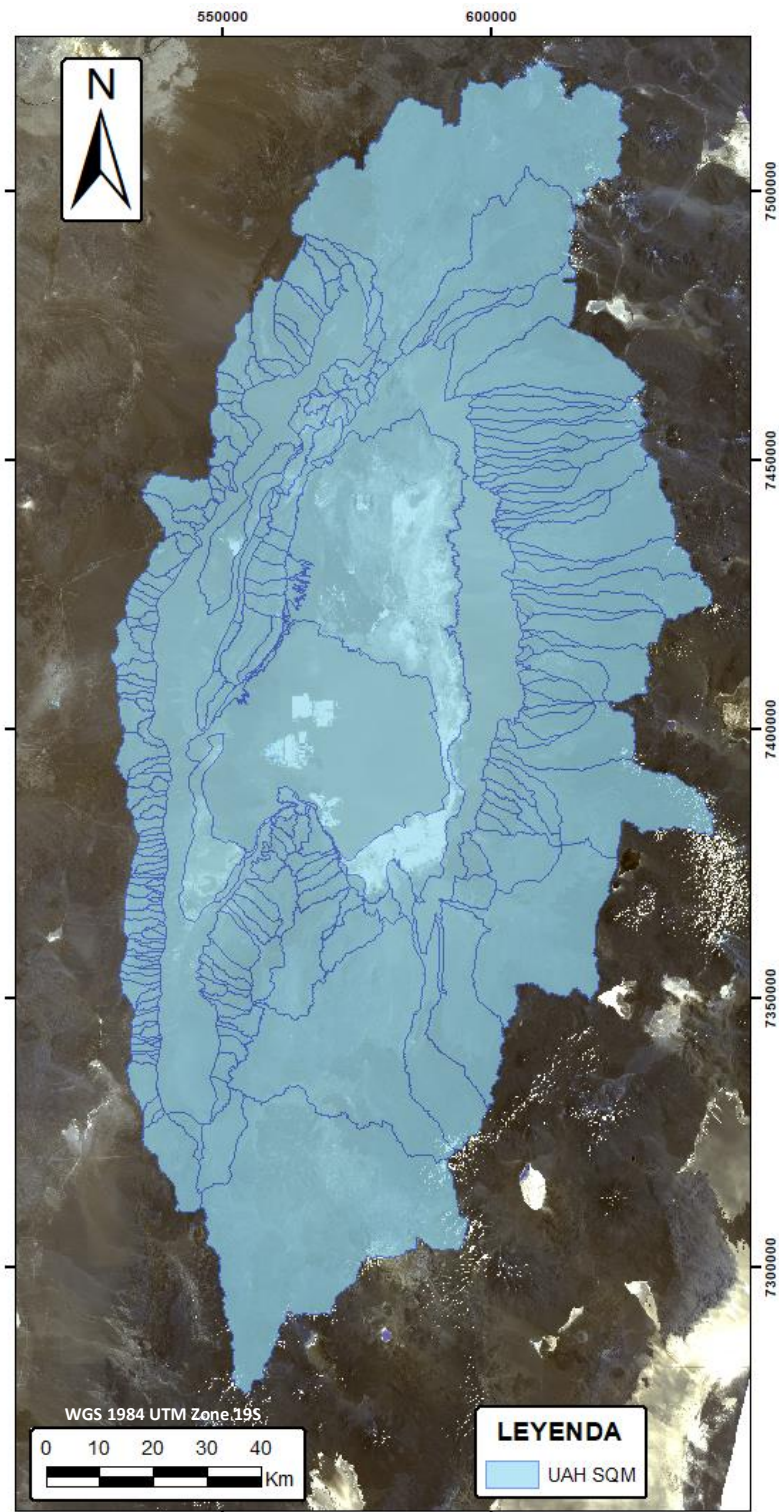


Figura I-6. Unidades Hidrológicas de Análisis (UHA) de la Cuenca del Salar de Atacama obtenidas del análisis morfométrico aplicado. Fuente: elaboración propia.

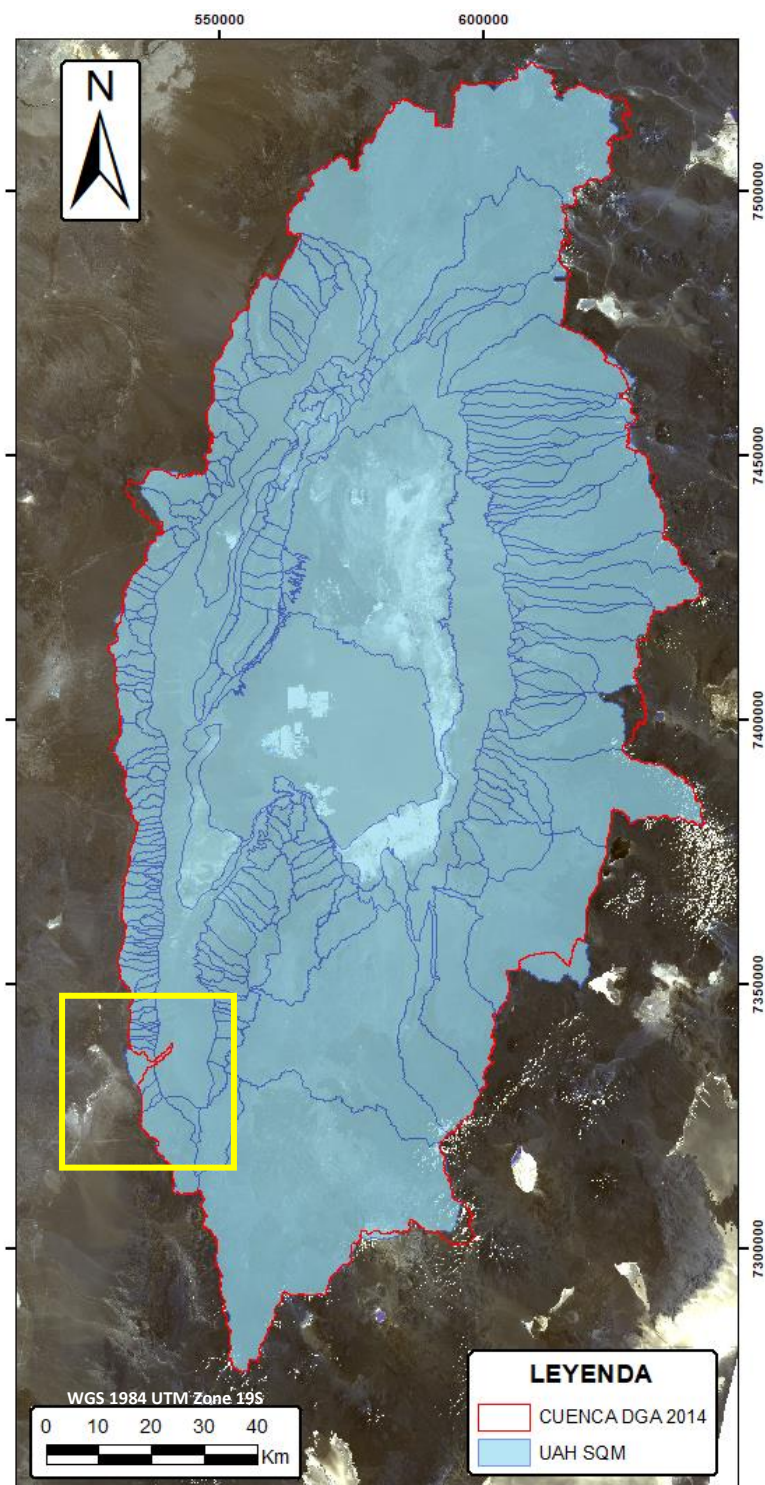


Figura I-7. Diferencias entre la delimitación de la cuenca obtenida por el estudio morfométrico y la definida según DGA (2014b). El cuadrante amarillo indica uno de los sectores de no coincidencia entre ambas fuentes. Fuente: elaboración propia.

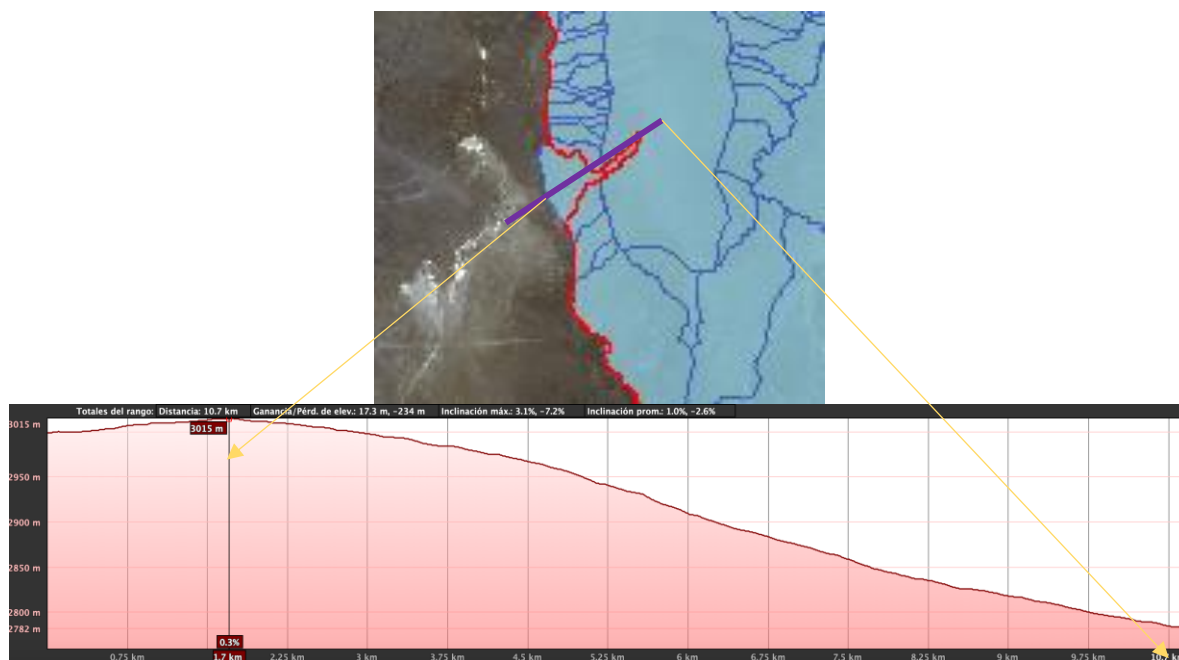


Figura I-8. Perfil del sector suroeste de la cuenca del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia

En la Figura I-8 se aprecia que la delimitación de la DGA cruza por una ladera, más no por la divisoria como lo realiza la delimitación obtenida de este estudio morfométrico. Este sector originado entre la delimitación DGA y la delimitación del estudio morfométrico representa menos del 1% de la superficie total de la cuenca según DGA (2014b). Por esta razón y considerando además la robustez del trabajo generado por la DGA (2014b), se decide utilizar la delimitación de la cuenca generada en ese trabajo con la modificación de la delimitación en el sector indicado en la Figura I-8 de acuerdo a la delimitación obtenida en el estudio morfométrico.

De esta manera, las subcuencas originadas del estudio morfométrico se ajustan a la cuenca de la DGA (2014b), generando una superficie de 17.044,3 km². En la Figura I-9 se presenta el mapa resultado de la delimitación a utilizar para el presente trabajo. En la Tabla se detallan los parámetros morfométricos obtenidos de cada subcuenca y/o sector.

A modo de resumen, en la Figura I-10 se indican las zonas identificadas en la cuenca del Salar de Atacama, agrupadas en función de las características geológicas, hidrológicas e hidrogeológicas de cada uno de los sectores identificados.

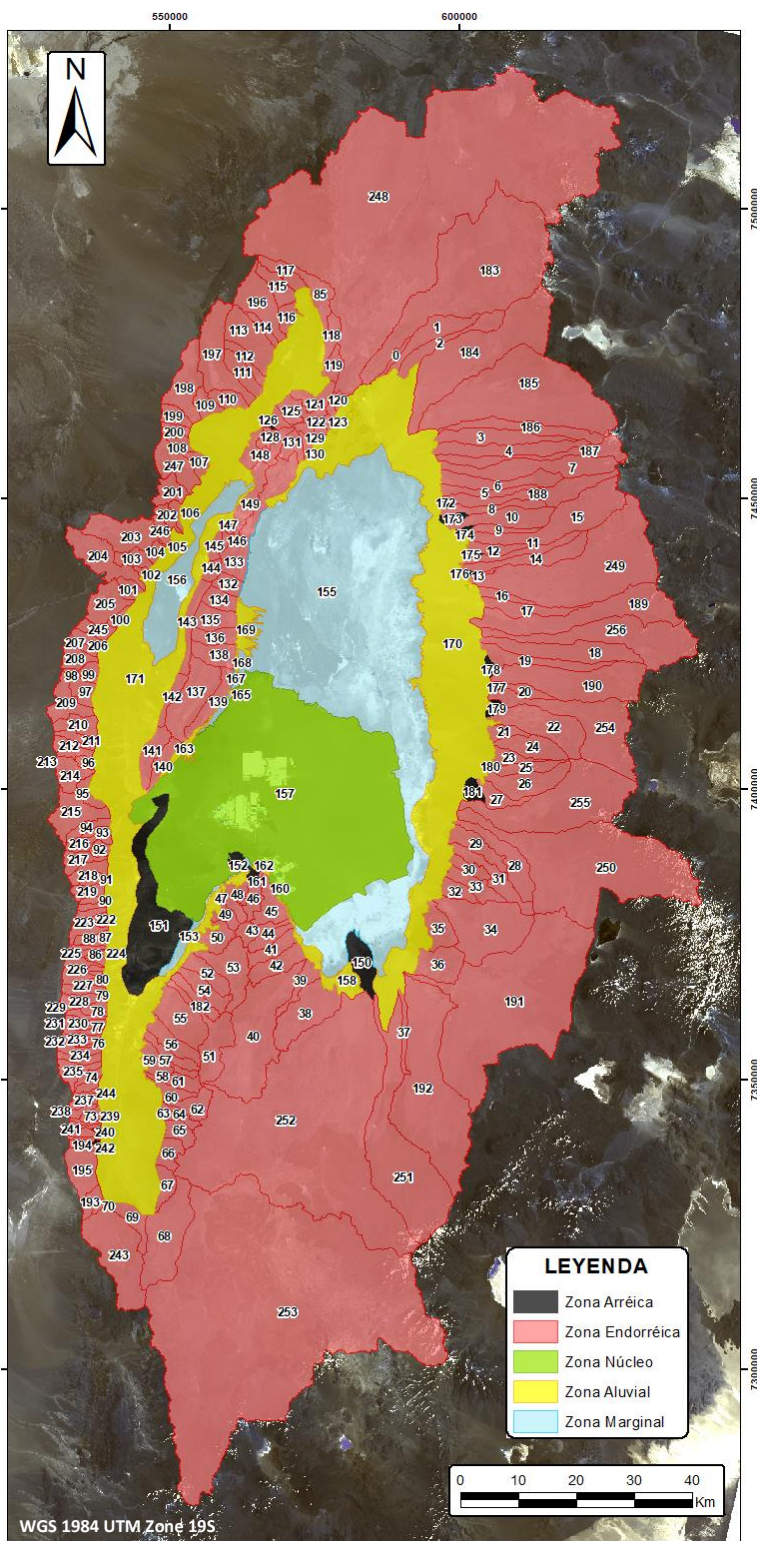


Figura I-9. Cuenca y Subcuencas del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia

Tabla I-2. Características principales de las Subcuencas del Salar de Atacama. Fuente: elaboración propia

ID	TIPO UNIDAD	ÁREA (km ²)	PERÍMETRO (km)	COORDENADAS DE CENTROIDE wgs84		COTA PROMEDIO (msnm)	COTA MÁXIMA (msnm)	COTA MÍNIMA (msnm)	LONGITUD AXIAL (km)	ANCHO PROMEDIO (km)	ORDEN DE CUENCA
				ESTE (m)	NORTE (m)						
0	Endorréica	6,208	19,084	589047,090	7474662,797	2783,802	2983,145	2551,124	8,078	0,768	2
1	Endorréica	40,114	44,899	595565,297	7478516,349	3168,847	4115,199	2578,126	17,356	2,311	3
2	Endorréica	37,507	49,891	598491,031	7477370,383	3379,366	4627,227	2604,126	20,542	1,826	2
3	Endorréica	47,301	53,304	606058,116	7460682,667	3297,759	4714,229	2496,123	24,314	1,945	3
4	Endorréica	52,364	58,362	608406,482	7458640,232	3500,430	4943,240	2452,119	27,288	1,919	3
5	Endorréica	19,828	39,555	604354,271	7451414,897	3016,380	4060,198	2408,118	17,879	1,109	3
6	Endorréica	41,406	48,110	607060,784	7453143,728	3335,274	5037,247	2414,117	21,006	1,971	3
7	Endorréica	78,842	71,711	613572,006	7455411,277	3963,455	5581,272	2435,117	32,022	2,487	3
8	Endorréica	24,084	40,591	605552,358	7448562,925	2693,627	3394,164	2379,116	13,194	1,825	2
9	Endorréica	13,538	29,288	606705,932	7444736,356	3041,575	3790,185	2500,122	13,426	1,008	3
10	Endorréica	46,374	43,450	608398,966	7446660,933	3321,726	4787,235	2410,118	17,681	2,623	3
11	Endorréica	23,716	46,869	611124,663	7441151,132	3383,634	4632,225	2427,119	21,012	1,129	2
12	Endorréica	17,395	28,475	605824,750	7441451,254	2929,765	3549,173	2478,122	11,645	1,494	2
13	Endorréica	4,519	14,436	603388,397	7436716,244	2644,049	2916,144	2476,122	5,657	0,799	1
14	Endorréica	42,300	51,012	613281,269	7440091,980	3535,336	4875,236	2422,118	22,698	1,864	3
15	Endorréica	106,960	70,563	618462,518	7446880,431	4267,505	5382,262	2487,122	28,980	3,793	4
16	Endorréica	11,991	22,422	607347,316	7433314,935	2880,540	3352,163	2521,123	10,333	1,161	2
17	Endorréica	29,690	42,290	611666,632	7431102,302	3186,013	4060,198	2551,124	18,955	1,566	3
18	Endorréica	71,243	62,170	618766,830	7423871,369	3508,379	4613,224	2499,122	26,811	1,585	2
19	Endorréica	38,039	53,518	613162,353	7422214,113	3481,438	5147,252	2498,123	28,220	2,366	3
20	Endorréica	13,650	25,287	611400,110	7416910,347	3134,917	3580,175	2669,131	11,753	1,161	3
21	Endorréica	12,564	19,319	607790,692	7409827,618	2846,908	3341,163	2582,125	7,498	1,676	2
22	Endorréica	72,809	47,644	614789,791	7410783,725	3582,284	5610,274	2599,127	16,006	4,549	4
23	Endorréica	14,700	25,230	608885,515	7405416,123	2980,910	4101,200	2644,128	9,953	1,477	2
24	Endorréica	36,037	29,884	612625,787	7407216,731	3453,488	5282,257	2642,128	13,274	2,715	3
25	Endorréica	19,003	29,743	611593,965	7403740,737	3353,504	5281,257	2633,128	13,614	1,396	2
26	Endorréica	49,100	38,011	611886,953	7401322,895	3344,860	5279,258	2582,125	14,892	3,297	3
27	Endorréica	20,125	27,608	606580,996	7398685,926	2834,753	3351,163	2523,122	8,921	2,256	2
28	Endorréica	48,348	47,556	608209,522	7387762,664	3145,039	3790,185	2354,114	19,464	2,484	3
29	Endorréica	28,455	32,241	602978,152	7390205,188	2740,826	3285,159	2351,114	12,144	2,343	2
30	Endorréica	13,949	19,590	601808,518	7386423,484	2760,961	3305,160	2427,119	7,808	1,787	1
31	Endorréica	37,889	47,988	606061,194	7384680,599	3114,827	3873,188	2361,115	19,093	1,985	3
32	Endorréica	15,635	19,105	599608,787	7382446,166	2685,041	3412,166	2438,120	7,550	2,071	2
33	Endorréica	25,053	29,087	602659,312	7383350,958	2936,839	3451,168	2460,120	11,472	2,184	2
34	Endorréica	123,042	54,730	604514,380	7376290,200	3136,285	3886,191	2379,116	17,945	6,857	4

ID	TIPO UNIDAD	ÁREA (km2)	PERÍMETRO (km)	COORDENADAS DE CENTROIDE wgs84		COTA PROMEDIO	COTA MÁXIMA	COTA MÍNIMA	LONGITUD AXIAL	ANCHO PROMEDIO	ORDEN DE
35	Endorréica	29,275	27,717	596501,180	7376125,731	2649,687	3071,150	2350,115	6,725	4,354	2
36	Endorréica	40,979	27,931	596760,320	7369862,344	2787,411	3109,152	2396,118	8,051	5,090	2
37	Endorréica	11,832	32,666	590426,171	7358163,527	2717,079	3028,148	2438,120	14,259	0,830	1
38	Endorréica	72,009	46,184	573503,400	7361480,068	2736,406	3326,164	2331,113	13,017	5,532	3
39	Endorréica	18,970	31,224	572721,854	7366517,027	2591,230	3037,149	2312,112	10,801	1,756	2
40	Endorréica	169,771	86,385	564728,342	7357448,187	3098,831	3610,176	2366,117	28,312	5,997	3
41	Endorréica	21,449	26,394	567717,856	7372430,541	2595,582	2960,144	2317,114	9,349	2,294	2
42	Endorréica	30,241	29,013	568541,071	7369854,347	2683,889	3270,160	2323,112	10,917	2,770	3
43	Endorréica	17,387	26,884	564942,469	7375715,307	2712,522	2984,144	2313,112	9,870	1,762	2
44	Endorréica	15,661	20,799	567025,800	7374378,402	2583,518	2962,144	2311,112	8,828	1,774	3
45	Endorréica	27,963	29,569	567245,240	7379898,043	2508,074	2867,141	2304,111	6,167	4,534	1
46	Endorréica	16,900	26,691	564488,928	7381235,602	2587,987	2895,140	2324,112	9,088	1,860	2
47	Endorréica	10,393	18,157	561188,158	7379685,779	2637,663	2965,143	2305,111	5,766	1,802	2
48	Endorréica	10,551	20,009	561829,732	7382375,997	2513,826	2838,139	2305,111	3,569	2,956	1
49	Endorréica	11,543	20,003	559838,917	7377986,888	2630,747	2965,143	2347,115	4,712	2,450	2
50	Endorréica	21,631	27,132	558309,497	7374460,055	2571,137	2959,145	2318,114	6,136	3,525	2
51	Endorréica	54,903	58,258	557173,180	7356838,560	3177,516	3668,180	2338,115	18,978	2,893	3
52	Endorréica	23,861	25,364	556628,053	7368144,349	2595,851	3072,149	2332,113	9,513	2,508	3
53	Endorréica	52,496	46,477	560653,156	7369008,832	2836,731	3222,157	2377,117	12,450	4,216	3
54	Endorréica	25,164	29,102	556232,847	7365435,312	2690,354	3210,157	2347,115	10,723	2,347	3
55	Endorréica	56,611	34,064	552054,371	7360499,821	2695,575	3383,164	2324,112	11,398	4,967	3
56	Endorréica	26,074	30,365	550563,529	7356482,582	2819,440	3549,173	2400,117	11,108	2,347	1
57	Endorréica	17,035	28,154	550330,606	7354290,390	2917,070	3618,177	2459,120	11,268	1,512	3
58	Endorréica	13,407	31,350	549238,524	7353371,820	2890,047	3670,179	2499,122	10,606	1,264	2
59	Endorréica	10,880	17,200	547995,299	7352042,169	2840,081	3136,154	2594,125	5,973	1,821	2
60	Endorréica	12,981	23,145	550496,540	7347960,287	3102,312	3576,176	2739,134	6,392	2,031	1
61	Endorréica	17,477	26,714	551715,438	7349643,465	3182,603	3669,179	2702,131	10,368	1,686	3
62	Endorréica	23,441	27,302	554261,350	7345683,142	3401,925	3592,175	2974,144	8,949	2,619	2
63	Endorréica	3,419	11,264	550415,555	7345020,960	3182,591	3440,168	2994,145	4,299	0,795	1
64	Endorréica	9,746	18,435	551874,814	7343281,671	3340,395	3593,174	3025,146	6,595	1,478	1
65	Endorréica	16,545	18,849	551815,086	7340853,626	3408,124	3657,179	3096,152	5,396	3,066	2
66	Endorréica	18,668	20,760	550109,811	7337322,091	3444,438	3827,188	3126,154	3,296	5,664	2
67	Endorréica	16,433	21,186	549355,239	7331825,995	3508,239	3805,184	3146,155	4,647	3,536	2
68	Endorréica	99,817	53,576	549545,829	7323050,644	3669,067	4474,217	3221,157	13,624	7,326	4
69	Endorréica	22,045	27,887	543737,641	7325546,978	3461,562	4107,201	3074,149	8,802	2,505	1
70	Endorréica	3,259	7,924	537811,905	7328168,241	3179,405	3374,163	3056,150	3,243	1,005	1
71	Arréica	1,373	4,926	537385,811	7339054,291	2920,313	3009,147	2872,140	0,000	0,000	0

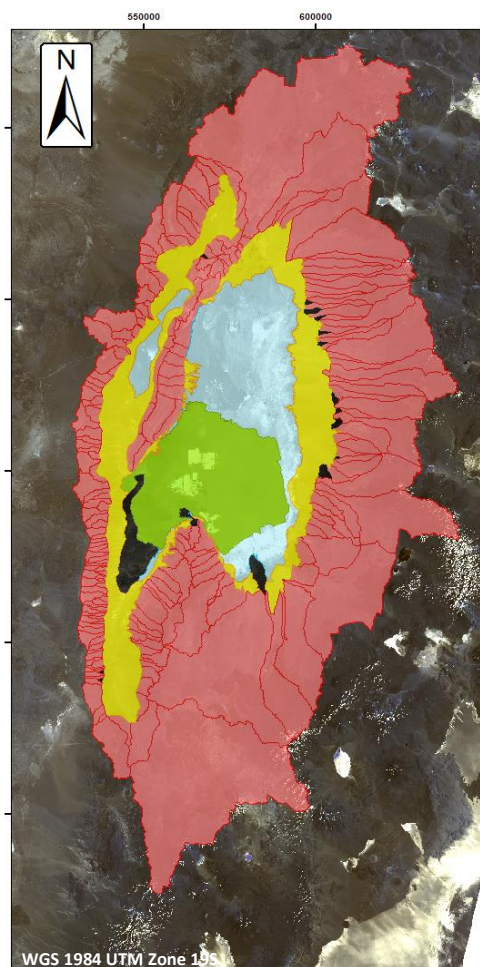
ID	TIPO UNIDAD	ÁREA (km2)	PERÍMETRO (km)	COORDENADAS DE CENTROIDE wgs84		COTA PROMEDIO	COTA MÁXIMA	COTA MÍNIMA	LONGITUD AXIAL	ANCHO PROMEDIO	ORDEN DE
72	Arréica	1,360	5,375	537558,675	7341467,055	2924,623	3054,148	2866,141	0,000	0,000	0
73	Endorréica	6,944	11,109	536476,918	7343799,374	2991,908	3299,161	2820,138	3,742	1,856	1
74	Endorréica	7,945	15,507	536082,381	7350434,553	2859,484	3315,160	2646,130	5,882	1,351	1
75	Endorréica	2,187	9,857	536475,438	7355858,843	2759,617	3008,147	2598,127	4,456	0,491	1
76	Endorréica	3,536	11,417	535871,821	7357421,492	2830,479	3199,156	2591,126	5,053	0,700	1
77	Endorréica	4,962	13,867	536723,446	7359955,112	2759,617	3272,159	2536,125	5,884	0,843	2
78	Endorréica	5,919	11,388	536865,416	7361796,690	2759,610	3127,154	2510,122	4,861	1,218	2
79	Endorréica	3,664	10,889	537941,228	7362792,477	2662,489	2986,147	2533,123	4,317	0,849	1
80	Endorréica	3,379	8,538	537396,904	7366729,313	2752,664	3092,150	2579,126	3,458	0,977	1
81	Endorréica	2,787	8,188	537161,547	7369072,606	2821,811	3095,150	2638,129	3,215	0,867	1
82	Endorréica	1,375	6,191	537288,418	7368340,381	2797,323	3011,147	2644,128	2,675	0,514	1
83	Endorréica	2,854	8,901	537668,554	7370447,395	2770,568	3037,149	2612,127	3,514	0,812	1
84	Endorréica	3,644	10,019	537366,811	7371463,235	2796,150	3071,150	2613,127	3,757	0,970	1
85	Endorréica	28,431	35,020	575562,802	7485330,354	3014,600	3436,169	2664,129	11,445	2,484	3
86	Endorréica	4,218	14,301	535988,364	7372773,081	2943,024	3438,168	2599,127	6,354	0,664	1
87	Endorréica	3,635	11,544	537708,892	7373547,196	2740,432	3079,151	2562,124	4,944	0,735	1
88	Endorréica	8,052	15,332	536454,414	7374388,112	2865,699	3321,162	2554,123	6,474	1,244	1
89	Endorréica	2,900	7,827	538385,864	7376959,759	2625,910	2822,137	2523,122	2,840	1,021	1
90	Endorréica	4,496	10,571	536665,329	7380896,832	2725,842	3139,153	2515,121	4,323	1,041	1
91	Endorréica	8,443	13,026	536987,680	7384474,995	2650,614	3018,148	2434,118	4,832	1,747	1
92	Endorréica	7,720	11,512	538030,179	7389715,051	2556,815	2943,143	2405,116	3,549	2,176	1
93	Endorréica	6,537	13,274	537739,767	7392612,716	2566,648	2782,135	2418,119	5,509	1,187	1
94	Endorréica	12,411	21,362	535813,347	7393279,365	2680,655	3261,159	2416,119	8,101	1,532	2
95	Endorréica	12,066	20,738	536077,389	7399249,330	2684,029	3057,150	2447,120	4,496	2,683	1
96	Endorréica	5,798	10,461	535424,815	7404617,422	2656,673	2807,138	2555,123	3,154	1,839	1
97	Endorréica	15,579	17,545	535030,712	7416899,496	2779,398	3150,154	2587,127	4,822	3,231	3
98	Endorréica	6,825	15,991	534389,716	7419527,267	2885,386	3194,155	2598,127	6,189	1,110	1
99	Endorréica	7,549	10,667	536295,590	7420587,455	2732,724	3062,149	2590,126	3,648	2,069	2
100	Endorréica	5,740	13,356	541114,177	7429526,414	2591,102	2871,140	2477,122	3,645	1,575	1
101	Endorréica	11,798	15,419	542959,422	7434585,524	2663,092	3127,154	2389,117	5,088	2,319	2
102	Endorréica	2,640	7,940	545023,932	7437774,560	2770,074	3138,154	2450,120	2,792	0,946	1
103	Endorréica	15,983	20,559	543761,389	7439723,650	3061,116	3259,159	2458,121	6,956	2,298	3
104	Endorréica	6,888	11,849	547489,545	7440920,901	2667,113	3130,153	2436,120	2,749	2,506	1
105	Endorréica	4,817	8,642	549070,098	7443526,192	2651,949	3135,151	2475,119	3,088	1,560	1
106	Endorréica	5,610	15,248	551238,779	7447565,195	2725,756	3183,154	2442,119	4,933	1,137	1
107	Endorréica	12,692	18,105	554654,778	7456430,003	2646,941	2994,145	2466,122	5,586	2,272	2
108	Endorréica	7,775	14,271	552023,022	7459647,550	2879,814	3223,156	2663,129	4,483	1,735	1

ID	TIPO UNIDAD	ÁREA (km2)	PERÍMETRO (km)	COORDENADAS DE CENTROIDE wgs84		COTA PROMEDIO	COTA MÁXIMA	COTA MÍNIMA	LONGITUD AXIAL	ANCHO PROMEDIO	ORDEN DE
109	Endorréica	14,817	18,859	556265,001	7466381,573	2978,469	3247,159	2599,127	5,185	2,858	1
110	Endorréica	16,263	18,505	560053,379	7467226,024	2783,714	3251,158	2462,120	6,409	2,538	2
111	Endorréica	22,872	23,223	562569,787	7471733,612	2818,257	3384,164	2472,120	10,069	2,272	3
112	Endorréica	13,649	24,320	563094,072	7473912,011	2907,176	3402,165	2513,122	10,013	1,363	2
113	Endorréica	50,691	34,250	563748,700	7477607,339	3040,737	3463,168	2582,125	11,947	4,243	3
114	Endorréica	8,849	18,980	566112,975	7479406,457	3062,118	3336,164	2785,134	8,404	1,053	2
115	Endorréica	22,269	24,926	568525,458	7486647,401	3339,919	3509,172	3109,152	9,154	2,433	2
116	Endorréica	12,883	19,965	570332,442	7481408,346	3059,006	3304,160	2780,136	3,623	3,556	1
117	Endorréica	19,114	24,962	569619,032	7489012,211	3356,406	3534,171	3093,150	9,269	2,062	2
118	Endorréica	15,023	20,290	577978,040	7478226,727	2746,574	2930,143	2524,122	4,796	3,132	2
119	Endorréica	14,086	18,893	578260,546	7473077,917	2604,897	2787,137	2513,122	5,707	2,468	2
120	Endorréica	6,742	11,596	579049,589	7467063,414	2544,086	2697,133	2450,120	2,770	2,434	2
121	Endorréica	18,795	24,325	575008,554	7467462,918	2557,470	2714,131	2422,118	7,407	2,538	3
122	Endorréica	14,620	22,187	575202,091	7463525,940	2481,630	2650,129	2386,118	6,369	2,296	2
123	Endorréica	3,537	7,592	577328,393	7463256,560	2435,020	2570,125	2394,116	2,654	1,333	2
124	Endorréica	3,212	8,763	577855,889	7465183,284	2540,916	2651,129	2418,119	2,805	1,145	1
125	Endorréica	15,328	18,134	570960,490	7465305,069	2508,614	2658,130	2406,119	5,338	2,872	2
126	Endorréica	7,839	13,240	568806,728	7463645,590	2480,901	2594,125	2396,118	4,098	1,913	2
127	Arréica	1,680	6,515	567209,433	7462609,620	2434,514	2529,124	2393,116	0,000	0,000	0
128	Endorréica	13,551	21,514	567750,002	7460754,545	2473,077	2595,125	2392,116	5,581	2,428	2
129	Endorréica	8,008	13,821	573673,354	7461854,192	2477,058	2605,126	2388,117	4,880	1,641	1
130	Endorréica	5,513	11,855	573600,338	7459371,167	2409,462	2580,126	2373,115	3,333	1,654	1
131	Endorréica	15,659	20,466	571212,479	7459037,567	2445,581	2589,127	2368,116	6,016	2,603	2
132	Endorréica	14,142	15,979	560144,736	7435271,002	2425,309	2578,126	2323,112	5,466	2,587	2
133	Endorréica	75,017	69,830	565140,300	7446853,627	2452,558	2615,126	2322,113	5,100	14,709	2
134	Endorréica	17,756	18,467	558717,123	7432606,445	2424,449	2557,126	2321,113	6,175	2,876	2
135	Endorréica	26,224	22,224	557606,954	7429395,640	2413,976	2544,123	2320,113	7,798	3,363	3
136	Endorréica	19,929	22,268	557916,943	7426367,953	2388,559	2530,123	2317,114	7,792	2,558	2
137	Endorréica	68,374	43,580	553942,949	7415890,078	2381,527	2489,122	2312,112	14,985	4,563	3
138	Endorréica	26,570	23,497	557888,892	7423292,370	2386,803	2508,123	2312,112	7,919	3,355	3
139	Endorréica	27,391	33,617	557433,949	7415079,717	2357,436	2429,119	2309,113	10,422	2,628	1
140	Endorréica	17,357	25,179	548887,782	7404880,012	2407,438	2462,120	2312,112	9,902	1,753	1
141	Endorréica	26,583	28,706	547092,583	7406067,555	2397,072	2461,120	2317,114	10,095	2,633	2
142	Endorréica	13,591	24,251	550558,252	7416015,737	2402,123	2461,120	2353,114	7,858	1,730	1
143	Endorréica	23,802	38,816	553977,530	7428809,886	2443,902	2565,124	2333,113	16,051	1,483	1
144	Endorréica	8,773	13,774	557325,305	7437621,184	2498,729	2586,127	2344,113	2,748	3,193	1
145	Endorréica	7,896	13,851	557944,375	7441730,991	2485,796	2610,127	2334,113	3,213	2,458	1

ID	TIPO UNIDAD	ÁREA (km2)	PERÍMETRO (km)	COORDENADAS DE CENTROIDE wgs84		COTA PROMEDIO	COTA MÁXIMA	COTA MÍNIMA	LONGITUD AXIAL	ANCHO PROMEDIO	ORDEN DE
146	Endorréica	4,557	10,393	559466,478	7442826,290	2564,566	2615,126	2349,115	3,975	1,146	1
147	Endorréica	1,585	5,308	560199,209	7444612,225	2503,030	2599,127	2358,116	1,949	0,813	1
148	Endorréica	25,025	33,515	565603,689	7458096,979	2430,932	2565,124	2351,114	6,685	3,743	3
149	Endorréica	29,818	36,324	563867,891	7450084,914	2502,048	2610,127	2340,114	7,624	3,911	2
150	Arréica	34,578	33,258	583104,284	7370246,135	2384,758	2585,125	2306,114	0,000	0,000	0
151	Arréica	166,679	88,781	546754,284	7378035,158	2366,638	2490,122	2304,111	0,000	0,000	0
152	Arréica	12,187	21,751	562629,734	7386898,857	2328,663	2525,122	2292,111	0,000	0,000	0
153	Zona Marginal	18,416	56,511	553353,516	7374715,365	2308,930	2359,115	2303,111	0,000	0,000	0
154	Zona Marginal	0,916	5,462	563590,097	7387524,362	2304,684	2315,111	2304,111	0,000	0,000	0
155	Zona Marginal	1498,382	435,479	581024,679	7424267,089	2317,236	2386,118	2289,112	0,000	0,000	0
156	Zona Marginal	130,297	88,809	552252,272	7436130,695	2328,486	2353,114	2322,113	0,000	0,000	0
157	Núcleo	1328,080	221,566	568844,678	7397095,096	2304,303	2377,117	2256,111	0,000	0,000	0
158	Zona Aluvial	36,759	64,942	577886,581	7368807,384	2343,811	2481,121	2303,111	0,000	0,000	0
159	Zona Aluvial	0,052	1,111	568249,376	7382040,233	2309,588	2318,114	2304,111	0,000	0,000	0
160	Zona Aluvial	0,118	2,896	567700,067	7382997,012	2305,583	2313,112	2304,111	0,000	0,000	0
161	Zona Aluvial	5,688	13,047	561888,042	7384499,542	2339,870	2406,119	2297,113	0,000	0,000	0
162	Zona Aluvial	1,669	8,310	566099,527	7386000,291	2311,810	2338,115	2304,111	0,000	0,000	0
163	Zona Aluvial	13,858	49,048	552473,615	7406711,548	2312,618	2361,115	2304,111	0,000	0,000	0
164	Zona Aluvial	0,652	5,041	559501,231	7415348,768	2311,003	2318,114	2306,114	0,000	0,000	0
165	Zona Aluvial	0,277	2,049	560417,486	7416633,469	2310,421	2317,114	2303,111	0,000	0,000	0
166	Zona Aluvial	0,070	1,247	560698,675	7417285,401	2307,741	2312,112	2305,111	0,000	0,000	0
167	Zona Aluvial	1,106	4,600	561496,257	7419081,405	2309,738	2320,113	2304,111	0,000	0,000	0
168	Zona Aluvial	0,419	2,956	561623,087	7420452,008	2309,969	2317,114	2306,114	0,000	0,000	0
169	Zona Aluvial	27,081	77,698	563147,595	7427546,077	2316,322	2338,115	2307,113	0,000	0,000	0
170	Zona Aluvial	915,637	410,472	593903,993	7425148,678	2408,853	2803,136	2303,111	0,000	0,000	0
171	Zona Aluvial	1216,034	559,792	549032,981	7403556,001	2507,559	3400,166	2305,111	0,000	0,000	0
172	Arréica	1,816	6,565	597702,465	7449235,674	2454,707	2556,126	2390,117	0,000	0,000	0
173	Arréica	5,520	12,063	598868,313	7446702,341	2496,669	2677,132	2375,114	0,000	0,000	0
174	Arréica	1,733	7,678	600815,612	7444684,705	2557,284	2691,131	2473,120	0,000	0,000	0
175	Arréica	1,710	8,632	601918,518	7440348,155	2607,034	2775,134	2509,123	0,000	0,000	0
176	Arréica	1,732	7,215	601623,657	7437214,146	2525,643	2652,129	2436,120	0,000	0,000	0
177	Arréica	1,759	6,733	606410,488	7417513,173	2733,236	2832,138	2618,128	0,000	0,000	0
178	Arréica	4,360	9,925	605408,400	7420997,538	2714,470	2879,141	2553,124	0,000	0,000	0
179	Arréica	5,386	11,243	606081,990	7413976,900	2791,020	3045,147	2602,126	0,000	0,000	0
180	Arréica	0,489	3,284	606098,180	7404005,243	2720,505	2788,137	2656,131	0,000	0,000	0
181	Arréica	9,923	13,442	602343,507	7399662,967	2561,682	2908,143	2412,117	0,000	0,000	0
182	Endorréica	17,427	26,042	554650,163	7364093,456	2661,111	3146,155	2330,114	10,806	1,613	3

ID	TIPO UNIDAD	ÁREA (km2)	PERÍMETRO (km)	COORDENADAS DE CENTROIDE wgs84		COTA PROMEDIO	COTA MÁXIMA	COTA MÍNIMA	LONGITUD AXIAL	ANCHO PROMEDIO	ORDEN DE
183	Endorréica	386,599	123,734	602988,461	7489390,585	4122,201	5972,291	2497,123	42,415	9,044	5
184	Endorréica	199,598	89,284	603617,683	7475411,901	3652,098	5962,290	2433,118	28,875	6,826	4
185	Endorréica	288,259	90,400	611129,419	7467696,432	3884,777	5933,289	2460,120	35,130	8,430	4
186	Endorréica	46,058	66,788	612214,846	7462052,278	3875,660	5602,273	2549,125	29,538	1,560	3
187	Endorréica	47,946	75,327	614563,616	7457645,190	4056,665	5636,276	2451,119	32,689	1,467	3
188	Endorréica	60,575	68,987	613488,538	7451124,241	3825,280	5150,251	2424,117	30,901	1,966	3
189	Endorréica	130,384	89,626	622243,762	7430308,073	3973,303	5615,272	2445,118	34,275	3,809	4
190	Endorréica	125,266	65,877	620485,418	7418618,359	3826,481	5590,273	2640,129	26,922	4,611	4
191	Endorréica	487,657	141,340	608924,083	7363406,978	3668,963	4754,231	2363,114	33,855	16,238	5
192	Endorréica	281,731	104,767	595064,129	7348588,519	3281,711	4623,225	2362,115	40,236	7,012	5
193	Endorréica	11,141	16,298	536509,210	7328953,896	3220,221	3546,174	2998,147	6,468	1,706	1
194	Endorréica	6,968	12,980	535064,358	7338709,810	3066,931	3328,163	2889,141	5,075	1,359	2
195	Endorréica	36,613	27,061	534974,255	7334385,206	3043,821	3334,161	2866,141	5,204	7,031	2
196	Endorréica	50,603	41,899	565522,867	7483979,200	3273,610	3517,173	2786,137	14,691	3,358	3
197	Endorréica	73,848	54,343	558365,212	7474949,976	3159,273	3567,175	2489,122	18,575	3,913	3
198	Endorréica	52,251	43,882	552996,093	7469940,555	3162,202	3561,173	2719,133	13,972	3,633	3
199	Endorréica	13,858	17,377	550863,257	7464304,021	3053,779	3254,158	2751,134	6,434	2,128	3
200	Endorréica	10,176	15,293	550784,167	7461807,936	3021,424	3270,160	2753,133	5,035	1,980	2
201	Endorréica	20,722	25,317	550098,925	7451316,095	3005,736	3353,163	2506,124	5,705	3,583	3
202	Endorréica	10,531	17,809	549611,460	7447083,766	2921,889	3333,162	2456,121	4,495	2,314	2
203	Endorréica	57,586	46,767	542016,528	7444212,402	3287,826	4278,209	2501,122	14,854	3,979	3
204	Endorréica	54,088	49,638	538017,770	7440067,072	3193,536	4280,209	2379,116	14,433	2,344	3
205	Endorréica	36,225	30,416	539091,748	7432024,678	2867,757	3180,155	2462,120	8,857	3,919	4
206	Endorréica	9,414	15,020	535765,135	7426006,134	2908,615	3206,158	2663,129	5,602	1,672	2
207	Endorréica	7,933	15,586	535145,814	7424591,585	2901,629	3212,156	2686,132	5,738	1,372	1
208	Endorréica	17,129	20,622	533825,179	7422631,523	2942,634	3207,157	2655,128	6,326	2,521	3
209	Endorréica	30,636	34,661	532277,676	7414915,928	2981,383	3203,155	2574,124	9,361	3,505	3
210	Endorréica	20,174	22,403	534267,154	7411086,441	2795,732	3208,157	2538,124	7,684	2,611	3
211	Endorréica	9,627	17,845	534016,107	7409043,052	2802,639	3207,157	2541,124	7,284	1,317	2
212	Endorréica	11,733	19,993	532840,383	7407699,980	2876,867	3196,157	2557,126	7,285	1,584	2
213	Endorréica	7,706	16,865	533933,767	7406217,718	2785,912	3178,156	2568,126	6,198	1,236	2
214	Endorréica	25,567	25,214	532893,196	7402693,243	2858,716	3170,155	2540,124	7,046	3,561	3
215	Endorréica	44,259	40,698	533522,491	7395708,892	2805,245	3326,164	2433,118	10,223	4,079	3
216	Endorréica	13,691	21,658	535743,974	7390698,379	2732,556	3325,161	2399,117	8,227	1,661	2
217	Endorréica	15,915	22,313	534364,276	7387747,853	2843,924	3353,163	2445,118	7,925	1,978	2
218	Endorréica	14,689	21,255	536001,368	7385911,411	2726,427	3144,152	2432,118	7,325	1,976	2
219	Endorréica	12,155	17,231	535831,230	7382406,794	2774,302	3100,151	2471,120	5,879	2,058	1

ID	TIPO UNIDAD	ÁREA (km2)	PERÍMETRO (km)	COORDENADAS DE CENTROIDE wgs84		COTA PROMEDIO	COTA MÁXIMA	COTA MÍNIMA	LONGITUD AXIAL	ANCHO PROMEDIO	ORDEN DE
220	Endorréica	4,952	12,211	536507,616	7379823,462	2768,885	3199,156	2503,121	4,930	0,997	2
221	Endorréica	5,987	13,689	536343,200	7378697,292	2810,140	3261,159	2511,122	5,601	1,059	1
222	Endorréica	6,862	14,416	536443,926	7377535,580	2804,440	3283,159	2522,122	5,880	1,160	1
223	Endorréica	11,052	21,186	535314,100	7375495,714	2990,749	3450,168	2542,123	7,887	1,381	2
224	Endorréica	5,509	15,476	534820,605	7371892,736	3072,527	3474,168	2613,127	6,653	0,822	2
225	Endorréica	10,086	17,695	534334,162	7369971,472	3111,286	3484,169	2653,129	6,907	1,441	2
226	Endorréica	12,235	18,926	534118,936	7367697,888	3093,717	3463,168	2634,127	6,920	1,741	2
227	Endorréica	13,078	19,503	535244,308	7365479,936	2959,709	3415,165	2553,124	7,551	1,715	2
228	Endorréica	15,325	21,587	534322,505	7363532,378	3025,158	3556,175	2550,124	7,694	1,971	2
229	Endorréica	6,227	16,772	535288,063	7361091,931	2948,077	3575,173	2512,122	6,936	0,896	2
230	Endorréica	8,331	17,726	534344,653	7359502,904	3049,823	3611,176	2558,125	6,945	1,185	2
231	Endorréica	6,163	16,091	535074,409	7358284,664	2952,744	3626,178	2577,127	6,976	0,880	1
232	Endorréica	8,462	16,805	534047,017	7356730,350	3051,773	3629,177	2605,126	7,031	1,201	2
233	Endorréica	9,557	17,946	534230,587	7355173,944	2995,300	3586,176	2606,128	7,524	1,263	2
234	Endorréica	11,909	19,432	534627,610	7353725,796	2925,053	3547,174	2608,128	7,534	1,565	2
235	Endorréica	18,143	25,452	533625,675	7351469,597	3010,311	3394,164	2639,129	7,662	2,262	3
236	Endorréica	3,178	11,150	535495,348	7347617,085	2996,739	3335,161	2746,135	4,745	0,660	1
237	Endorréica	9,073	14,977	535287,237	7346249,102	3041,319	3386,166	2768,136	5,483	1,630	1
238	Endorréica	5,206	12,930	534929,255	7344571,281	3128,769	3453,168	2828,139	5,306	0,969	2
239	Endorréica	3,112	13,090	535615,079	7342680,109	3096,722	3451,168	2851,139	5,540	0,560	1
240	Endorréica	4,219	13,707	534904,379	7342028,692	3149,325	3448,169	2864,139	5,647	0,739	2
241	Endorréica	6,721	13,446	535110,406	7340802,418	3096,811	3387,166	2868,141	5,549	1,200	2
242	Endorréica	3,320	13,831	535531,548	7339890,300	3051,731	3329,163	2870,140	5,533	0,584	1
243	Endorréica	111,970	56,627	541122,094	7319850,765	3700,269	4472,218	3081,150	19,097	5,873	4
244	Endorréica	6,124	13,537	536034,450	7348855,398	2901,263	3317,163	2647,130	4,454	1,374	1
245	Endorréica	13,706	18,504	537438,432	7427515,547	2831,443	3205,155	2533,123	6,388	2,153	2
246	Endorréica	5,285	12,408	548469,414	7445713,531	2953,747	3333,162	2549,125	4,340	1,170	1
247	Endorréica	37,988	32,772	550970,546	7455802,559	2913,519	3334,161	2484,120	10,335	3,660	3
248	Endorréica	1466,679	288,266	593889,085	7502105,566	3994,895	5890,287	2452,119	65,615	21,984	6
249	Endorréica	267,740	93,551	621979,535	7438476,563	4120,795	5506,270	2510,122	31,343	8,462	4
250	Endorréica	369,397	128,943	623324,967	7386576,505	4166,851	5783,281	2365,114	44,345	8,336	5
251	Endorréica	244,939	122,456	590223,885	7337791,053	3644,832	6218,304	2437,120	37,017	6,625	4
252	Endorréica	873,584	190,440	573852,988	7341467,832	3215,884	5883,286	2356,116	46,724	18,700	5
253	Endorréica	1459,363	234,803	567337,421	7309299,361	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
254	Endorréica	129,847	81,605	622346,949	7410689,916	4075,737	5645,274	2591,126	25,820	1,239	3
255	Endorréica	188,097	81,060	618105,262	7397798,967	3837,956	5784,281	2387,117	27,382	6,046	4
256	Endorréica	136,245	97,589	628194,888	7425996,550	4282,623	6002,292	2519,123	37,579	3,620	4



ZONA NÚCLEO

Superficie: 1328,1 km²

N° Unidades: 1

Se caracteriza por presentar poca variación altitudinal, siendo prácticamente una superficie totalmente plana sin escorrentía superficial durante todo el año. La litología de esta zona es prácticamente costra salina de Cloruro de Sodio. Se considera que esta superficie representa la cota más baja de la cuenca.

ZONA MARGINAL

Superficie: 1648 km²

N° Unidades: 4

Se caracteriza por presentar gradientes topográficos muy bajos sin escorrentía superficial durante todo el año, salvo por el Canal de Burro Muerto originado por la surgencia de agua subterránea. La litología de esta zona es fundamentalmente de tipo carbonatada, sulfatada, clorurada y detrítica tipo arena fina, limo y arcilla más materia orgánica, con contenidos de humedad perceptibles en una imagen satelital producto de niveles someros de agua subterránea, lo que en algunos sectores puede justificar la presencia de cuerpos lagunares debido a la dinámica con la interfaz agua-salmuera.

ZONA ALUVIAL

Superficie: 2219,4 km²

N° Unidades: 14

Se caracteriza por presentar gradientes topográficos bajos a medios sin escorrentía superficial durante mayor parte del año, salvo durante eventos de crecidas. La litología de esta zona es de tipo detrítico aluvial y en pequeñas proporciones de tipo eólico. En esta zona la escorrentía proveniente de las subcuencas se infiltra recargando los acuíferos asociados.

ZONA DE SUBCUENCAS

Superficie: 11596,5 km²

N° Unidades: 222

Presenta dos dominios divididos por un eje norte sur: la subzona Andina (Este) se caracteriza por presentar gradientes topográficos medios a altos, con escorrentía superficial permanente o intermitente durante el año. En esta subzona la red de drenaje está condicionada por las litologías volcánicas que caracterizan este lugar. En esta subzona se encuentran las quebradas y ríos que recargan el Salar, cuyo recurso proviene de las precipitaciones en las zonas altas y medias de la cuenca. La subzona Domeyko (Oeste) los gradientes son generalmente altos sin escorrentía permanente durante todo el año, salvo en eventos de precipitación considerables.

ZONA ARRÉICA

Superficie: 252,3 km²

N° Unidades: 16

Se caracteriza por presentar características topográficas y litológicas combinadas que impiden ser agrupadas en la clasificación anterior y a su vez, no permiten la generación de algún tipo de escorrentía durante todo el año.

Figura I-10. Zonificación morfométrica del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia

I.6 CONCLUSIONES

Se ha realizado una recopilación de los antecedentes disponibles que presentan como parte de sus resultados, la delimitación de la cuenca del Salar de Atacama. De manera complementaria, se ha realizado un análisis morfométrico de la cuenca con el fin de generar la delimitación de la cuencas y subcuencas del Salar de Atacama, utilizando la última tecnología disponible para la realización de este tipo de trabajos. En base a lo anterior, se pudo comprobar que la delimitación de la cuenca obtenida del estudio morfométrico coincide con la última delimitación generada por la DGA en la actualización de las cuencas y subcuencas del Banco Nacional de Aguas (DGA, 2014b), salvo un sector al suroeste de la cuenca que fue modificado de acuerdo a la delimitación realizada en este trabajo por el titular. Finalmente, la delimitación de las subcuencas del estudio morfométrico se han ajustado a la delimitación de la cuenca del Salar de Atacama obtenida por la DGA, obteniendo de esta manera una zona denominada Endorréica y cuatro zonas denominadas núcleo, zona marginal, zona aluvial y zona arréica, totalizando 253 subcuencas totalizando una superficie de 17.044,3 km².

I.7 BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, E. (1984). Exploración del Salar de Pedernales (Atacama) mediante imágenes Landsat procesadas por computador. *Revista Geológica de Chile*, N21, 77-97.
- DGA. (2014). *Informe Técnico Inventario de Cuencas, Subcuencas, Subsubcuencas de Chile*. Santiago: División de Estudios y Planificación, Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.
- DGA. (2014b). *Redefinición de la clasificación red hidrográfica a nivel nacional (Informe Final) (SDT N°356)*. Santiago: Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN).
- ESRI. (2011). *Arc hydro Tools - Tutorial*. New York: ESRI.
- Henríquez, G. S., Becerra, J., & Arriagada, C. (2014). *Geología del área San Pedro de Atacama, región de Antofagasta, escala 1:100.000*. Santiago: SERNAGEOMIN.
- Mardones, L. (1986). Características geológicas e hidrogeológicas del Salar de Atacama. En G. Lagos, *El litio, un nuevo recurso para Chile* (págs. 181-216).
- Niemeyer, H. (2013). *Geología del área Cerro Lila-Peine, Región de Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 147, 1 mapa escala 1:100.000*. Santiago.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2006). *Reglamento Técnico* (Vols. Volumen III - Hidrología). Ginebra: OMM-N°49.
- Ramírez, C., & Gardewed, M. (1982). *Geología de la hoja Toconao, Región de Antofagasta. Escala 1:250.000*. Santiago: SERNAGEOMIN.
- Strahler, A. (1989). *Geografía Física* (Vol. Tercera Edición). Omega.
- USGS. (2005). *Shuttle Radar Topography Mission*. United States Geological Survey (USGS).

MC1-II. TRATAMIENTO DE DATOS DE PRECIPITACIÓN



II.1 INTRODUCCIÓN

Para la caracterización de la precipitación, se ha realizado un inventario de las estaciones meteorológicas con registros de precipitación existentes en la cuenca del Salar de Atacama, las cuales se indican en la Tabla II-1 y Figura II-1. Estas estaciones pluviométricas son propiedad de la Dirección General de Aguas (DGA), la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), Insitituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Albemarle y SQM, las cuales han sido consideradas dado el carácter público que tienen, por ser de prioridad de SQM, o bien, por la posibilidad de consultar los registros en los informes de seguimiento ambiental, como es el caso de la estación Rockwood⁵ de Albemarle. En el caso de las estaciones Imilac, El Tatio, Paso Jama y Paso Sico que se encuentran fuera de la cuenca del Salar de Atacama, han sido consideradas dentro de la recopilación inicial, dado que estas estaciones han sido definidas como parte del monitoreo meteorológico de la DGA para la cuenca del Salar de Atacama, según se indica en el SDT N° 392 de 2016 (DGA, 2016).

Tabla II-1. Estaciones Meteorológicas con registros de precipitación en la cuenca del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia.

ESTACION	COORDENADAS WGS84			FUENTE	PERIODO DE REGISTRO
	ESTE (m)	NORTE (m)	ALTURA (m s.n.m.)		
Camar	606.057	7.410.866	2.721	DGA	1979-2018
Imilac	521.881	7.327.295	3.000	DGA	1974-1977
El Tatio	601.295	7.527.990	4.329	DGA	1977-2018
Monturaqui	557.103	7.307.450	3.430	DGA	1974-1979
Peine	595.137	7.380.682	2.390	DGA	1974-2018
Rio Grande	585.548	7.494.766	3.217	DGA	1977-2018
San Pedro De Atacama	581.987	7.466.178	2.445	DGA	1959-2018
Socaire	613.092	7.390.963	3.248	DGA	1974-2017
Talabre	613.530	7.421.080	3.255	DGA	1995-2018
Toconao Experimental	602.388	7.434.809	2.500	DGA	1975-2007
Toconao Retén	601.191	7.434.294	2.460	DGA	1975-1991
Paso Jama	632.989	7.464.136	4.825	DGA	2016-2018
Paso Sico	658.720	7.364.239	4.323	DGA	2016-2018
Toconao Pueblo	601.777	7.435.573	2.492	DGA	2016-2018
Toconao Quebrada 1	621.564	7.431.858	3.990	DGA	2016-2018
Toconao Quebrada 4	612.592	7.438.698	3.437	DGA	2016-2018
Toconao DGAC	601.775	7.435.530	2.495	DGAC	2013-2018
Camar	605.881	7.411.033	2.694	INIA	2017-2018
San Pedro de Atacama	580.648	7.463.770	2.416	INIA	2010-2018
Socaire	613.252	7.390.661	3.357	INIA	2010-2018

⁵ Hasta finales del año 2016 esta estación se conocía como SCL. Posteriormente y hasta la fecha, esta estación se conoce como "Rockwood". No obstante, los registros corresponden a la misma estación meteorológica.

ESTACION	COORDENADAS WGS84			FUENTE	PERIODO DE
Toconao	601.607	7.435.045	2.478	INIA	2010-2018
Chaxa	583.530	7.424.240	2.307	SQM	1999-2018
KCL	561.376	7.396.240	2.300	SQM	2005-2018
SOP	562.717	7.403.324	2.300	SQM	2011-2018
LZA10-1	578.689	7.373.409	2.304	SQM	2015-2018
LZA7-1	591.697	7.394.060	2.301	SQM	2015-2018
LZA7-2	593.889	7.388.689	2.302	SQM	2015-2018
LZA3-1	590.919	7.403.563	2.300	SQM	2015-2018
LZA3-2	590.646	7.408.473	2.301	SQM	2015-2018
LZA12-2	593.220	7.394.904	2.306	SQM	2015-2018
LZA12-3	589.174	7.451.500	2.351	SQM	2015-2018
LZA12-1	592.021	7.417.657	2.309	SQM	2015-2018
LZA3-3	590.638	7.416.254	2.302	SQM	2015-2018
LZA9-1	584.312	7.380.450	2.301	SQM	2015-2018
Rockwood	568.771	7.385.238	2.300	Albemarle	1997-2018

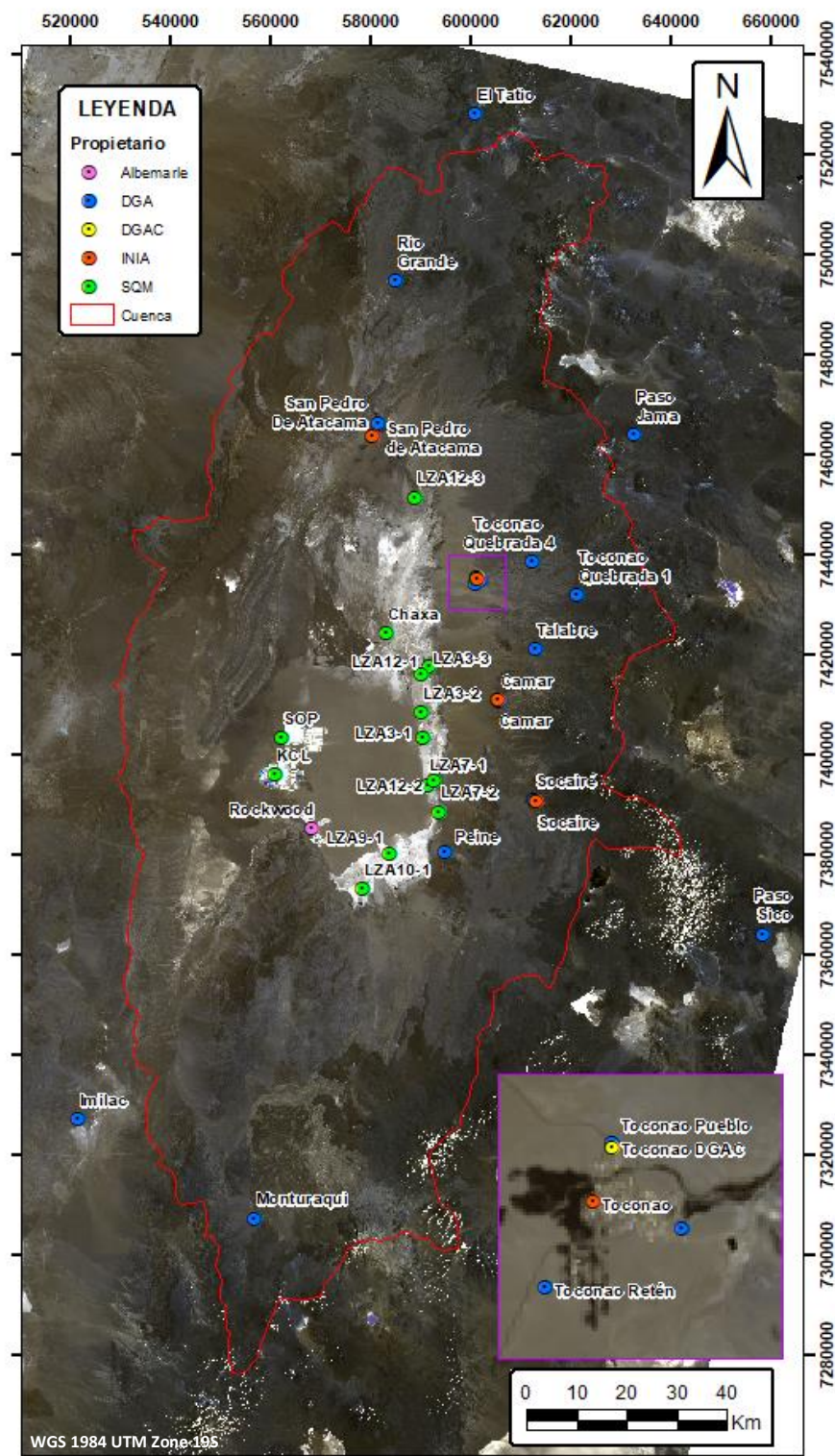


Figura II-1. Localización de las Estaciones Meteorológicas consideradas para la evaluación de la precipitación. Fuente: elaboración propia.

En la Figura II-2 se presentan los datos de precipitación mensual de tres estaciones de la cuenca: la estación KCL (SQM) ubicada a 2300 m s.n.m., Socaire (DGA) ubicada a 3248 m s.n.m., y El Tatio (DGA) ubicada a 4329 m sn.m.

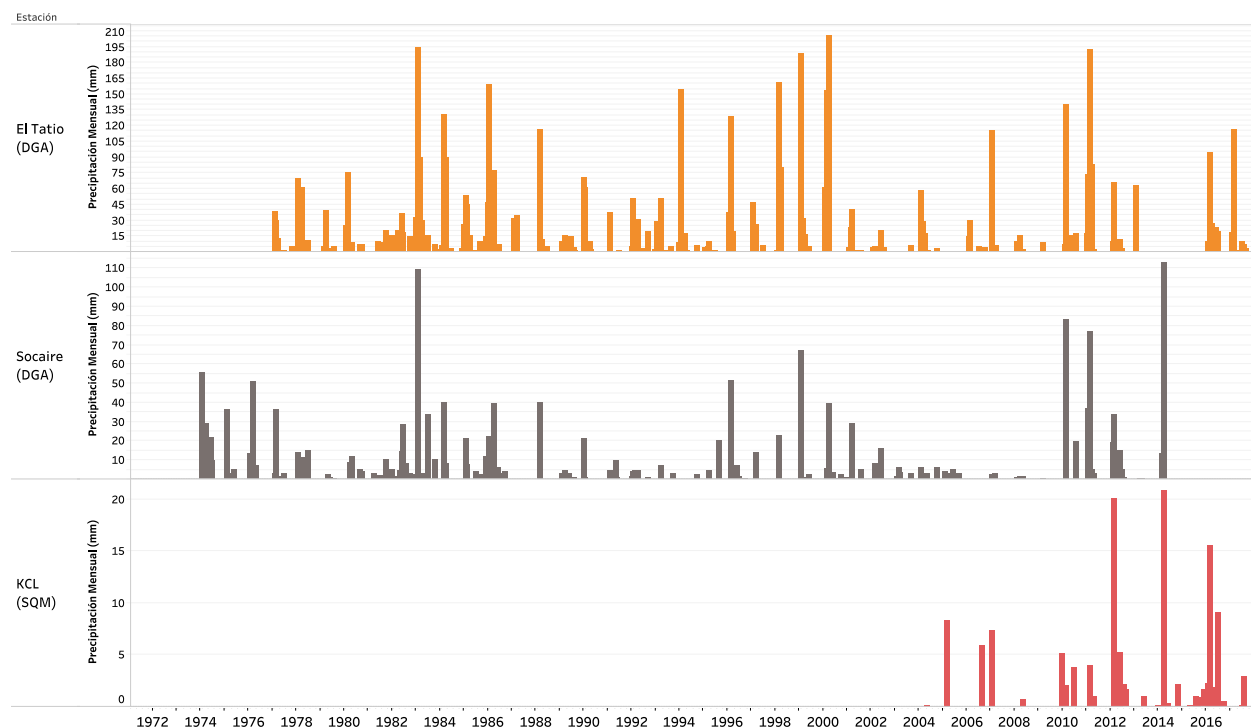


Figura II-2. Precipitación Mensual en las estaciones El Tatio (DGA), Socaire (DGA) y KCL (SQM). Fuente: Elaboración propia

En la Figura II-2 se aprecia como las precipitaciones aumentan con la altura. Asimismo, se aprecian que los eventos de mayor precipitación asociados a las épocas estivales, se distribuyen temporalmente de forma casi aleatoria y sin ningún tipo de patrón relevante que permita definir la recurrencia de estas grandes tormentas. Esto se evidencia, por ejemplo, con las grandes precipitaciones simultaneas durante la primera mitad de la década de los 80, principios del año 2000 o a partir del año 2010, las cuales vienen sucedidas por eventos de menor o nula magnitud durante varios años. Por otro lado, la ausencia de información en los registros justo durante la ocurrencia de grandes eventos, dificulta la interpretación de las lluvias en la cuenca durante un evento en específico, como se puede apreciar en El Tatio durante el año 2010-2015.

Debido a esta particularidad en el comportamiento de la precipitación y a la calidad de los registros, es necesario realizar un análisis que permita completar los registros faltantes de precipitación y a su vez, generar un análisis robusto que contemple la coincidencia temporal de todos los registros, dado el carácter casi aleatorio de los eventos de precipitación. De esta manera, a continuación se detalla el análisis aplicado para la posterior caracterización de la precipitación en la cuenca del Salar de Atacama.

II.2 Selección de estaciones pluviométricas

En base a la recopilación de estaciones meteorológicas indicadas en el apartado anterior, se ha podido identificar que existe un registro pluviométrico desde el año 1959 hasta el 2018, generado por las 36 estaciones recopiladas. No obstante, los registros más extensos (mayor a 30 años) han sido generados por las estaciones de la DGA. De igual forma, se aprecia que a partir del 2010 ha aumentado el monitoreo de otros actores públicos como la DGAC e INIA, así como de SQM a raíz de la instalación de la red de lisímetros en el 2015.

Considerando los periodos de registro disponibles en la cuenca, así como el comportamiento temporal y extremo de las precipitaciones, se ha decidido considerar las estaciones con periodo de registro mayor o igual a 10 años. En función de esto, las estaciones seleccionadas son Camar (DGA), El Tatio (DGA), Peine (DGA), Rio Grande (DGA), San Pedro de Atacama (DGA), Socaire (DGA), Talabre (DGA), Toconao Experimental (DGA), Toconao Retén (DGA), Chaxa (SQM), KCI (SQM) y Rockwood (Albemarle).

En el caso de las estaciones Toconao Experimental (DGA) y Toconao Retén (DGA), ambas se encuentran a menos de 1 km, por lo que se ha decidido dejar la estación Toconao Experimental (DGA) para el análisis, dejando las estaciones Toconao Retén (DGA), Toconao DGAC (DGAC), Toconao INIA (INIA) para el relleno de información de la Toconao Experimental (DGA) en caso de ausencia de registros y en función del análisis estadístico previo.

De igual forma, las estaciones Camar INIA (INIA), Socaire (INIA), San Pedro de Atacama (INIA) y SOP (SQM) serán utilizadas para el relleno de las estaciones Camar (DGA), Socaire (DGA), San Pedro de Atacama (DGA) y KCI (SQM) respectivamente (dada su cercanía entre sí), siempre y cuando sea necesario y en función del análisis estadístico previo.

Por otro lado, se ha decidido incluir las estaciones Imilar (DGA) y Monturaqui (DGA) en el conjunto de estaciones a analizar, dado que son las únicas estaciones de monitoreo disponibles en el sector Suroeste y Sur respectivamente.

De esta manera, la caracterización de la precipitación se realizará en base a 13 estaciones meteorológicas distribuidas entre el sector norte, este, sureste, centro, sur y suroeste de la cuenca del Salar de Atacama.

II.3 Análisis estadístico de series de precipitación

Una vez seleccionadas las estaciones para el análisis, se procede con la revisión de la calidad y cantidad de los registros de precipitación. Considerando que la mayoría de las estaciones más antiguas inician sus registros en la década de los 70, se ha decidido realizar este análisis a partir de 1974, con el fin de considerar el total de registros de las estaciones Imilac (DGA) y Monturaqui (DGA).

En la Tabla II-2 se indican la cantidad de meses con datos de precipitación desde enero 1974 hasta diciembre de 2018, por año y por estación. A partir de esta tabla, se puede apreciar la ausencia de registros mensuales en algunas estaciones meteorológicas, siendo destacable la ausencia de información en la estación San Pedro de Atacama.

Tabla II-2. Cantidad de meses con datos de precipitación por estación y año. Fuente: elaboración propia.

AÑO	CR	IM	TAT	MN	PN	RG	SPA	SOC	TAL	TEX	CX	KCL	SCL
1974		12		2	2		12	5					
1975		12		12	12		12	12		2			
1976		12		12	12		12	12		12			
1977		4	7	12	12	12	12	12		12			
1978			12	12	12	9	12	12		12			
1979	12		12	12	12	12	12	12		12			
1980	12		12		12	11	12	9		12			
1981	12		12		12	12	12	11		12			
1982	12		12		12	12	12	12		12			
1983	12		12		12	12	12	12		12			
1984	12		12		12	12	12	12		12			
1985	12		12		12	12	12	12		12			
1986	12		12		12	12	6	12		12			
1987	12		12		12	12	12	12		12			
1988	12		12		12	12	12	12		12			
1989	12		9		12	12	3	12		12			
1990	12		12		12	12		12		10			
1991	12		12		12	12		12		6			
1992	12		12		7	12		12		12			
1993	12		12		12	12		12		12			
1994	12		12		12	12		12		12			
1995	12		12		12	12		7	12	12			
1996	12		12		12	12		12	12	11			
1997	12		12		12	12		12	12	12			12
1998	12		12		12	12		12	12	12			12
1999	12		12		12	12		12	12	12	5		12
2000	12		12		12	12		12	12	12	12		12
2001	12		12		12	12		12	12	12	12		12
2002	12		12		12	12		12	12	12	10		12
2003	12		7		12	12		12	12	12	12		12
2004	12		8		12	12		12	12	12	12		12
2005	12		12		12	12		12	12	12	12	9	12
2006	12				12	12		12	12	12	12	12	12
2007	12		12		12	11		12	12	12	12	12	12
2008	12		10		12	12		12	11	5	12	12	12
2009	12		12		12	12		12	9	2	9	12	12
2010	12		12		12	12		12	12		12	12	12
2011	12		12		12	12		12	11		12	12	12
2012	12		12		12	12		12	12		12	12	12
2013	12		12		12	12		12	12		12	12	12
2014	12		11		12	12		11	12		12	12	12
2015	12		10		12	12		12	12		11	12	12
2016	12		12		12	12	11	10	12		12	12	12
2017	11		11		11	11	6	5	11		12	12	12
2018	10		8		12	10			12		12	12	12

(CR: Camar; IM: Imilac; TAT: El Tatio; MN: Monturaqui; PN: Peine; RG: Rio Grande; SPA: San Pedro de Atacama; SOC: Socaire; TAL: Talabre; TEX: Toconao Experimental; CX: Chaxa; SCL: Rockwood)

Para realizar el proceso de relleno de los registros faltantes, inicialmente se analiza la correlación entre las estaciones de análisis y las consideradas como apoyo para el relleno (indicadas en el apartado anterior). La correlación entre los datos de precipitación entre dos estaciones, es una medida del grado de relación o correspondencia entre los datos que registran y guardan las estaciones entre sí. La manera más sencilla de estimar el grado de correspondencia entre datos es verificar si existe alguna función que

describa la relación entre ellos (Barrera, 2004). Para ello, se suele realizar un análisis gráfico con la definición de algún coeficiente de correlación. Al respecto, en hidrología es bastante conocido y aplicado el coeficiente de correlación de Pearson, el cual puede variar entre 1 cuando los puntos de datos describen una perfecta línea recta con pendiente positiva, y -1 cuando se describe una perfecta línea, pero con pendiente negativa.

Aunque el coeficiente de Pearson según algunos autores se considera un estadístico pobre para establecer si una correlación es significativamente más fuerte que otra (Barrera, 2004; Machiwal & Jha, 2012), existe la significancia estadística de la correlación que permite soslayar esta incertidumbre (Press, Teukolsky, Vetterling, & Flannery, 1992). En base a lo anterior, se ha procedido a estudiar la correlación entre estaciones a partir de los datos de precipitación con un 95% de confianza. De igual forma, el coeficiente de correlación de Pearson está definido como un coeficiente lineal, lo cual implica un comportamiento normal de los datos, de ahí que sea considerado como un método estadístico paramétrico o para datos con distribución normal (Machiwal & Jha, 2012).

Debido a esta condición, es necesario verificar la distribución de los datos previo al análisis de correlación. Para esto, se ha decidido aplicar dos test de normalidad al conjunto de datos, estos son, el test de Kolmogorov-Smirnov (Machiwal & Jha, 2012). Este test evalúa como hipótesis si los datos analizados de cada estación siguen una distribución normal o en su defecto, no la siguen. Para aceptar o rechazar la hipótesis, se evalúa el p-valor obtenido del test con un 95% de confianza, esto es, si el p-valor de cada test es mayor al 5%, se comprueba la normalidad de los datos o en su defecto, la no normalidad. En la Tabla II-3 se presentan los resultados obtenidos para cada estación, confirmando la no normalidad de todos los registros mensuales de precipitación.

Tabla II-3. Resultados del test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para las estaciones del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración Propia

	ESTACIÓN	P-VALOR	NORMAL
ESTACIONES DE ANÁLISIS	Camar (DGA)	2,20E-16	NO
	Imilac (DGA)	8,63E-10	NO
	El Tatio (DGA)	2,20E-16	NO
	Monturaqui (DGA)	1,17E-10	NO
	Peine (DGA)	2,20E-16	NO
	Rio Grande (DGA)	2,20E-16	NO
	San Pedro de Atacama (DGA)	2,20E-16	NO
	Socaire (DGA)	2,20E-16	NO
	Talabre (DGA)	2,20E-16	NO
	Toconao Experimental (DGA)	2,20E-16	NO
	Chaxa (SQM)	2,20E-16	NO
	KCI (SQM)	2,20E-16	NO
	Rockwood (Albemarle)	2,20E-16	NO
ESTACIONES DE APOYO	Toconao Reten (DGA)	2,20E-16	NO
	SOP (SQM)	1,94E-12	NO
	Socaire (INIA)	3,50E-10	NO
	Toconao (INIA)	8,27E-13	NO
	Camar (INIA)	0,0007467	NO
	San Pedro de Atacama (INIA)	3,69E-13	NO
	Toconao (DGAC)	2,21E-08	NO

Dado que los datos no siguen una distribución normal, se procede con la normalización de los registros para realizar posteriormente el análisis de correlación. Para la normalización de los registros, se aplica la siguiente expresión:

$$Z_i = \frac{x_i - \bar{x}_j}{\sigma_j}$$

En donde, x_i es el valor i-ésimo mensual del registro de la estación n; \bar{x}_j es la media de la serie de registros de la estación n, y σ_j la desviación estándar de la serie de registros de la estación n. En base a lo anterior, en la Tabla II-4 se presentan la media y desviación de estándar de los registros mensuales de cada una de las estaciones consideradas.

Tabla II-4. Media y Desviación Estándar de los registros mensuales de precipitación por estación meteorológica. Fuente: Elaboración Propia

	ESTACIÓN	MEDIA (\bar{x}_j)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ_j)
ESTACIONES DE ANÁLISIS	Camar (DGA)	3,14	11,66
	Imilac (DGA)	0,33	1,07
	El Tatio (DGA)	11,29	30,15
	Monturaqui (DGA)	4,72	17,23
	Peine (DGA)	1,71	6,58
	Rio Grande (DGA)	6,35	19,38
	San Pedro de Atacama (DGA)	2,74	9,88
	Socaire (DGA)	3,37	11,61
	Talabre (DGA)	5,75	18,25
	Toconao Experimental (DGA)	2,78	10,41
	Chaxa (SQM)	2,07	7,75
	KCI (SQM)	0,79	2,87
	Rockwood (Albemarle)	1,49	6,81
ESTACIONES DE APOYO	Toconao Reten (DGA)	3,46	10,57
	SOP (SQM)	0,77	3,00
	Socaire (INIA)	6,69	16,44
	Toconao (INIA)	3,61	11,59
	Camar (INIA)	2,33	7,26
	San Pedro de Atacama (INIA)	3,28	10,58
	Toconao (DGAC)	2,96	7,95

A parte de conseguir que los registros mensuales sigan una distribución normal con el proceso de normalización, dicho proceso permite además comparar los valores de distintas estaciones de forma significativa, ya que cada estación presenta diferentes magnitudes y por ende, diferentes rangos de variación, lo cual es conocido por la influencia de la topografía en la distribución de la precipitación: a mayor altura topográfica, mayor son los valores de precipitación y viceversa.

Una vez normalizada las series mensuales de precipitación, se procede con el análisis de correlación de Pearson utilizando el software estadístico R en su versión 3.6.1. Los resultados de esta correlación se muestran en la Figura II-3.

Entre las variables observadas a través de las estaciones meteorológicas, la precipitación no presenta una correlación alta entre estaciones vecinas (Rodríguez et al., 1999), especialmente cuando hay gran variabilidad temporal y espacial. Debido a esta particularidad, el coeficiente de correlación que se escoge como representativo es igual o superior a 0,7 (González et al., 2002).

En base a lo anterior, en la Figura II-3 se ha resaltado en cada correlación posible los coeficientes entre 0,7 y 0,8 (color crema) y mayor a 0,8 (color amarillo). En todos estos casos se ha validado la significancia estadística con el 95% de confianza.

En general, todas las estaciones presentan alguna correlación con una o varias estaciones, salvo el caso de la estación Imilac que no presenta ninguna correlación estadísticamente significativa con ninguna estación. Debido a este resultado, la estación Imilac se descarta para el análisis de la precipitación en el Salar de Atacama.

Una vez realizado el análisis de correlación entre estaciones, se procede con el relleno de las series de datos. De acuerdo a lo indicado anteriormente, este proceso de relleno debe de considerar a su vez, completar la información de las estaciones faltantes para asegurar la coincidencia temporal de los registros, es decir, desde 1974 hasta el 2018. Para la realización de esta tarea, se han contemplado dos métodos desarrollados para completar datos faltantes de registros meteorológicos, a partir del coeficiente de correlación de Pearson. Estos métodos se explican a continuación.

39

II.3.1 Combinación líneal ponderada (CLP)

Este método se debe aplicar siempre que se cuente con más de dos estaciones de referencia para rellenar (Peterson & Easterling, 1994). Este método consiste en sustituir la falta de datos a partir de los datos de series estadísticamente próximas, de tal manera que cada dato incompleto se obtiene mediante la combinación ponderada (líneal) de los datos de las series que se van a utilizar para el rellenado. Este método se considera útil cuando existen, varias estaciones meteorológicas en una cuenca con características espaciales similares (i.e., misma altura o próximas entre si, situadas en un mismo sector, etc.), de ahí que se seleccionan un grupo de estaciones estadísticamente y espacialmente, relacionadas. Por lo tanto, se tiene que para un mes t determinado, el dato incompleto $x(t)$ se puede expresar como:

$$x(t) = \frac{r_1 \cdot x_1(t) + r_2 \cdot x_2(t) + r_3 \cdot x_3(t) + \dots}{r_1 + r_2 + r_3 + \dots}$$

Donde r_i es el coeficiente de correlación de Pearson entre la serie i -ésima y la serie incompleta y $X_i(t)$ es el valor del instante t de la serie i -ésima.

II.3.2 Criterio de Correlación Líneal (CCL)

En el caso de no existir más de una estación correlacionada con una estación a rellenar, se aplica el Criterio de Correlación Líneal. Este método consiste en el cálculo de los valores inexistentes por el ajuste, a través del método de los mínimos cuadrados, de una recta de regresión líneal del tipo $y=ax+b$; entre dos estaciones: una incompleta, cuya serie es la variable dependiente (y), y otra completa que proporciona la variable dependiente (x) de la cual depende la anterior. La base teórica del cálculo admite como hipótesis de partida que entre las dos series a comparar existe una correlación apreciable, de tal modo que las variaciones que se producen en ambas son similares. Esto quiere decir que la estación que se utiliza de referencia presenta un coeficiente de correlación de Pearson lo más cercano posible al valor 1 (Barrera, 2004). Este método se recomienda para la estimación de datos mensuales y anuales. En el caso del Salar de Atacama, es importante imponer que en ausencia de precipitaciones en una estación de referencia, lo será igual en la estación a rellenar, por lo que el término “ b ” de la correlación líneal queda establecido como igual a cero.

II.4 Resultados del relleno de series de precipitación

A partir de esto, se define el método de relleno más adecuado, en función de: 1) Cantidad de estaciones meteorológicas de referencia a utilizar según el coeficiente de correlación Pearson entre estaciones; 2) Proximidad entre estaciones; y 3) Temporalidad necesaria para realizar el rellenado, es decir, que la(s) estación(es) base(s) tenga(n) datos donde la estación a rellenar no tiene.

Considerando los criterios anteriormente mencionados, en la Tabla II-5 se presentan la información utilizada para cada una de las estaciones con periodo de datos a rellenar.

Tabla II-5. Estaciones utilizadas y correlacionadas para el relleno de datos de precipitación. Fuente: elaboración propia.

ESTACIÓN A RELLENAR	PERIODO A COMPLETAR		ESTACIÓN(ES) DE REFERENCIA	PERIODO A UTILIZAR		RHO	MÉTODO
	DESDE	HASTA		DESDE	HASTA		
Camar (DGA)	dic-17	dic-17	Camar (INIA)	dic-17	dic-17	0,998	CCL
	nov-18	dic-18	Camar (INIA)	nov-18	dic-18	0,998	CCL
Chaxa (SQM)	ene-86	jul-99	Camar (DGA)	ene-79	jul-99	0,829	CLP
			S. P. de Atacama (DGA)*	ene-79	jul-99	0,879	CLP
El Tatio (DGA)	oct-89	dic-89	Rio Grande (DGA)	oct-89	dic-89	0,818	CCL
	sept-03	abr-04	Rio Grande (DGA)	sept-03	abr-04	0,818	CCL
	ene-06	dic-06	Rio Grande (DGA)	ene-06	dic-06	0,818	CCL
	nov-08	dic-08	Rio Grande (DGA)	nov-08	dic-08	0,818	CCL
	feb-10	feb-10	Rio Grande (DGA)	feb-10	feb-10	0,818	CCL
	nov-14	nov-14	Rio Grande (DGA)	nov-14	nov-14	0,818	CCL
	feb-15	mar-15	Rio Grande (DGA)	feb-15	mar-15	0,818	CCL
	sept-18	dic-18	Camar (INIA)	sept-18	dic-18	0,863	CCL
KCI (SQM)	ene-86	dic-96	Peine (DGA)*	ene-86	dic-96	0,737	CCL
	ene-97	mar-05	Rockwood (Alb)	ene-97	mar-05	0,91	CCL
	sept-05	sept-05	Peine (DGA)	sept-05	sept-05	0,737	CCL
	feb-07	feb-07	Peine (DGA)	feb-07	feb-07	0,737	CCL
Monturaqui (DGA)	ene-86	dic-18	Socaire (DGA)*	ene-80	dic-18	0,769	CCL
Peine (DGA)	ago-91	dic-91	Camar (DGA)	ago-91	dic-91	0,727	CLP
			Socaire (DGA)	ago-91	dic-91	0,766	CLP
	nov-17	dic-17	Socaire (INIA)	nov-17	dic-17	0,9	CCL
Rio Grande (DGA)	dic-07	dic-07	El Tatio (DGA)	dic-07	dic-07	0,818	CCL
	nov-18	dic-18	Toconao (INIA)	ago-18	dic-18	0,876	CCL
San Pedro de Atacama (DGA)	feb-86	jul-86	Rio Grande (DGA)	feb-86	jul-86	0,738	CCL
	abr-89	jul-99	Rio Grande (DGA)	abr-89	jul-99	0,738	CCL
	ago-99	ene-11	Rio Grande (DGA)*	ago-99	ene-11	0,738	CLP
			Chaxa (DGA)*	ago-99	ene-11	0,879	CLP
	abr-16	abr-16	S. P. de Atacama (INIA)	abr-16	abr-16	0,906	CCL
	ene-17	abr-17	S. P. de Atacama (INIA)	ene-17	abr-17	0,906	CCL
	jun-17	jun-17	S. P. de Atacama (INIA)	jun-17	jun-17	0,906	CCL
	nov-17	nov-17	S. P. de Atacama (INIA)	nov-17	nov-17	0,906	CCL
Socaire (DGA)	ene-18	dic-18	S. P. de Atacama (INIA)	ene-18	dic-18	0,906	CCL
	ene-95	may-95	Camar (DGA)	ene-95	may-95	0,85	CCL
	may-14	may-14	Socaire (INIA)	may-14	may-14	0,946	CCL
	abr-16	abr-16	Socaire (INIA)	abr-16	abr-16	0,946	CCL
	jul-16	jul-16	Socaire (INIA)	jul-16	jul-16	0,946	CCL
	ene-17	abr-17	Socaire (INIA)	ene-17	abr-17	0,946	CCL
	jun-17	jul-17	Socaire (INIA)	jun-17	jul-17	0,946	CCL
	dic-17	dic-18	Socaire (INIA)	dic-17	dic-18	0,946	CCL
Rockwood (Alb)	ene-86	dic-96	KCI (SQM)*	ene-86	dic-96	0,91	CCL
Talabre (DGA)	ene-86	jul-95	Socaire (DGA)*	ene-86	jul-95	0,863	CLP
			Camar (DGA)	ene-86	jul-95	0,824	CLP
	abr-08	abr-08	Camar (DGA)	abr-08	abr-08	0,863	CLP
			Socaire (DGA)	abr-08	abr-08	0,824	CLP
	ene-09	feb-09	Camar (DGA)	ene-09	feb-09	0,863	CLP
			Socaire (DGA)	ene-09	feb-09	0,824	CLP
	abr-09	abr-09	Camar (DGA)	abr-09	abr-09	0,863	CLP
			Socaire (DGA)	abr-09	abr-09	0,824	CLP

ESTACIÓN A	PERIODO A COMPLETAR		ESTACIÓN(ES) DE	PERIODO A UTILIZAR		RHO	MÉTODO
	feb-11	feb-11	Camar (DGA)	feb-11	feb-11	0,863	
			Socaire (DGA)	feb-11	feb-11	0,824	CLP
Toconao Experimental (DGA)	ene-90	feb-90	Toconao Reten (DGA)	ene-90	feb-90	0,968	CCL
	jul-91	dic-91	Camar (DGA)	jul-91	dic-91	0,863	CCL
	ene-96	ene-96	Camar (DGA)	ene-96	ene-96	0,863	CCL
	ene-08	ago-10	Camar (DGA)	ene-08	dic-18	0,863	CCL
	sept-10	dic-18	Toconao (INIA)	sept-10	dic-18	NA	Reemplazo

* Series rellenada.

En el caso de las estaciones Chaxa (DGA), KCI (SQM), Monturaqui (DGA), San Pedro de Atacama (DGA), Rockwood (Albemarle), Talabre (DGA), parte de los registros a rellenar se han hecho con series previamente rellenadas. Esto se ha realizado evaluando previamente que la correlaciones no se ven afectadas por dichos rellenos. Adicionalmente, en el caso de la estación Toconao Experimental (DGA) durante el periodo septiembre de 2010 y diciembre de 2018, se ha decidido complementar el registro con los datos de la estación más cercana, en este caso fue considerada la estación Toconao (INIA) localizada a 500 metros de la estación de la DGA. Esta decisión se ha tomado con el fin de aprovechar la cantidad de estaciones de monitoreo actualmente existentes y vigentes en este sector.

Finalmente, en la Tabla II-6 se presentan los coeficientes utilizados para los casos en los que se aplicara el método de correlación lineal, obtenidos de cada una de las gráficas indicas en las Figura II-4, Figura II-5 y Figura II-6.

Tabla II-6. Estaciones utilizadas y correlacionadas para el relleno de datos de precipitación por el método CCL. Fuente: elaboración propia.

ESTACIÓN A RELLENAR	ESTACIÓN DE REFERENCIA	m	r ²
Camar (DGA)	Camar (INIA)	0,7453	0,9383
El Tatio (DGA)	Rio Grande (DGA)	1,3462	0,6842
	Camar (INIA)	3,6	0,8795
Rio Grande (DGA)	El Tatio (DGA)	0,5082	0,6842
	Toconao (INIA)	1,84	0,7539
Rockwood (ALB)	KCL (SQM)	1,7472	0,8911
KCI (SQM)	Peine (DGA)	0,3133	0,5444
	Rockwood (ALB)	0,51	0,8911
San Pedro de Atacama (DGA)	Rio Grande (DGA)	0,5118	0,6501
	San Pedro de Atacama (INIA)	1,1458	0,7985
Socaire (DGA)	Camar (DGA)	0,9934	0,7581
	Socaire (INIA)	1,0874	0,9051
Monturaqui (DGA)	Socaire (DGA)	1,0945	0,5892
Talabre (DGA)	Socaire (DGA)	1,4708	0,8039
	Camar (DGA)	1,3217	0,6978
Toconao Experimental (DGA)	Toconao Reten (DGA)	1,1562	0,944
	Camar (DGA)	0,793	0,7645
Peine (DGA)	Socaire (INIA)	0,4829	0,8269

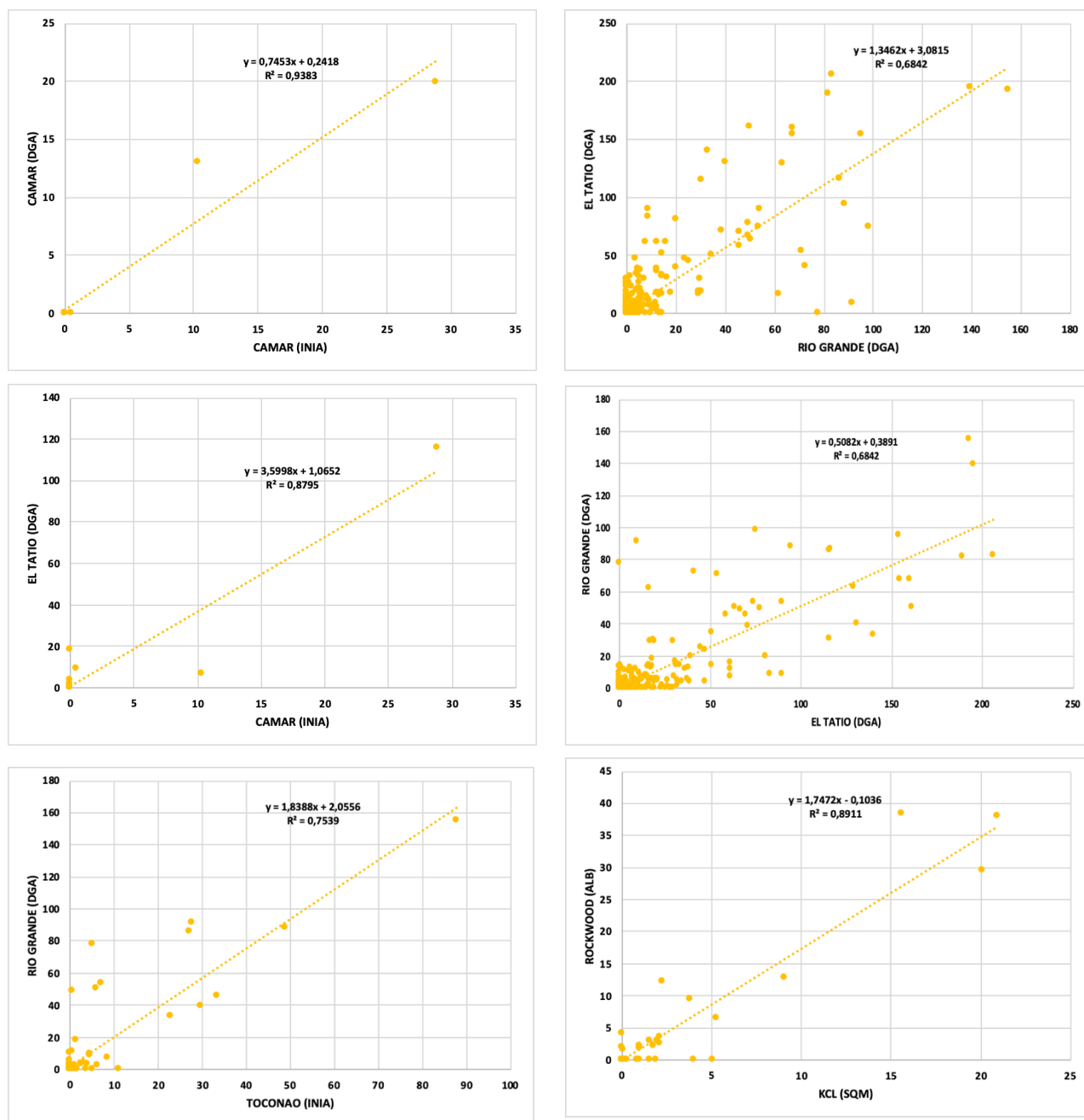


Figura II-4. Gráficos de correlación lineal de precipitación mensual entre estaciones. Fuente: Elaboración propia.

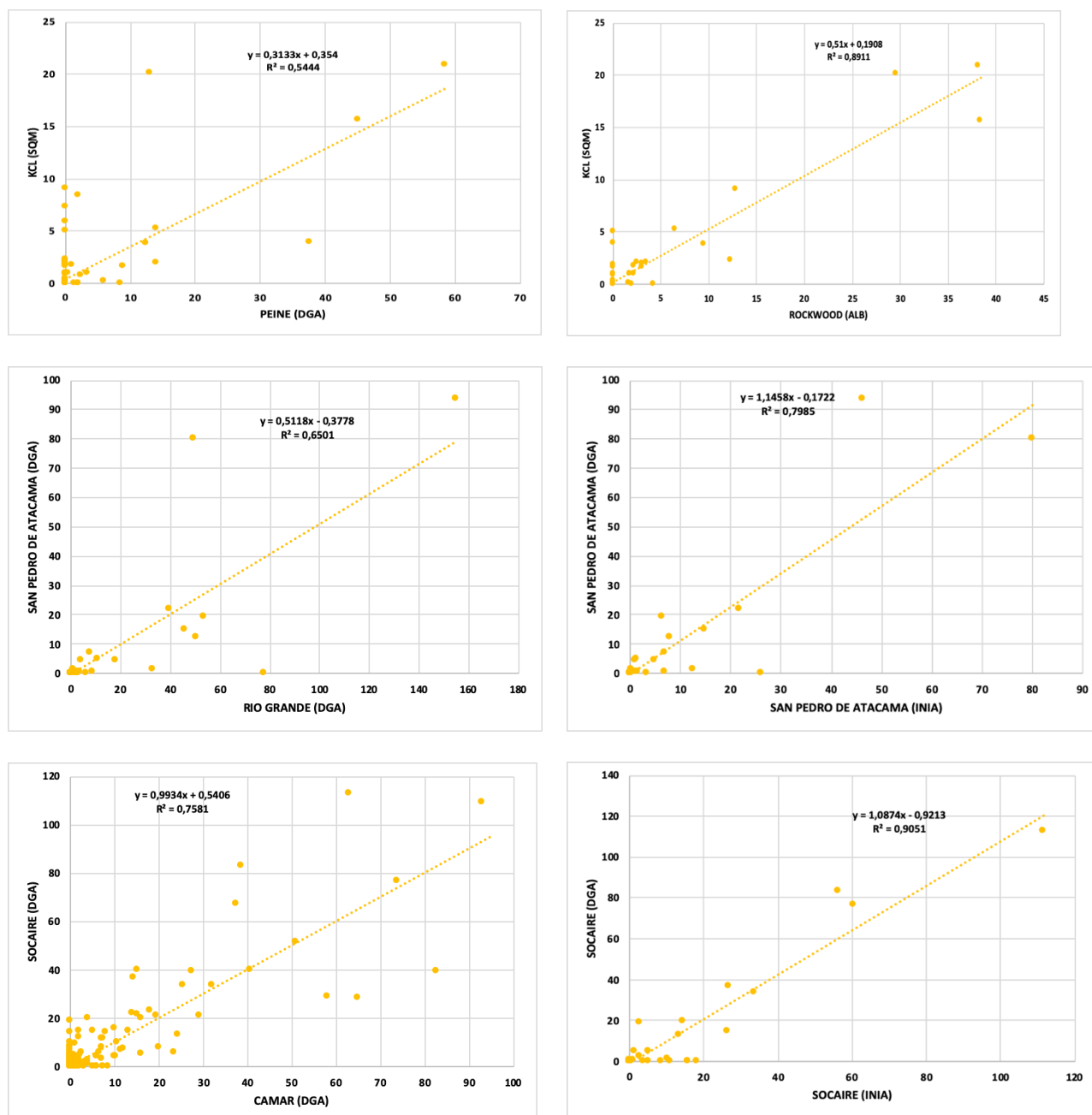


Figura II-5. Gráficos de correlación lineal de precipitación mensual entre estaciones. Fuente: Elaboración propia.

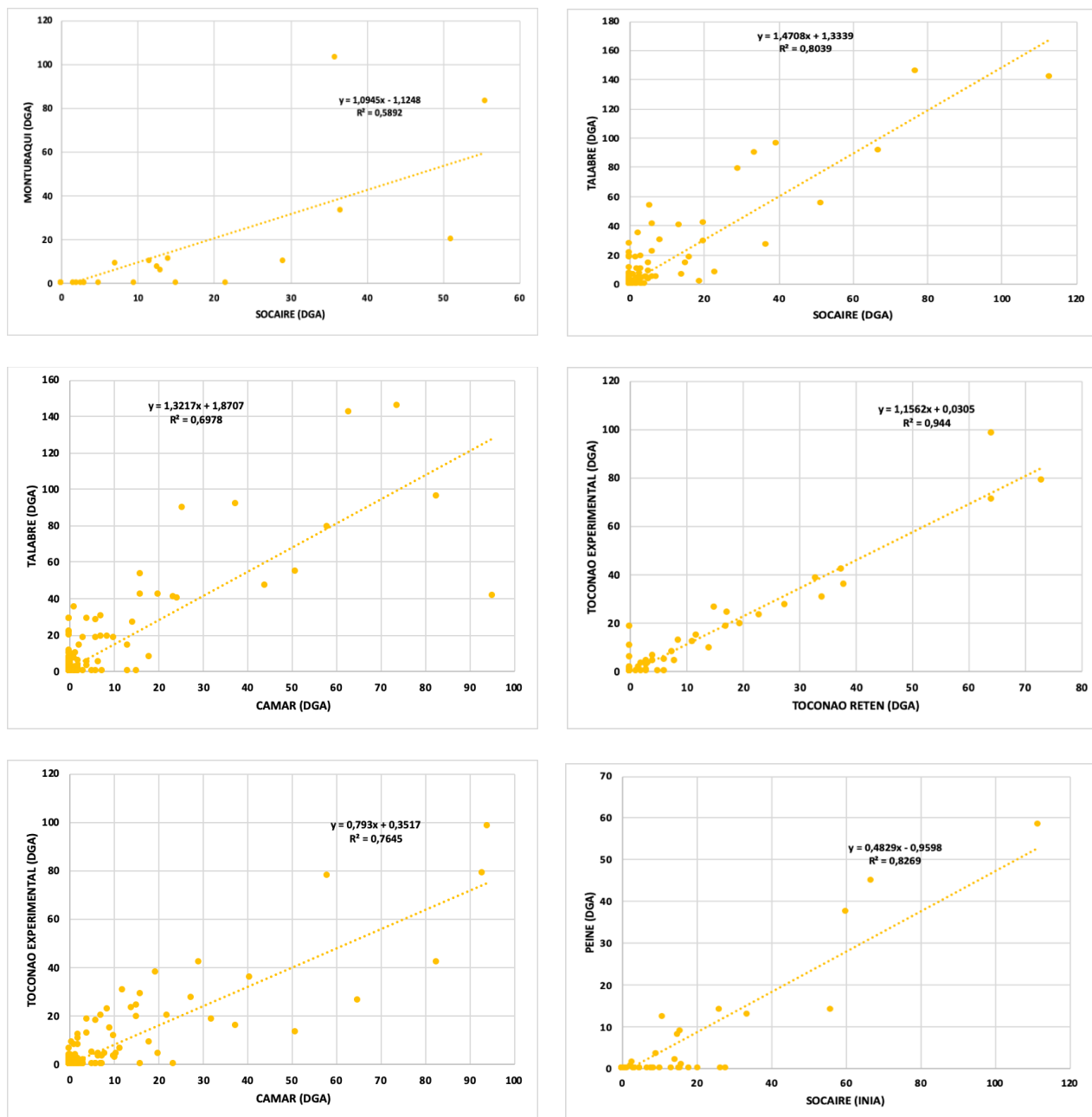


Figura II-6. Gráficos de correlación lineal de precipitación mensual entre estaciones. Fuente: Elaboración propia.

El proceso de rellenado se realiza inicialmente con datos mensuales de precipitación. Una vez obtenidas las series mensuales, se realiza una interpolación de datos mensuales a diarios de acuerdo con el criterio de coincidencia de eventos entre las estaciones correlacionadas. A continuación se indican las series rellenadas para las estaciones consideradas.

	CAMAR (DGA) – [mm/mes]											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1986	29,0	12,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	2,0	0,0	0,0	7,5	0,0
1987	14,0	15,1	27,5	0,0	2,5	1,5	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
1988	3,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1989	0,0	40,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1990	1,0	0,0	1,0	0,0	2,0	0,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	19,5
1991	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1992	1,1	0,0	0,0	1,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
1993	2,0	6,0	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1994	0,0	0,0	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
1995	22,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1996	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1997	1,0	51,0	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1998	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1999	0,0	18,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
2000	37,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2001	0,0	16,0	82,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2002	0,0	0,1	58,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2003	0,0	7,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2004	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2005	23,5	0,0	1,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0
2006	6,0	7,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
2007	0,6	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2008	1,2	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2009	0,0	2,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2010	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2011	0,0	38,5	0,0	0,2	0,0	1,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
2012	14,3	73,8	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2013	0,0	25,5	0,0	0,0	13,0	0,0	2,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2014	1,4	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	0,0	24,2	63,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0
2016	0,0	3,0	0,0	15,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2017	44,0	95,2	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2018	0,0	19,9	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Dato Rellenado

CHAXA (SQM) - [mm/mes]												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1986	27,2	12,4	0,5	0,0	0,0	5,3	0,0	1,6	0,0	0,0	10,5	0,0
1987	8,9	10,9	30,3	0,0	1,2	2,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
1988	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1989	0,0	39,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1990	0,6	0,0	3,9	0,0	1,0	2,3	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	19,6
1991	2,5	0,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1992	2,0	0,0	0,0	0,7	1,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
1993	4,8	4,3	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1994	0,0	1,5	14,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0
1995	28,5	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1996	0,6	0,8	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0
1997	3,8	41,4	11,9	0,0	2,5	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
1998	6,2	1,3	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
1999	0,0	21,9	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	18,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7
2001	0,0	36,2	34,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,9	1,4
2002	0,0	0,0	1,1	23,4	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2003	0,3	7,0	0,0	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0
2004	0,3	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2005	9,7	0,1	3,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
2006	0,8	4,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
2007	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2008	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2009	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2010	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2011	0,0	11,9	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
2012	0,3	47,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2013	0,0	27,3	0,0	0,0	10,9	1,0	1,5	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0
2014	1,3	0,0	0,0	2,2	0,3	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	0,0	24,7	24,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
2016	0,0	0,2	0,0	1,6	0,0	0,0	0,7	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0
2017	47,2	64,2	0,0	0,0	3,9	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
2018	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Dato Rellenado

EL TATIO (DGA) - [mm/mes]												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1986	54,0	44,6	15,5	0,0	0,0	1,6	0,5	9,6	0,0	0,0	14,2	47,0
1987	159,6	31,0	77,5	0,0	7,0	7,0	0,0	0,0	0,6	0,2	0,0	0,0
1988	32,0	8,5	34,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
1989	0,0	116,0	12,0	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1990	10,5	6,2	15,5	0,0	3,5	14,8	4,2	2,0	0,6	0,0	0,0	71,0
1991	61,0	8,5	10,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
1992	37,3	0,0	0,0	0,0	0,3	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9
1993	51,0	12,5	31,5	0,0	3,1	0,5	3,5	19,5	0,0	0,0	0,0	2,5
1994	28,6	21,0	50,6	0,4	0,0	1,5	0,0	5,0	1,0	0,0	0,0	8,5
1995	154,5	0,0	18,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0
1996	4,0	4,5	10,5	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1997	38,0	129,0	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
1998	47,0	26,5	0,0	0,0	0,0	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1999	1,5	161,0	80,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	189,0	32,2	17,0	0,0	6,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2001	61,0	154,0	206,0	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2002	4,0	23,5	40,9	0,0	1,8	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2003	4,0	6,0	2,0	0,0	20,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2004	0,1	56,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0
2005	58,6	28,6	17,5	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0
2006	0,0	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2007	14,5	29,5	0,3	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0
2008	115,4	0,4	6,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2009	10,0	7,8	16,1	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2010	0,0	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2011	7,1	139,8	6,7	16,3	0,1	1,2	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,8
2012	74,1	192,4	83,2	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
2013	10,0	66,8	2,3	0,0	11,9	2,9	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1
2014	63,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	0,0	61,4	53,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2017	9,3	94,6	27,6	0,9	22,9	19,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
2018	18,2	115,8	1,6	0,4	0,0	9,4	6,9	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0

Dato Rellenado

KCL (SQM) - [mm/mes]												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1986	1,4	1,9	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,0	0,3	0,0
1987	2,0	8,1	11,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1988	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1989	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1990	1,0	0,0	0,3	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2
1991	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1992	0,0	0,0	0,0	0,9	2,2	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1993	1,3	1,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1994	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1995	3,3	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1996	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1997	0,0	0,5	14,3	0,0	1,7	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
1998	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1999	0,0	3,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
2000	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2001	0,0	2,1	41,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2002	0,0	0,0	10,2	1,5	0,0	1,0	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2003	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2004	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
2005	0,8	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2006	0,0	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2007	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2008	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2009	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2010	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
2011	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2012	0,0	4,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2013	0,0	20,1	0,0	0,0	5,3	0,0	2,1	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0
2014	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
2015	0,0	0,0	20,9	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0
2016	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	1,0	0,9	0,0	0,0	1,6	0,0
2017	2,3	15,6	1,9	0,1	1,8	9,1	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
2018	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Dato Rellenado

MONTURAQUI (DGA) - [mm/mes]												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1986	23,0	8,2	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0	2,6	0,0	0,0	12,8	0,0
1987	24,1	23,8	43,2	0,0	6,6	3,3	1,1	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0
1988	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1989	0,0	43,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1990	3,3	0,0	4,9	0,0	3,3	0,5	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	23,1
1991	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1992	4,9	0,0	0,0	10,4	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6
1993	4,4	4,9	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
1994	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0
1995	20,5	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0
1996	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	21,9	0,0	0,0	0,0	0,0
1997	0,0	56,4	0,0	0,0	7,7	1,6	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
1998	0,0	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1999	0,0	25,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	73,3	0,0	0,0	1,1	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2001	0,0	6,0	43,2	3,3	3,8	0,0	0,0	0,5	2,2	0,0	0,0	1,1
2002	0,0	0,0	31,7	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2003	0,0	8,8	0,0	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2004	1,6	6,6	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0
2005	6,6	0,0	2,2	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0
2006	4,4	3,3	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0
2007	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2008	2,5	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2009	1,1	0,5	1,3	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2010	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2011	0,0	91,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2012	40,3	84,2	5,5	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2013	20,6	36,8	0,0	0,0	16,4	5,5	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2014	0,0	0,0	0,5	0,5	10,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	0,0	14,4	123,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2016	0,0	0,0	0,0	9,3	0,0	0,0	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2017	33,3	79,5	10,2	3,9	0,0	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2018	0,0	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0	14,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Dato Rellenado

	PEINE (DGA) - [mm/mes]											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1986	4,5	6,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0	1,0	0,0
1987	6,5	26,0	36,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1988	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1989	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1990	3,1	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0
1991	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1992	0,0	0,0	0,0	3,0	7,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1993	4,0	4,5	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1994	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1995	10,5	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1996	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0
1997	1,0	20,0	0,0	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1998	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1999	0,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
2000	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2001	0,0	2,0	35,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2002	0,0	0,0	69,5	0,0	1,0	0,0	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2003	0,0	40,5	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2004	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
2005	0,0	0,0	3,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	0,0
2006	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2007	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2008	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2009	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2010	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2011	0,0	14,0	0,0	0,0	0,0	12,4	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2012	0,0	37,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2013	1,5	13,0	0,0	0,0	14,0	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2014	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	0,0	0,0	58,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2017	0,0	45,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2018	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Dato Rellenado

RIO GRANDE (DGA) - [mm/mes]												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1986	70,9	25,0	1,9	0,0	0,0	1,6	0,0	4,9	0,0	0,0	8,1	3,7
1987	67,4	16,3	49,3	0,0	5,4	9,2	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
1988	5,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1989	0,0	86,5	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1990	0,6	0,0	13,1	0,0	0,0	7,9	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	38,5
1991	7,5	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1992	5,6	0,0	0,0	0,9	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1993	14,4	5,3	14,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1994	0,0	5,7	34,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0
1995	67,6	0,0	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1996	2,4	3,0	0,6	0,0	0,0	0,9	0,0	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0
1997	12,5	63,3	29,4	0,0	9,5	0,0	0,0	14,4	0,0	0,0	0,0	0,0
1998	23,5	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6
1999	0,0	50,1	20,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	81,7	1,4	29,1	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2001	15,9	95,3	83,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2002	0,5	2,0	72,6	0,0	5,5	7,5	12,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2003	1,9	12,3	1,9	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2004	0,1	41,6	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2005	45,6	0,0	12,5	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
2006	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2007	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2008	30,5	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2009	2,9	0,0	14,1	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2010	5,0	11,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2011	10,5	33,0	0,0	2,3	0,0	1,1	17,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9
2012	53,7	154,9	8,7	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2013	0,0	49,2	0,0	0,0	7,5	10,9	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0
2014	50,2	0,0	2,1	1,1	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	3,2	45,6	39,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2016	0,0	77,9	0,0	9,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2017	91,7	88,3	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2018	0,0	86,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Dato Rellenado

SAN PEDRO DE ATACAMA (DGA) - [mm/mes]												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1986	25,5	12,8	1,0	0,0	0,0	0,8	0,0	1,2	0,0	0,0	13,3	0,0
1987	4,0	7,0	33,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
1988	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1989	0,0	37,5	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1990	0,3	0,0	6,7	0,0	0,0	4,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,7
1991	3,8	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1992	2,9	0,0	0,0	0,5	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1993	7,4	2,7	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1994	0,0	2,9	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
1995	34,6	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1996	1,2	1,5	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0
1997	6,4	32,4	15,0	0,0	4,9	0,0	0,0	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0
1998	12,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
1999	0,0	25,6	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	47,6	0,6	13,3	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7
2001	7,3	63,2	56,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,6	0,8
2002	0,2	0,9	33,7	12,7	2,5	3,4	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2003	1,0	9,4	0,9	0,0	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
2004	0,2	19,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2005	26,1	0,1	7,6	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
2006	0,4	4,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
2007	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2008	15,9	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2009	2,0	0,0	6,4	1,6	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2010	2,3	5,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2011	4,8	1,5	0,0	0,0	0,0	1,5	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2012	19,1	93,8	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2013	0,0	80,1	0,0	0,0	7,0	5,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0
2014	12,5	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	0,0	14,9	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2016	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2017	36,7	19,6	0,9	0,0	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2018	0,1	16,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0

Dato Rellenado

	SOCAIRE (DGA) - [mm/mes]											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1986	21,0	7,5	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	2,4	0,0	0,0	11,7	0,0
1987	22,0	21,7	39,5	0,0	6,0	3,0	1,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
1988	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1989	0,0	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1990	3,0	0,0	4,5	0,0	3,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,1
1991	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1992	4,5	0,0	0,0	9,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
1993	4,0	4,5	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
1994	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
1995	18,7	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
1996	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1997	0,0	51,5	0,0	0,0	7,0	1,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
1998	0,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1999	0,0	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	67,0	0,0	0,0	1,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2001	0,0	5,5	39,5	3,0	3,5	0,0	0,0	0,5	2,0	0,0	0,0	1,0
2002	0,0	0,0	29,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2003	0,0	8,0	0,0	0,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2004	1,5	6,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0
2005	6,0	0,0	2,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
2006	4,0	3,0	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0
2007	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2008	2,3	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2009	1,0	0,5	1,2	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2010	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2011	0,0	83,1	0,0	0,0	0,0	0,0	19,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2012	36,8	76,9	5,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2013	18,8	33,6	0,0	0,0	15,0	5,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2014	0,0	0,0	0,5	0,5	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	0,0	13,2	112,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2016	0,0	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2017	30,4	72,6	9,4	3,6	0,0	16,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2018	0,0	19,8	0,0	0,0	0,0	0,0	12,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Dato Rellenado

	ROCKWOOD (ALB) - [mm/mes]											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1986	2,5	3,3	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	1,1	0,0	0,0	0,5	0,0
1987	3,6	14,2	19,7	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1988	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1989	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1990	1,7	0,0	0,5	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8
1991	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1992	0,0	0,0	0,0	1,6	3,8	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1993	2,2	2,5	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1994	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1995	5,7	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1996	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0
1997	0,0	1,0	28,0	0,0	3,3	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
1998	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1999	0,0	7,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
2000	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2001	0,0	4,2	81,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2002	0,0	0,0	20,0	3,0	0,0	2,0	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2003	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2004	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
2005	1,5	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
2006	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2007	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2008	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2009	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2010	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2011	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	9,5	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2012	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2013	0,0	29,5	0,0	0,0	6,5	0,0	3,5	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2014	2,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	0,0	0,0	38,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0
2016	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2017	12,3	38,4	0,0	0,0	2,2	12,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2018	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Dato Rellenado

	TALABRE (DGA) - [mm/mes]											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1986	24,9	9,7	0,0	0,0	0,0	6,9	0,0	2,2	0,0	0,0	9,6	0,0
1987	18,1	18,5	33,6	0,0	4,3	2,3	0,5	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0
1988	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1989	0,0	40,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1990	2,0	0,0	2,8	0,0	2,5	0,5	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	20,3
1991	0,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1992	2,8	0,0	0,0	5,3	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2
1993	3,0	5,2	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0
1994	0,0	0,0	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
1995	20,3	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
1996	0,0	1,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	42,0	0,5	0,0	0,0	0,0
1997	0,0	55,0	19,0	0,0	4,5	0,0	0,0	1,5	2,0	0,0	0,0	0,0
1998	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1999	0,0	8,0	28,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
2000	91,5	0,0	3,0	6,0	10,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2001	7,5	53,5	96,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2002	0,0	6,0	79,0	0,0	3,0	1,0	9,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
2003	2,0	30,0	0,0	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2004	18,0	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
2005	40,7	1,0	2,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
2006	0,0	19,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
2007	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2008	35,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2009	0,5	1,2	2,7	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2010	0,0	0,0	0,0	11,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2011	0,0	61,6	0,0	2,0	0,0	7,0	29,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
2012	27,0	146,0	14,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2013	2,0	90,0	0,0	0,0	14,0	3,0	6,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2014	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	0,0	40,0	142,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2017	47,0	41,1	29,1	0,0	21,0	20,0	29,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2018	0,0	42,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Dato Rellenado

TOCONAO EXPERIMENTAL (DGA) - [mm/mes]												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1986	42,0	30,3	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	8,0	0,0	0,0	3,0	0,0
1987	23,0	19,5	27,5	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1988	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1989	0,0	36,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1990	2,9	0,0	3,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,0
1991	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1992	0,0	0,0	0,0	0,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1993	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1994	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1995	19,8	0,0	4,2	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1996	0,0	2,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1997	0,0	13,3	22,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1998	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1999	0,0	9,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	16,0	0,0	0,5	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2001	0,0	28,8	42,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2002	0,0	3,5	78,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2003	0,0	20,2	0,0	0,0	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2004	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2005	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
2006	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2007	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2008	1,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2009	0,0	1,6	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2010	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
2011	0,0	22,7	0,0	1,0	0,0	1,1	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2012	7,1	87,9	4,6	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2013	0,9	0,6	0,0	0,0	8,6	0,6	0,6	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2014	5,8	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	3,9	33,4	29,7	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
2016	0,0	5,0	0,0	4,6	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2017	27,7	48,8	0,8	0,5	5,1	11,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2018	0,2	27,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0

Dato Rellenado

MC1-III. REGISTROS FLUVIOMÉTRICOS Y DE AFOROS

SERIES FLUVIOMÉTRICAS

CANAL AGUAS BLANCAS (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1977	99	95	151	NA	143	164	165	171	166	158	NA	130
1978	140	140	119	126	101	119	134	135	134	132	NA	NA
1979	125	108	122	131	141	147	123	124	142	134	83	77
1980	NA	108	109	119	125	NA	NA	105	75	75	NA	NA
1981	NA	102	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1982	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	176	152	180
1983	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1984	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1985	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1986	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1987	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1988	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1989	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1990	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1991	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1992	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	95	85	90	94	99
1993	104	67	36	39	41	43	62	94	106	105	128	119
1994	120	137	146	137	76	99	101	65	129	127	81	96
1995	130	110	98	108	112	122	126	117	119	131	131	117
1996	116	102	101	85	40	NA	181	NA	154	166	112	102
1997	104	110	115	121	132	143	141	146	145	128	118	116
1998	115	120	121	119	54	86	92	92	76	55	33	19
1999	11	15	15	19	45	49	48	41	50	49	49	52
2000	56	75	74	71	73	78	85	78	80	92	88	88
2001	82	67	2	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

CANAL CUNO EN SOCAIRE (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1989	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	137	136
1990	139	148	148	NA	138	139	NA	175	192	175	103	132
1991	137	136	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	108	129	130
1992	127	135	162	195	227	217	233	244	274	232	128	134
1993	167	228	292	338	367	390	404	413	432	333	124	123
1994	129	136	137	156	177	NA	241	257	292	296	132	134

CANAL CUNO EN SOCAIRE (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1995	139	116	128	106	129	134	129	120	152	150	131	129
1996	127	126	123	130	150	165	176	182	149	146	125	124
1997	125	125	119	132	139	140	136	178	192	141	123	123
1998	139	152	157	169	154	149	152	158	176	171	136	138
1999	136	139	143	154	166	170	165	169	182	164	129	130
2000	123	137	135	132	135	135	137	141	150	157	135	135
2001	135	144	179	131	140	142	142	145	152	158	132	126
2002	125	131	84	136	154	163	180	177	176	158	115	116
2003	121	130	130	131	130	131	133	134	132	130	129	130
2004	133	133	121	110	77	89	84	97	74	104	115	114
2005	123	120	138	146	164	221	208	178	183	185	72	90
2006	130	158	149	160	174	185	192	206	221	84	97	99
2007	104	122	132	145	161	180	182	174	173	163	98	132
2008	150	150	161	178	181	182	178	184	184	169	138	138
2009	139	152	173	171	175	178	179	180	180	156	125	119
2010	131	182	201	200	173	173	171	163	160	132	96	88
2011	90	136	124	152	147	159	159	173	NA	151	148	152
2012	161	142	160	166	171	181	193	197	194	188	151	150
2013	149	142	148	155	169	169	167	170	NA	139	149	148
2014	150	151	149	148	156	167	163	162	165	157	147	147
2015	147	152	140	146	152	151	149	152	153	145	147	147
2016	148	150	151	152	153	153	154	152	151	144	145	NA
2017	152	140	142	154	157	157	157	158	190	152	143	147
2018	147	149	158	158	157	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

CANAL TILOMONTE ANTES REPRESA (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1997	NA	NA	NA	25	27	28	23	26	24	24	22	21
1998	21	24	23	22	23	24	27	27	24	25	24	23
1999	23	24	25	25	26	28	28	29	27	26	24	25
2000	27	25	23	26	31	29	33	32	31	28	27	27
2001	28	28	35	30	28	33	32	29	29	28	22	21
2002	22	23	48	22	25	25	27	24	24	23	24	23
2003	22	20	22	25	27	29	31	29	27	24	22	22

CANAL TILOMONTE ANTES REPRESA (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
2004	23	25	22	26	28	30	28	29	25	27	28	25
2005	20	27	28	29	32	34	35	34	34	30	28	28
2006	29	29	26	27	29	31	31	32	32	27	27	27
2007	29	30	30	29	29	31	32	32	31	31	33	32
2008	32	29	30	31	32	41	53	49	33	34	35	34
2009	33	33	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	30	29	29
2010	28	30	28	29	34	37	37	33	30	24	27	25
2011	23	26	25	27	28	29	30	36	38	33	30	32
2012	34	35	31	31	32	35	34	34	37	33	31	32
2013	33	32	32	34	41	38	37	38	38	37	36	32
2014	31	32	33	NA	39	39	40	40	37	29	33	33
2015	33	34	29	37	39	39	40	40	39	31	32	33
2016	34	33	33	34	36	36	39	37	37	31	35	34
2017	35	29	31	36	41	47	45	44	44	41	37	36
2018	36	39	39	39	41	42	NA	NA	NA	NA	NA	NA

CANAL TULÁN EN TILOMONTE (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1977	NA	NA	NA	NA	4	12	51	11	2	2	NA	NA
1978	4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1979	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1980	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1981	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	NA	NA	NA	NA	NA
1982	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1983	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1984	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1985	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1986	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1987	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1988	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1989	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1990	NA	NA	NA	NA	29	29	28	29	31	28	17	17
1991	12	15	19	25	27	26	NA	29	23	27	22	23
1992	21	24	27	29	31	30	31	30	27	26	27	25
1993	28	27	29	32	32	31	30	28	26	25	23	22

CANAL TULÁN EN TILOMONTE (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1994	23	25	24	25	28	NA	29	30	32	31	28	27
1995	27	25	29	32	32	33	34	19	11	28	28	30
1996	34	35	37	35	18	23	25	27	21	15	11	NA
1997	NA	NA	NA	NA	NA	54	51	56	56	51	51	41
1998	43	51	NA	NA	NA	60	59	59	NA	NA	NA	49
1999	51	56	NA	57	65	67	74	73	64	59	55	56
2000	62	54	48	54	62	63	73	72	NA	NA	NA	NA

CANAL VILAMA EN VILAMA (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1976	NA	NA	NA	211	222	238	193	209	211	225	225	NA
1977	NA	NA	NA	NA	233	247	252	253	228	208	267	291
1978	317	341	371	269	228	246	250	200	209	201	206	256
1979	221	217	199	244	266	256	269	NA	NA	187	197	215
1980	216	218	218	223	NA	NA	209	164	NA	NA	NA	188
1981	227	250	277	266	267	260	256	244	217	156	168	164
1982	177	192	203	218	234	223	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1983	NA	177	180	185	193	195	193	198	116	171	177	170
1984	179	197	206	209	208	205	203	208	143	160	161	169
1985	174	177	187	200	208	198	193	176	134	153	158	162
1986	144	NA	171	172	174	187	198	202	130	147	167	174
1987	182	185	196	202	208	212	213	209	148	177	187	191
1988	194	197	201	210	220	221	228	220	173	173	182	198
1989	201	176	205	216	228	240	240	237	148	168	174	174
1990	172	173	181	192	202	157	168	165	145	153	156	163
1991	174	182	182	186	186	186	188	167	164	177	182	178
1992	177	163	154	129	141	157	158	144	124	133	145	144
1993	148	152	156	155	160	161	164	165	101	128	140	145
1994	150	154	160	164	157	157	155	155	120	138	155	173
1995	156	155	162	193	121	114	109	99	103	122	120	107
1996	111	115	115	122	117	111	108	94	68	92	97	102
1997	104	82	67	92	129	129	117	146	127	110	129	159
1998	133	107	111	113	117	118	117	121	69	83	90	91
1999	95	88	97	108	93	24	67	91	116	109	118	122
2000	101	75	108	123	121	133	137	149	144	153	148	159
2001	138	121	103	164	232	258	152	84	123	154	109	121

CANAL VILAMA EN VILAMA (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
2002	144	136	95	97	160	118	78	113	154	134	153	186
2003	104	79	79	116	145	135	171	169	163	163	167	177
2004	182	165	197	199	207	197	207	184	203	211	225	241
2005	186	177	169	175	174	183	197	186	32	32	31	50
2006	71	75	129	131	150	135	162	161	92	116	116	125
2007	130	136	133	130	120	119	119	112	82	89	81	106
2008	114	121	126	133	139	150	154	134	133	145	157	159
2009	151	146	132	134	138	144	146	153	155	106	104	100
2010	102	104	112	115	77	79	81	78	19	40	63	65
2011	67	71	83	94	NA	NA	114	57	76	95	90	80
2012	90	104	NA	93	89	74	144	89	72	65	69	61
2013	61	45	78	90	101	95	103	72	57	63	71	75
2014	76	88	90	97	87	97	110	106	48	58	77	106
2015	137	80	86	197	173	190	225	145	154	144	145	149
2016	169	184	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

RÍO VILAMA EN VILAMA (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1971	202	210	216	228	239	247	230	226	231	210	226	240
1972	253	245	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

RÍO SAN PEDRO EN CUCHABRACHI (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1947	NA	NA	NA	NA	NA	1260	1302	1271	1253	1241	1168	1125
1948	1038	1266	941	833	1240	1265	1175	1094	1153	1039	954	967
1949	1172	1982	1020	1020	1201	1262	1327	1229	1205	1157	1002	1007
1950	1141	1196	1323	1261	1362	1492	1345	1010	996	1050	1002	1877
1951	899	780	847	1184	1265	1325	1454	1346	1250	1223	1179	1436
1952	1815	999	991	930	990	981	953	933	935	885	863	876
1953	1114	5475	6334	1163	1169	1124	1047	1080	1043	941	993	1093
1954	1188	2005	1225	1053	1019	963	NA	989	1000	959	950	1391
1955	2893	1951	1286	1099	1094	1042	921	949	958	969	942	944
1956	963	1166	1113	1183	1259	1260	1118	1087	1138	1040	1049	1051
1957	1096	1190	1130	1019	1130	1142	1048	1212	1182	1013	549	587
1958	596	569	681	693	791	823	760	703	716	695	NA	806

	RÍO SAN PEDRO EN CUCHABRACHI (L/s)											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1959	737	924	1113	1142	1110	1066	1054	881	894	895	854	858
1960	886	808	860	877	939	941	935	953	944	936	938	909
1961	2759	1128	961	1239	1462	961	999	954	963	936	943	956
1962	909	966	989	1013	1039	1029	1016	965	979	984	NA	NA
1963	NA	NA	NA	NA	NA	NA	949	968	1015	1019	846	758
1964	254	943	765	812	839	863	852	810	739	710	783	811
1965	807	743	807	788	856	900	900	855	871	797	745	764
1966	753	697	763	793	857	847	NA	NA	NA	732	741	728
1967	800	NA	819	830	858	NA	1003	NA	NA	NA	NA	NA
1968	NA	NA	NA	NA	921	903	1013	883	NA	NA	770	771
1969	721	636	NA	NA	716	731	NA	868	755	733	711	724
1970	718	767	653	851	917	947	1065	966	1164	778	690	716
1971	732	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	575	484
1972	2223	2034	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1976	870	880	742	743	806	829	831	879	924	880	794	NA
1977	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	708
1978	708	709	633	664	714	763	790	785	732	551	553	675
1979	840	584	646	681	751	794	847	866	832	632	629	673
1980	674	713	786	673	808	807	803	752	720	666	607	727
1981	749	1127	572	741	798	854	800	756	NA	635	589	570
1982	623	662	636	735	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1983	NA	577	673	660	766	755	829	779	708	674	682	642
1984	2138	699	640	599	710	725	696	713	707	585	613	663
1985	623	921	976	805	789	846	818	776	814	718	730	695
1986	NA	NA	NA	669	726	751	810	806	713	712	701	683
1987	844	666	895	728	780	855	832	818	813	695	720	696
1988	733	685	671	723	802	804	788	752	692	546	488	567
1989	559	1085	518	629	691	760	1114	1627	NA	583	571	560
1990	595	629	602	641	738	811	748	697	623	606	631	694
1991	670	604	663	649	700	726	639	717	620	550	549	574
1992	644	647	666	749	741	790	710	688	677	596	578	619
1993	692	570	591	629	684	695	717	699	627	582	565	545
1994	592	593	624	553	614	627	603	622	599	726	768	650
1995	1012	NA	596	506	570	594	572	579	534	527	512	468
1996	523	580	651	648	663	696	744	642	615	546	571	614
1997	743	897	1670	596	660	692	687	690	602	633	579	553
1998	635	505	525	651	719	757	672	610	649	563	586	528

RÍO SAN PEDRO EN CUCHABRACHI (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1999	542	809	654	597	608	674	727	608	751	585	550	515
2000	1142	534	690	554	631	720	646	628	576	541	490	449
2001	564	1977	12995	NA	NA	619	642	656	571	510	451	376
2002	356	453	1082	705	763	831	818	796	679	663	712	697
2003	706	458	529	745	695	695	753	680	679	597	624	602
2004	751	1536	NA	566	651	734	700	708	608	586	547	567
2005	989	648	565	580	628	653	592	585	615	512	NA	508
2006	524	1010	609	540	594	637	621	632	604	475	524	518
2007	575	597	541	605	598	675	668	632	613	583	NA	650
2008	1129	1030	636	NA	NA	NA	NA	NA	501	490	471	530
2009	533	560	598	679	750	694	592	645	789	599	594	586
2010	537	532	562	671	812	859	816	751	546	517	544	463
2011	453	NA	NA	NA	492	NA	643	725	NA	715	550	520
2012	489	3593	NA	NA	4665	4148	5633	5630	NA	NA	NA	NA
2013	NA	NA	NA	NA	NA	NA	869	787	670	479	517	487
2014	NA	NA	NA	NA	624	596	880	NA	757	NA	NA	NA
2015	NA	NA	NA	NA	509	298	298	NA	NA	NA	NA	NA

SERIES DE AFOROS

QUEBRADA DE CAMAR VERTIENTE 1 (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1993	NA	NA	6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1994	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1995	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1996	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1997	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4	4	5	3
1998	5	5	4	5	NA	4	5	5	5	4	5	8
1999	5	6	NA	5	5	5	6	6	5	5		5
2000	5	5	5	4	5	6	6	6	5	5	5	5
2001	5	5	6	4	4	4	3	NA	3	5	4	5
2002	5	6	6	6	6	NA	6	NA	7	NA	5	NA
2003	5	NA	6	NA	7	NA	6	NA	6	NA	7	NA
2004	9	NA	NA	5	NA	NA	5	NA	NA	8	NA	NA
2005	8	NA	NA	4	NA	NA	6	NA	NA	7	NA	NA
2006	6	NA	NA	7	NA	NA	6	NA	NA	6	NA	NA
2007	5	NA	NA	6	NA	NA	5	NA	NA	4	NA	NA
2008	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2009	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	NA	NA	NA	NA	13	1	18	9	11	NA	NA	13
2012	13	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

QUEBRADA DE CAMAR VERTIENTE 2 (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1993	NA	NA	10	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1994	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1995	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1996	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1997	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	7	7	7	8
1998	6	6	6	12	12	11	9	7	9	10	10	4
1999	8	10	NA	10	9	10	10	2	6	6	NA	6
2000	10	7	13	10	9	14	12	13	12	10	11	12
2001	11	12	11	11	10	9	16	NA	16	14	10	13
2002	12	11	10	12	10	NA	13	NA	12	NA	10	NA
2003	12	NA	11	NA	11	NA	14	NA	12	NA	13	NA

QUEBRADA DE CAMAR VERTIENTE 2 (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
2004	13	NA	NA	12	NA	NA	12	NA	NA	12	NA	NA
2005	11	NA	NA	11	NA	NA	13	NA	NA	13	NA	NA
2006	11	NA	NA	11	NA	NA	10	NA	NA	11	NA	NA
2007	9	NA	NA	10	NA	NA	9	NA	NA	9	NA	NA
2008	18	NA	NA	17	NA	NA	15	NA	12	14	14	13
2009	16	13	18	17	6	13	13	18	17	20	15	15
2010	15	NA	NA	10	NA	16	18	17	14	18	15	18
2011	11	NA	13	NA	NA	NA	NA	NA	NA	13	13	NA
2012	NA	NA	NA	18	NA	14	10	12	10	12	11	9
2013	16	10	14	15	13	13	11	10	10	7	14	14
2014	12	12	17	13	12	NA	15	23	7	11	8	NA
2015	21	10	NA	12	11	12	10	13	9	12	12	9
2016	12	7	10	13	22	8	9	11	20	10	NA	NA

QUEBRADA DE JEREZ (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1993	NA	NA	76	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1994	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1995	NA	NA	NA	49	69	NA	NA	NA	NA	72	NA	NA
1996	49	54	51	56	58	56	59	44	51	52	51	NA
1997	44	NA	66	NA	NA	NA	NA	NA	54	63	62	49
1998	59	57	60	63	NA	69	61	48	61	53	63	61
1999	58	82	NA	60	65	70	60	65	62	62		55
2000	64	72	73	50	63	75	65	59	57	62	66	70
2001	62	73	74	70	60	66	74	NA	69	72	65	72
2002	64	70	72	68	67	NA	69	NA	63	NA	71	NA
2003	74	NA	75	NA	78	NA	80	NA	59	NA	72	NA
2004	72	NA	NA	60	NA	NA	78	NA	NA	69	NA	NA
2005	71	NA	NA	70	NA	NA	76	NA	NA	71	NA	NA
2006	75	NA	NA	73	NA	NA	69	NA	NA	71	NA	NA
2007	68	NA	NA	68	NA	NA	77	NA	NA	69	NA	NA
2008	NA	24	NA	40	NA	NA	52	NA	NA	70	NA	NA
2009	NA	NA	NA		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	11	NA	NA	33	NA	NA	51	NA	NA	62	NA	NA
2011	13	NA	NA	44	NA	66	NA	NA	33	NA	37	NA
2012	52	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	77	NA	46	NA

QUEBRADA DE JEREZ (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
2013	NA	NA	65	NA	56	NA	58	NA	92	NA	61	NA
2014	47	NA	NA	NA	51	NA	61	NA	55	NA	59	NA
2015	48	NA	NA	NA	NA	NA	83	NA	NA	NA	67	NA
2016	36	NA	55	NA	NA	NA	50	NA	68	NA	NA	NA

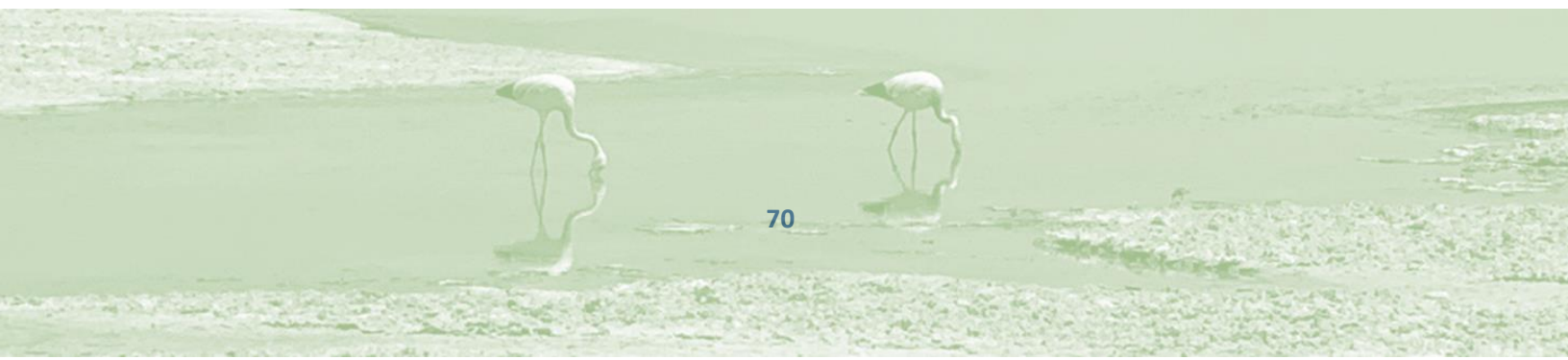
QUEBRADA DE TALABRE EN TUMBRE (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1993	NA	NA	11	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1994	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1995	NA	NA	NA	6	15	NA	NA	NA	NA	10	NA	NA
1996	11	8	10	11	12	12	10	11	13	12	1	NA
1997	11	NA	9	NA	12	1	NA	NA	8	7	10	8
1998	8	7	8	13	14	13	13	7	12	13	14	11
1999	11	12	NA	12	11	11	11	15	14	15	NA	10
2000	12	12	12	11	11	13	12	11	11	10	10	9
2001	10	9	NA	10	10	9	12	NA	12	11	10	11
2002	10	11	11	10	8	NA	11	NA	11	NA	11	NA
2003	10	NA	11	NA	11	NA	12	NA	10	NA	10	NA
2004	10	NA	NA	11	NA	NA	10	NA	NA	10	NA	NA
2005	11	NA	NA	11	NA	NA	10	NA	NA	10	NA	NA
2006	10	NA	NA	NA	NA	NA	9	NA	NA	9	NA	NA
2007	9	NA	NA	9	NA	NA	12	NA	NA	10	NA	NA
2008	14	NA	NA	17	NA	NA	24	NA	NA	22	NA	NA
2009	24	NA	NA	22	NA	NA	19	NA	NA	2	NA	NA
2010	17	NA	NA	30	NA	NA	NA	NA	NA	33	NA	NA
2011	19	NA	12	NA	7	NA	20	NA	29	NA	28	NA
2012	24	NA	NA	NA	NA	NA	40	NA	23	NA	28	NA
2013	31	NA	36	NA	29	NA	21	NA	35	NA	NA	NA
2014	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	17	NA	NA	NA

VERTIENTE PEINE EN PEINE (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1995	NA	NA	NA	7	5	NA	NA	NA	NA	5	NA	NA
1996	6	7	8	5	6	6	6	6	5	6	NA	NA

VERTIENTE PEINE EN PEINE (L/s)												
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1997	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	7	7	7	7
1998	8	6	7	7	8	7	7	7	7	7	8	6
1999	9	10	9	9	8	10	9	4	4	4	NA	5
2000	5	5	6	5	6	10	9	9	9	8	8	8
2001	8	9	9	8	8	9	9	NA	9	8	9	9
2002	8	9	8	8	NA	9	NA	11	NA	11	NA	8
2003	NA	7	NA	8	NA	9	NA	9	NA	9	NA	9
2004	NA	9	NA	9	NA	8	NA	10	NA	7	NA	8
2005	NA	8	NA	8	NA	9	NA	10	NA	8	NA	9
2006	NA	9	NA	7	NA	9	NA	8	NA	9	NA	9
2007	NA	8	NA	10	NA	8	NA	8	NA	7	NA	
2008	5	8	NA	14	NA	4	NA	15	NA	10	NA	8
2009	NA	8	NA	8	NA	8	NA	7	NA	4	NA	7
2010	NA	5	NA	4	NA	6	NA	5	NA	5	NA	7
2011	NA	5	NA	8	NA	1	NA	5	NA	7	NA	6
2012	NA	NA	NA	8	NA	4	NA	8	NA	5	NA	7
2013	NA	8	NA	5	NA	6	NA	8	NA	3	NA	7
2014	NA	5	NA	7	NA	8	NA		NA	2	NA	18
2015	NA	5	NA	7	NA	7	NA	6	NA	6	NA	6
2016	NA	5	NA	7	NA	5	NA	8	NA	5	NA	NA

NA: Sin medición

MC1-IV. REGISTROS DE EVAPORACIÓN DE BANDEJA



	CHAXA (mm/mes)											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
1999	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	159,50	194,30	285,20	305,00	330,70
2000	289,50	272,80	250,70	204,10	130,40	114,60	123,90	141,18	213,72	288,88	318,58	252,28
2001	311,53	252,71	203,29	218,25	155,08	108,03	115,66	155,95	225,50	280,30	326,35	147,81
2002	NA	NA	119,65	194,63	151,98	109,99	125,58	166,50	212,20	279,63	332,38	370,36
2003	361,88	286,94	299,24	218,73	124,02	107,02	131,83	156,41	225,25	264,64	331,35	362,35
2004	355,30	298,80	288,10	220,10	182,80	103,30	113,80	188,40	113,15	277,77	330,30	377,92
2005	335,08	218,89	272,49	224,29	167,64	114,62	132,71	185,92	253,80	307,58	340,32	394,18
2006	388,46	289,41	316,77	212,97	153,52	108,34	127,51	173,81	231,66	317,74	345,02	387,47
2007	380,59	299,09	152,87	190,40	167,36	118,50	107,90	NA	189,28	351,48	330,33	250,24
2008	188,36	33,20	164,66	188,69	131,20	100,04	109,73	132,34	202,11	235,42	266,22	214,72
2009	251,12	259,11	195,17	189,25	89,69	86,72	106,16	156,79	219,88	283,10	310,26	321,35
2010	340,46	288,36	296,05	204,67	142,37	99,51	131,13	147,35	189,34	197,29	231,10	323,97
2011	333,31	224,00	269,48	184,04	136,37	121,43	113,54	146,52	212,00	241,86	253,60	274,33
2012	302,36	201,68	115,57	168,20	71,09	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	210,00	314,24	357,06
2014	312,42	287,71	265,22	193,70	137,70	124,40	129,01	93,60	179,00	291,36	311,86	361,49
2015	347,76	269,31	241,35	204,29	147,20	98,30	97,90	167,80	247,30	283,64	NA	298,40
2016	375,60	326,50	300,30	217,40	163,40	107,00	110,30	171,40	234,80	301,61	320,10	361,80
2017	343,16	270,64	267,39	201,00	157,47	106,31	106,35	202,26	243,87	284,52	310,01	354,78
2018	342,74	295,10	287,88	211,60	142,60	111,90	119,60	172,03	238,60	304,06	340,41	352,38

	KCL (mm/mes)											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
2005				99,42	184,81	129,40	147,00	222,54	278,91	346,01	391,21	454,63
2006	437,29	351,48	338,79	223,63	170,09	141,32	145,57	181,74	266,83	356,74	410,85	460,70
2007	443,54	97,43	342,87	235,14	165,58	63,60	111,72	125,44	151,97	209,00	338,45	353,99
2008	340,73	270,08	277,47	184,80	100,95	93,77	85,97	132,07	196,72	222,87	249,02	269,57
2009	371,99	354,58	375,74	308,55	225,63	133,91	95,89	118,35	130,75	250,78	316,46	375,32
2010	344,52	278,06	317,36	209,98	146,32	100,29	90,78	172,72	223,77	278,05	324,58	383,50
2011	381,12	283,48	290,06	193,25	156,17	108,02	111,22	139,46	213,64	270,45	328,94	379,91
2012	363,74	281,13	304,45	203,08	125,80	86,29	100,01	165,55	202,20	259,35	295,55	377,40
2013	395,50	314,10	295,60	187,90	125,30	99,20	113,70	137,70	264,50	287,00	354,60	351,10
2014	396,40	346,40	301,40	200,20	105,00	111,30	112,80	166,00	229,70	346,50	379,60	420,20
2015	443,30	363,10	301,70	231,90	141,20	87,70	110,00	170,10	242,40	287,90	333,90	378,80
2016	455,00	388,50	334,10	218,20	155,80	118,50	123,10	186,70	256,60	339,70	352,60	415,50
2017	402,20	298,50	325,10	220,30	174,00	124,80	134,90	192,90	279,50	328,80	353,47	399,20
2018	378,80	317,30	311,80	239,60	158,70	101,40	118,40	184,40	263,70	316,93	376,60	381,47

	SOP (mm/mes)											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
2011						104,74		135,69	202,54	287,94	335,74	293,26
2012	324,66	248,41	261,87	132,00	106,00	71,80	85,20	156,34		307,96	328,50	278,70
2013	287,68			213,81	162,30	130,00	148,70	165,50	256,00	310,58	349,76	396,25
2014	362,02	326,20	295,30	220,00	152,50	125,60	127,80	177,86	240,16	350,28	365,86	393,37
2015	397,81	290,80	276,31	227,14	149,79	107,20	126,70	181,17	259,41	310,30	357,17	395,46
2016	410,85	354,34	320,05	235,30	174,50	134,60	121,67	188,50	262,57	325,83	334,44	388,01
2017	395,18	278,60	304,32	232,90	178,68	111,70	149,10	176,01	254,57	303,20	343,50	386,70
2018	378,40	312,20	301,50	224,30	68,70	114,10	132,40	172,50	247,30	313,60	349,50	372,60

NA: Sin medición

MC1-V. REGISTROS DE LISÍMETROS DE SQM



LISÍMETRO LZA10-1								
	2015		2016		2017		2018	
	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)
ene	NA	NA	0,87	0,409	0,30	0,554	1,00	0,284
feb	NA	NA	0,75	0,434	0,35	0,563	0,85	0,312
mar	NA	NA	0,60	0,454	0,08	0,563	0,70	0,335
abr	3,60	0,077	0,38	0,470	NA	NA	0,59	0,355
may	2,23	0,132	0,30	0,481	0,27	0,576	0,43	0,370
jun	1,14	0,175	0,21	0,489	0,08	0,579	0,31	0,381
jul	1,07	0,217	0,24	0,494	0,17	0,581	0,27	0,390
ago	1,10	0,251	0,23	0,502	0,10	0,586	0,27	0,398
sept	1,28	0,287	0,28	0,509	0,00	0,587	0,33	0,403
oct	1,07	0,323	0,37	0,519	2,40	0,137	0,33	0,401
nov	0,93	0,354	0,41	0,530	1,79	0,201	0,94	0,092
dic	0,93	0,382	0,40	0,542	1,30	0,249	0,77	0,121

LISÍMETRO LZA12-1								
	2015		2016		2017		2018	
	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)
ene	NA	NA	1,03	0,482	3,09	0,274	1,17	0,340
feb	NA	NA	0,96	0,509	3,10	0,329	1,04	0,372
mar	NA	NA	0,87	0,535	1,97	0,371	0,83	0,400
abr	5,18	0,077	0,77	0,558	0,93	0,415	0,59	0,422
may	2,47	0,147	0,60	0,574	0,71	0,439	0,43	0,438
jun	1,34	0,205	0,41	0,590	0,69	0,448	0,31	0,449
jul	1,30	0,245	0,40	0,603	0,67	0,466	0,33	0,458
ago	1,37	0,286	0,50	0,618	0,67	0,486	0,47	0,469
sept	1,45	0,328	0,59	0,634	0,75	0,500	0,52	0,484
oct	1,69	0,378	0,70	0,654	2,53	0,191	0,67	0,502
nov	1,34	0,410	0,70	0,673	1,66	0,255	0,72	0,523
dic	1,17	0,448	4,63	0,167	1,33	0,301	0,70	0,545

LISÍMETRO LZA12-2								
	2015		2016		2017		2018	
	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)
ene	NA	NA	0,83	0,502	0,38	0,644	0,47	0,467
feb	NA	NA	0,71	0,525	2,00	0,155	0,76	0,482
mar	NA	NA	0,63	0,545	3,70	0,218	0,43	0,499
abr	0,62	0,348	0,38	0,560	1,45	0,296	0,34	0,510
may	0,47	0,359	0,30	0,571	0,80	0,326	0,27	0,519
jun	0,22	0,368	0,21	0,579	0,60	0,342	0,17	0,526
jul	0,27	0,375	0,20	0,585	0,60	0,362	0,25	0,531
ago	0,37	0,385	0,20	0,591	0,50	0,380	0,30	0,539
sept	0,69	0,401	0,24	0,599	0,59	0,397	0,31	0,548
oct	0,80	0,423	0,37	0,608	0,65	0,412	0,37	0,559
nov	0,90	0,449	0,38	0,620	0,62	0,433	0,50	0,565
dic	0,87	0,476	0,40	0,632	0,57	0,452	0,40	0,578

LISÍMETRO LZA12-3								
	2015		2016		2017		2018	
	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)
ene	NA	NA	0,97	0,420	0,40	0,648	0,20	0,693
feb	NA	NA	0,92	0,448	0,30	0,649	NA	NA
mar	NA	NA	0,91	0,476	NA	NA	0,07	0,695
abr	1,63	0,168	0,73	0,500	NA	NA	NA	NA
may	1,20	0,197	0,66	0,522	0,32	0,664	0,09	0,699
jun	0,81	0,228	0,53	0,540	0,31	0,668	NA	NA
jul	0,74	0,251	0,47	0,555	0,36	0,680	NA	NA
ago	0,83	0,275	0,57	0,571	0,19	0,687	NA	NA
sept	0,87	0,301	0,47	0,587	0,03	0,689	0,07	0,692
oct	0,91	0,329	0,59	0,603	0,04	0,690	0,06	0,693
nov	1,02	0,358	0,57	0,621	0,03	0,690	0,11	0,695
dic	1,00	0,389	0,52	0,638	0,07	0,691	0,07	0,697

LISÍMETRO LZA3-1								
	2015		2016		2017		2018	
	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)
ene	NA	NA	0,33	0,331	NA	NA	0,37	0,420
feb	NA	NA	0,32	0,342	NA	NA	0,37	0,430
mar	NA	NA	0,38	0,353	NA	NA	0,30	0,440
abr	NA	NA	0,29	0,357	NA	NA	0,22	0,446
may	2,17	0,223	NA	NA	NA	NA	1,50	0,473
jun	1,00	0,258	NA	NA	NA	NA	0,93	0,511
jul	0,33	0,273	NA	NA	NA	NA	0,24	0,530
ago	0,23	0,282	NA	NA	NA	NA	0,03	0,533
sept	0,38	0,291	NA	NA	NA	NA	0,15	0,534
oct	0,40	0,302	NA	NA	0,50	0,389	0,25	0,539
nov	0,29	0,313	NA	NA	0,38	0,398	0,00	0,536
dic	0,30	0,322	NA	NA	0,37	0,409	0,53	0,304

LISÍMETRO LZA3-2								
	2015		2016		2017		2018	
	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)
ene	NA	NA	0,40	0,144	0,34	0,209	0,35	0,102
feb	NA	NA	0,32	0,154	0,56	0,205	0,40	0,111
mar	NA	NA	0,39	0,154	0,34	0,208	0,28	0,123
abr	0,15	0,193	0,22	0,163	0,22	0,217	0,24	0,131
may	0,12	0,194	0,22	0,167	0,14	0,222	0,17	0,139
jun	0,20	0,196	0,16	0,172	0,07	0,223	0,15	0,143
jul	1,05	0,018	0,13	0,174	0,11	0,222	0,12	0,146
ago	1,14	0,051	0,10	0,177	0,12	0,226	NA	NA
sept	0,83	0,081	0,18	0,183	NA	NA	0,15	0,151
oct	0,55	0,102	0,27	0,189	0,86	0,053	0,23	0,157
nov	0,48	0,117	0,29	0,198	0,54	0,074	0,20	0,161
dic	0,43	0,131	0,26	0,206	0,45	0,089	0,76	0,046

LISÍMETRO LZA3-3								
	2015		2016		2017		2018	
	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)
ene	NA	NA	1,03	0,253	NA	NA	NA	NA
feb	NA	NA	0,98	0,286	NA	NA	NA	NA
mar	NA	NA	0,80	0,306	NA	NA	NA	NA
abr	2,09	0,061	0,54	0,327	NA	NA	NA	NA
may	1,07	0,090	0,43	0,340	NA	NA	NA	NA
jun	0,72	0,118	0,24	0,350	NA	NA	NA	NA
jul	0,60	0,130	0,00	0,352	NA	NA	NA	NA
ago	0,93	0,077	NA	NA	NA	NA	NA	NA
sept	1,21	0,110	NA	NA	NA	NA	NA	NA
oct	1,17	0,146	NA	NA	NA	NA	NA	NA
nov	1,28	0,184	NA	NA	NA	NA	NA	NA
dic	1,10	0,220	NA	NA	NA	NA	NA	NA

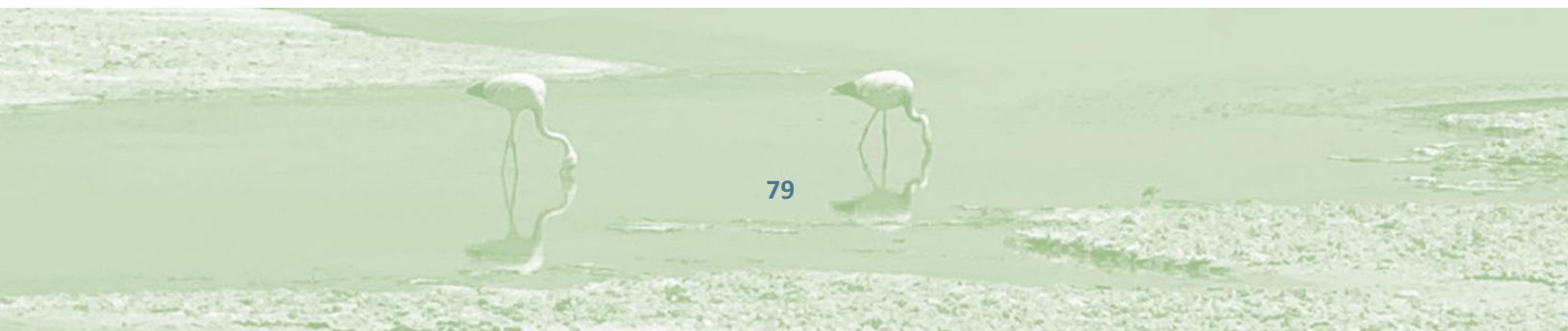
LISÍMETRO LZA7-1								
	2015		2016		2017		2018	
	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)
ene	NA	NA	0,67	0,403	NA	NA	0,47	0,259
feb	NA	NA	0,50	0,421	NA	NA	0,58	0,272
mar	NA	NA	0,43	0,436	NA	NA	0,60	0,292
abr	NA	NA	0,20	0,445	NA	NA	0,52	0,310
may	2,03	0,237	0,00	0,444	NA	NA	0,50	0,326
jun	1,92	0,189	NA	NA	NA	NA	0,34	0,339
jul	1,90	0,181	NA	NA	NA	NA	0,62	0,348
ago	1,33	0,230	NA	NA	NA	NA	NA	NA
sept	1,52	0,274	NA	NA	NA	NA	0,41	0,369
oct	1,30	0,319	NA	NA	3,00	0,148	0,33	0,376
nov	1,10	0,351	NA	NA	1,24	0,212	1,50	0,099
dic	0,80	0,380	NA	NA	0,67	0,241	1,07	0,144

LISÍMETRO LZA7-2								
	2015		2016		2017		2018	
	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)
ene	NA	NA	0,63	0,347	NA	NA	1,37	0,292
feb	NA	NA	0,71	0,367	NA	NA	1,37	0,332
mar	NA	NA	0,80	0,389	NA	NA	1,60	0,376
abr	NA	NA	0,83	0,414	NA	NA	1,52	0,424
may	1,87	0,124	0,87	0,440	NA	NA	1,33	0,468
jun	2,00	0,155	0,90	0,467	NA	NA	0,31	0,494
jul	0,97	0,200	0,80	0,493	NA	NA	0,07	0,498
ago	0,77	0,227	0,83	0,519	NA	NA	0,10	0,500
sept	0,97	0,253	0,59	0,541	NA	NA	0,17	0,502
oct	0,80	0,280	0,20	0,552	1,27	0,172	0,67	0,503
nov	0,76	0,304	0,14	0,557	1,21	0,210	1,55	0,138
dic	0,70	0,326	0,13	0,562	1,40	0,249	0,40	0,167

LISÍMETRO LZA9-1								
	2015		2016		2017		2018	
	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)	Evaporación (mm/d)	Profundidad (m)
ene	NA	NA	NA	NA	2,83	0,369	0,50	0,000
feb	NA	NA	NA	NA	2,57	0,444	0,52	0,000
mar	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,58	0,010
abr	4,40	0,117	NA	NA	1,86	0,552	0,32	0,022
may	4,67	0,213	2,70	0,290	1,37	0,601	0,37	0,031
jun	3,55	0,340	2,28	0,366	1,22	0,631	0,24	0,036
jul	2,97	0,439	1,90	0,430	1,13	0,663	0,28	0,038
ago	2,33	0,521	1,77	0,487	0,73	0,691	NA	NA
sept	2,57	0,568	1,66	0,539	NA	NA	0,24	0,047
oct	NA	NA	1,53	0,588	NA	NA	0,25	0,053
nov	NA	NA	1,38	0,630	0,69	0,000	NA	NA
dic	NA	NA	4,03	0,262	0,60	0,000	1,27	0,000

NA: Sin medición

MC1-VI. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN



VI.1 INTRODUCCIÓN

Debido a la existencia de importantes zonas de vegas y humedales fundamentalmente en la zona marginal del Salar de Atacama y a la presencia de zonas de cultivo (a pesar de la marcada aridez de la zona), resulta relevante analizar y caracterizar la evapotranspiración como una componente del balance hídrico de la cuenca.

Sobre esta variable, existen varios estudios realizados, de los cuales destacan el estudio realizado por la DGA (DGA, 2010), el estudio realizado para Rockwood (actualmente Albemarle) (SGA, 2015) y el estudio preparado para el Comité de Minería no Metálica de CORFO (Amphos 21, 2018). A continuación se describen los aspectos más importantes de estos antecedentes, los cuales servirán como sustento para la metodología de análisis aplicada en este trabajo:

- **Actualización de la evaluación de la disponibilidad de los recursos hídricos para constituir derechos de aprovechamiento en las cuencas del Salar de Atacama, II Región. (Preparado por GCF ingenieros para DGA, 2010)**

En este informe se presenta un balance hídrico de la cuenca entre los años 1970 y 2008, siendo el cálculo de la evapotranspiración una parte de este análisis.

Para el cálculo de la evapotranspiración se estimaron las superficies cubiertas por vegetación utilizando fotos satelitales, cartografía sobre base SIG e información propia de la DGA. No obstante, parte de esta información no se especifica al igual que las fechas y cantidad de imágenes satelitales utilizadas. Las áreas de vegetación estimadas en este estudio comprenden una superficie de cultivos de 2.853 ha y una superficie total de 7.883 ha entre vegas y bofedales. Este estudio no considera los tamarugos dentro de su definición.

El cálculo final se realizó dividiendo la cuenca en dos sectores, uno denominado “zonas sensibles” que abarca el núcleo y la zona marginal, y un segundo sector denominado “subcuencas aportantes al salar”. Para obtener la evapotranspiración real en función de la evaporación potencial, se utilizó un coeficiente de cultivo (k_c) por tipo de vegetación. Para las áreas cultivadas se utilizó un coeficiente de 0,95 obtenido del informe SIT N°122 (DGA, 2007), para bofedales se utilizó un coeficiente de 1 proveniente del estudio de Salazar (Salazar, Rojas, Lillo, & Aguirre, 1999) y para vegas se utilizó un valor diferente según el mes, que varía entre 0,41 y 0,63 también proveniente del estudio de Salazar (Salazar, Rojas, Lillo, & Aguirre, 1999). Como resultado de estos cálculos se obtuvo una evapotranspiración de 1.410 l/s para las subcuencas aportantes y 1970 l/s en las zonas sensibles, resultando una evapotranspiración de 3.380 l/s para toda la cuenca.

- **Estudio hidrogeológico y modelo numérico sector sur del Salar de Atacama (Preparado por SGA para RWL, 2015)**

La identificación de la vegetación se realizó mediante la utilización del Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI), aplicado sobre una única imagen Landsat 7 con fecha del 11 de noviembre de 2012. Se dividió la vegetación en cuatro tipos: cultivos, forestaciones (tamarugos), vegas y bofedales. A los que se le asignó el coeficiente de cultivo según el tipo de vegetación indicados en (DGA, 2010).

Como resultado de la evapotranspiración en las subcuencas aportantes se obtuvo un flujo de 650 l/s, mientras que para el sector del salar no se explicita el valor del resultado final.

- **Estudio de modelos hidrogeológicos conceptuales integrados para el Salar de Atacama
(Preparado por Amphos21 para el Comité de Minería no Metálica de CORFO, 2018)**

En este estudio se calculó la evapotranspiración de un cultivo mediante la ecuación propuesta en el documento FAO 56, multiplicando la evaporación potencial por un coeficiente de cultivo. A su vez la evaporación potencial se obtiene ponderando el dato de evaporación de bandeja por un coeficiente de bandeja, que en este caso corresponde a 0,67.

Las áreas de vegetación (vegas, bofedales y cultivos) presentes en la cuenca se calcularon mediante el índice espectral NDVI, del cual se definió que a partir de un umbral de 0,2 se diferenciaban las zonas con vegetación en la imagen satelital, dando como resultado un total de 5.010 ha de vegetación. Para valores de NDVI entre 0,2 y 0,4 se definió un coeficiente de cultivo de 0,5, mientras que para valores mayores a 0,4 se definió un coeficiente de cultivo de 1. Como resultado de este análisis se obtuvo una evapotranspiración total de 1.126 l/s.

En base a estos antecedentes disponibles, se ha realizado una caracterización de esta variable a partir del uso de imágenes satelitales cuatrimestrales desde enero de 1986 a diciembre de 2018, de acuerdo a la metodología descrita a continuación.

VI.2 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

En base a la revisión de los antecedentes disponibles, se aprecia que el cálculo de la evapotranspiración se ha basado en discretizar la cobertura vegetal de la Cuenca del Salar de Atacama en cuatro tipos: vegas, bofedales, cultivos y plantaciones, siendo estas últimas asociadas a las plantaciones de Tamarugos y Algarrobos de la cuenca. De igual forma, estas zonas de cobertura vegetal se han definido a partir del análisis de imágenes satelitales dado que es una herramienta con amplia cobertura espacial, fácil disponibilidad (actualmente) y rango temporal histórico con posibilidades de generar trazabilidad histórica en este tipo de análisis. A pesar de esto, los análisis realizados se ejecutaron mediante el análisis de una o muy pocas imágenes, lo cual resulta en un limitante dado el comportamiento estacional de las variables en la Cuenca.

El cálculo de la evapotranspiración se ha dividido en dos etapas: la primera consiste en calcular las superficies cubiertas por vegetación y una segunda etapa que corresponde al cálculo mismo de la evapotranspiración. A continuación, se describe con detalle cada una de estas etapas.

VI.3 Proceso de obtención de las áreas de vegetación

La obtención de las áreas de vegetación se realizó mediante el procesamiento de imágenes satelitales en el software ENVI 5.5. En este se aplicaron las correcciones habituales (atmosférica y radiométrica) para la eliminación de errores de sensor e interferencia de la atmósfera (SRGIS, 2018). A continuación se procedió a la definición de las superficies cubiertas por vegetación mediante la aplicación del índice espectral SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*) a cada una de las imágenes analizadas.

En la Figura VI-1 se presenta un diagrama resumen de los pasos que se han seguido para el cálculo de la vegetación.

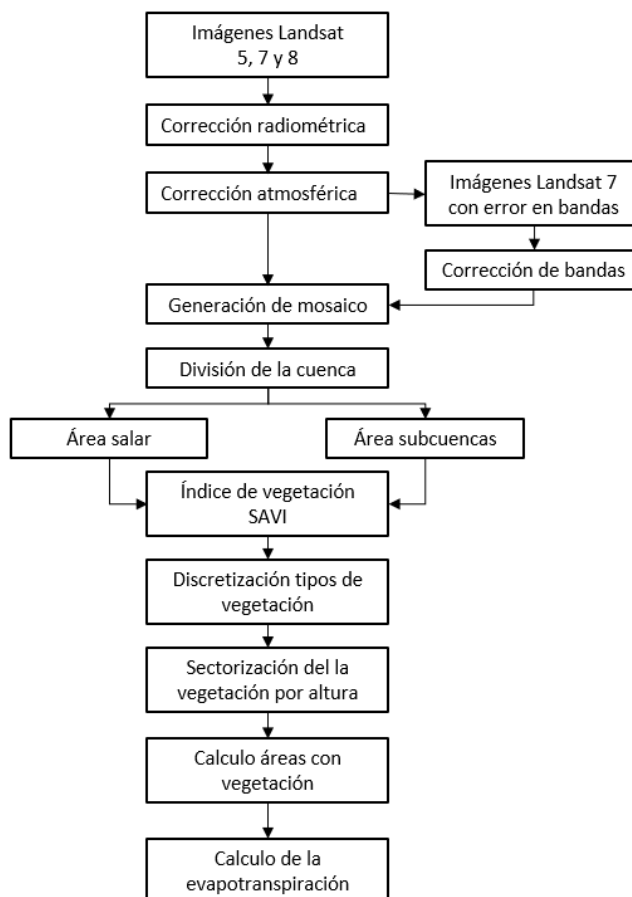


Figura VI-1. Metodología de la obtención de las áreas cubiertas con vegetación para el cálculo de la evapotranspiración.
Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la superficie cubierta con vegetación presente en la Cuenca Salar de Atacama se utilizaron imágenes satelitales trimestrales desde 1986 al 2018, con el fin de analizar la variación de la cobertura vegetal estacionalmente durante el periodo de tiempo considerado. Los meses seleccionados para este análisis son febrero, mayo, agosto y noviembre, con el fin de representar las diferentes estaciones del año. En los casos en los que no se encontró una imagen de los meses especificados, ya sea por algún desperfecto del sensor o una interferencia del ambiente, se utilizó la imagen del mes más cercano que cumpla con la calidad requerida. A modo resumen, en el registro de imágenes analizadas es posible encontrar imágenes para todos los meses, excepto marzo y septiembre, conservando el carácter trimestral de la periodicidad definida para el estudio.

El tipo de imágenes satelitales utilizadas son Landsat, cuya resolución espacial y radiométrica es de aproximadamente 30 metros. Se utilizaron 128 imágenes de las misiones Landsat 5, Landsat 7 y Landsat 8 según disponibilidad de fechas de operación y la calidad de la imagen. Para el periodo comprendido

entre 1986 y 2011 se prefirieron las imágenes Landsat 5 por sobre Landsat 7 debido a la falla que afecta a Landsat 7 desde mayo de 2003 hasta la actualidad. Para el año 2012, solo hay disponibilidad de imágenes Landsat 7, ya que Landsat 5 deja de operar en 2011 y, a partir del año 2013, cuando comienza la operación de Landsat 8, se escogieron estas imágenes para el análisis (Figura VI-2). Las imágenes se descargaron desde la plataforma earthexplorer.usgs.gov del servicio geológico de Estados Unidos.

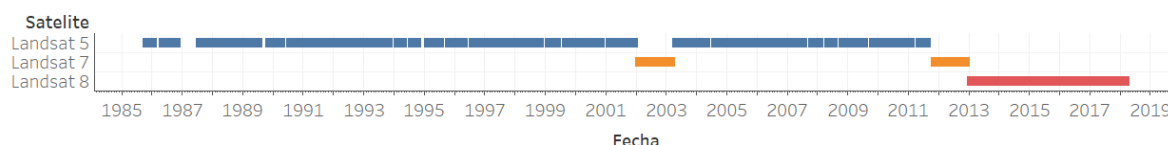


Figura VI-2. Rango de fechas en el que se utilizó cada tipo de imagen Landsat. Fuente: Elaboración propia.

Se escogieron las imágenes Landsat debido a que tienen una órbita constante, lo que significa que las imágenes son tomadas siempre en el mismo lugar y con un período fijo (cada 16 días). A diferencia de las imágenes Aster que toman imágenes de diferentes lugares y en diferentes períodos, por lo que no logran abarcar toda el área de la cuenca para una misma fecha (Figura VI-3).

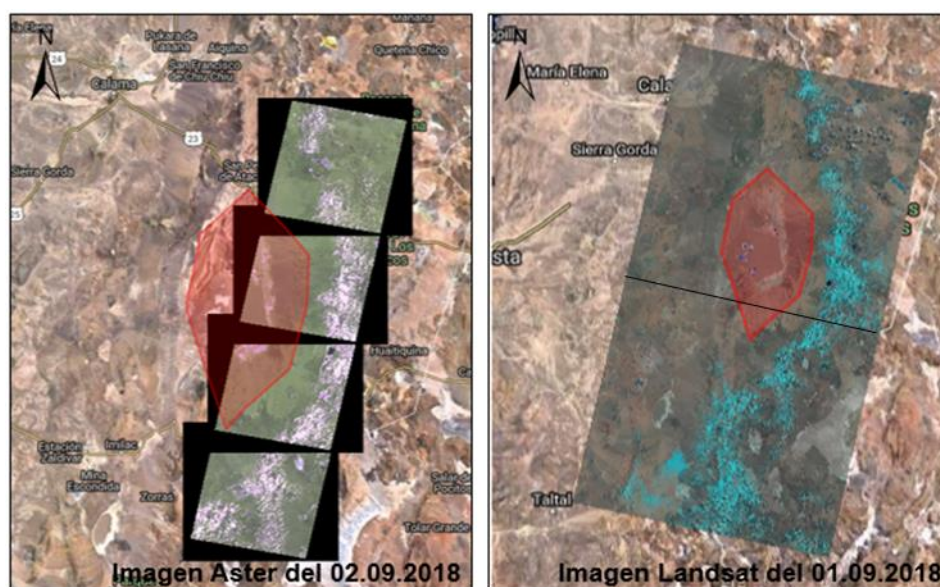


Figura VI-3. Comparación entre las Imágenes Aster compuestas de 4 escenas (izquierda) y las imágenes Landsat compuestas por dos escenas (derecha) que abarcan la totalidad de la cuenca. Fuente: (USGS, 2018)

Para el análisis de las imágenes satelitales, como primer paso se realizaron las correcciones radiométricas y atmosféricas para eliminar las interferencias producidas por el sensor y la atmósfera respectivamente. Además, fue necesario corregir el error de las imágenes Landsat 7 que se origina en 2003 por la falla en el *Scan Line Corrector* (SCL) encargado de compensar el avance del satélite, produciendo una pérdida de datos hacia los bordes de la imagen (USGS, 2018). Una vez realizadas estas correcciones se unieron las dos escenas de la imagen Landsat para cubrir toda el área de la cuenca (mosaico).

La definición de las superficies cubiertas por vegetación se realizó mediante la aplicación del índice espectral SAVI. Este índice utiliza la máxima reflectancia de la vegetación en la banda del infrarrojo cercano (NIR, por su sigla en inglés) y la mínima reflectancia en la banda visible del rojo (RED), junto a un factor de corrección para sectores áridos ($L=0,5$) generando valores en un rango entre -1 y 1.

$$SAVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED + L)} * (1 + L)$$

Se utilizó este índice debido a su mayor capacidad de diferenciar la vegetación del suelo en zonas áridas con respecto al índice NDVI (Turner, Cohen, Kennedy, Fassnacht, & Briggs, 1999).

Para la aplicación del índice, se decidió dividir la zona de estudio en dos sectores: un sector correspondiente al Salar (núcleo, zona margina y aluvial) y otro sector correspondiente a las cuencas aportantes, similar a lo realizado por (DGA, 2010). En la Figura VI-4 se aprecian los sectores considerados para el análisis.

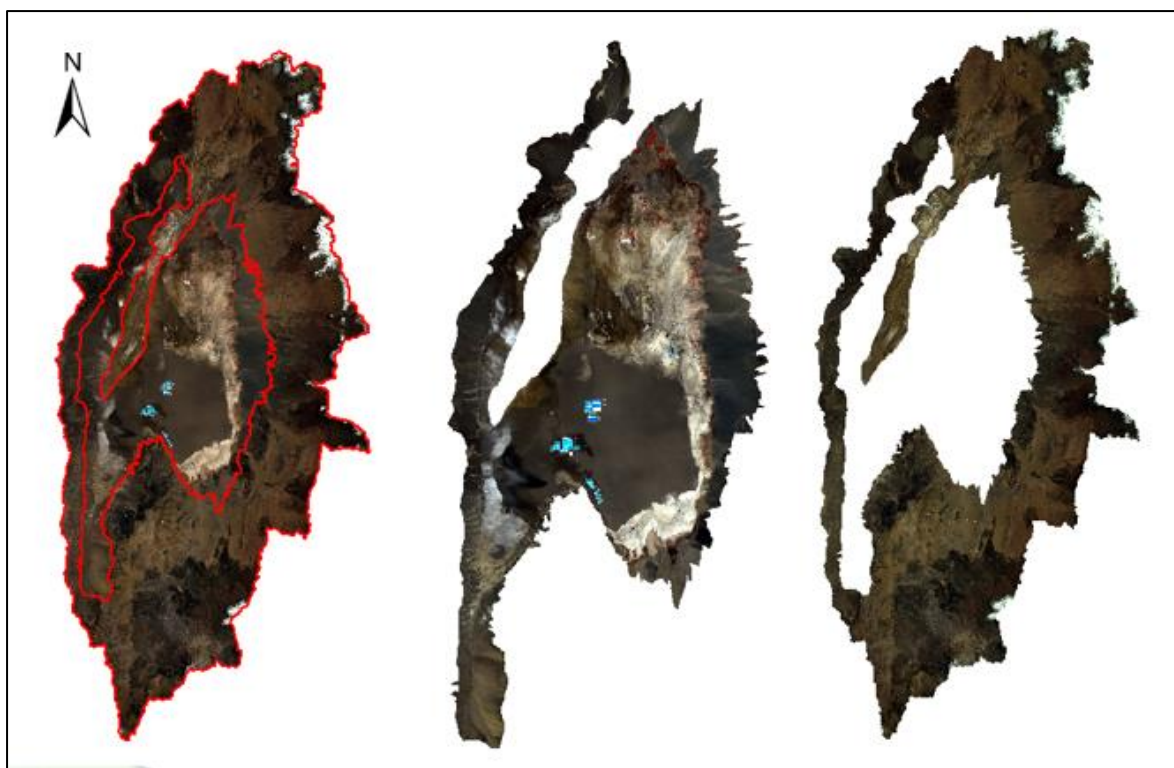


Figura VI-4. División de la cuenca del salar de Atacama. Cuenca completa (izquierda), área salar (centro) y cuencas aportantes (derecha). Fuente: Elaboración propia, 2018.

Luego de aplicar el índice SAVI a cada sector por separado se definió un umbral diferenciado para cada uno a partir del cual se considera que el índice identifica zonas con vegetación. De esta manera, para el sector Salar el umbral definido fue de 0,1, mientras que para el sector de cuencas aportantes el umbrales fue de 0,18. Esto se definió mediante inspección visual de la imagen Landsat en conjunto con

los resultados obtenidos simultáneamente con una imagen de alta resolución (quickbird, geoeye y worldview para los meses de abril desde el 2017 al 2018).

Una vez definidas las áreas cubiertas de vegetación se realizó una clasificación por tipo de vegetación, en donde definieron cuatro tipos de cobertura: vegas, bofedales, tamarugos y cultivos.

Las vegas corresponden a un tipo de vegetación azonal, de estrata herbácea densa a muy densa, de baja a mediana altura, sobre una superficie en general plana o con escaso relieve, que se desarrolla gracias a un elevado y permanente contenido de humedad (DGA, 2010). Las áreas de vegas se definieron en base a los polígonos establecidos por la DGA y a estudios propios realizados por SQM para el seguimiento de la vegetación (Geobiota, 2017).

Los bofedales son ecosistemas que se caracterizan por la presencia de especies herbáceas en forma de “cojines” que forman una especie de césped plano y regular y que se presentan en zonas con un microrelieve ondulado con cursos de agua normalmente permanentes y de baja salinidad (DGA, 2010). Se definieron las áreas de bofedales en base a las áreas de la DGA y a estudios previos realizados en el salar (DGA, 2010; SGA, 2015; Amphos 21, 2018).

Por otro lado, las superficies de tamarugos y cultivos se definieron en base a estudios previos del sector (SGA, 2015) y el análisis visual de las imágenes de alta resolución de Google Earth. En el caso de las áreas compuestas por Tamarugos se realizó un cálculo adicional para establecer el número de individuos por hectárea, bajo el supuesto de que cada individuo tiene un área de 153 m².

De acuerdo a lo indicado en la caracterización de la evaporación potencial, existe un gradiente negativo de evaporación en función de la altura. Por esta razón, previo al cálculo de la evapotranspiración, se dividió la vegetación en rangos de altura cada 100 metros y se calcularon las superficies de vegetación por altura. Las curvas de nivel cada 100 metros utilizadas se obtuvieron de los anexos digitales del informe de la DGA (2010). En estas curvas se aprecia que existe una zona con cota por debajo de los 2300 m s.n.m., por lo que las bandas altimétricas se dividen cada 100 metros a partir del 2250 m s.n.m.

Por otro lado, como la resolución de las imágenes satelitales que se han empleado en la obtención de las áreas vegetacionales tienen un tamaño de píxel de 30 metros, es necesario aplicar un valor de corrección ya que la distribución de cada tipo de vegetación no siempre cubre el 100% del área. El factor de corrección por píxel para cada tipo cubierta vegetal se ha obtenido del EIA de Rockwood (SGA, 2015) (ver Tabla VI-1). En los casos que se presenta un rango de porcentajes (i.e. vegas y bofedales), se ha usado el valor promedio a falta de antecedentes que permita definir el uso de algún valor de dicho rango.

De esta manera, las áreas resultantes del análisis de las imágenes satelitales con la debida aplicación del factor de ocupación, se convierten en insumos para el cálculo de la evapotranspiración en la CSA.

Tabla VI-1. Factor de ocupación por píxel para cada tipo de cubierta vegetal, los valores bibliográficos en la primera columna, y valores implementados en el presente cálculo. Fuente: modificado de (SGA, 2015).

Tipo de cubierta vegetal	Factor de ocupación (%) (SGA, 2015)	Factor de ocupación implementado (%)
Vegas	60-90	75
Bofedales	60-85	72,5
Zonas de cultivos	100	100
Forestaciones (Tamarugos)	40	40

VI.4 Proceso de obtención de la evapotranspiración

Para calcular la evapotranspiración (ETR) en la cuenca se utilizó la siguiente ecuación:

$$ETR = \sum_k^s E_0 * K_{cp} * A_{cp}$$

Donde:

E_0 corresponde a la evaporación potencial, K_{cp} corresponde al coeficiente de cultivo de cierta vegetación K y A_{cp} es la superficie de ese tipo de vegetación, mientras que el total de las áreas cubiertas con vegetación corresponde a s . El valor de E_0 se obtiene de acuerdo a lo indicado en la caracterización de la evaporación potencial.

Los datos de evaporación de bandeja utilizados como referencia corresponden a los registros de las estaciones Chaxa y KCL (debido a la extensión de sus registros) utilizados para la caracterización de la evaporación de bandeja. Sin embargo, estas estaciones se localizan sobre los 2300 msnm, por lo que es necesario considerar las funciones de evaporación vs altura definidas por la DGA (2010) para definir el valor de evaporación de bandeja para las otras.

No obstante, comparando el promedio de los valores de evaporación de bandeja versus los obtenidos con las funciones de la DGA (2010), se aprecia una sobreestimación de la evaporación de bandeja para una misma altitud y mes, considerando las bandejas que se localizan sobre la banda altimétrica de los 2300 - 2400 msnm. Estas diferencias son más notorias durante los meses de invierno que durante la temporada estival. Debido a esta evidencia generalizada durante los meses analizados (definidos en función de la disponibilidad de las imágenes satelitales utilizadas), fue necesario definir un factor de corrección mensual a aplicar en las funciones mensuales definidas por la DGA (2010). Este factor corresponde al cociente entre los valores medidos en las bandejas de evaporación y los valores obtenidos por las funciones de la DGA. En la Tabla VI-2 se indican los resultados obtenidos de esta comparación.

Tabla VI-2. Diferencias entre los valores de Evaporación de Bandeja (Eb) medidos y calculados con las funciones de la DGA.
Fuente: Elaboración propia.

Mes	Eb medida (mm)	Eb calculada (mm)	Diferencias (mm)	Factor Ajuste Función
Enero	11,97	11,96	0,01	1
Febrero	10,86	11,58	0,72	0,938
Marzo	9,53	10,59	1,06	0,899
Abril	7,15	9,02	1,87	0,793
Mayo	4,91	7,04	2,13	0,697
Junio	3,67	5,78	2,11	0,635
Julio	3,97	5,9	2,23	0,673
Agosto	5,45	7,1	1,65	0,768
Septiembre	7,78	8,95	1,17	0,869
Octubre	9,74	10,76	1,02	0,905
Noviembre	11,27	12,06	0,79	0,934
Diciembre	12,25	12,66	0,41	0,968

Con base en lo anterior, las funciones definidas por la DGA quedan modificadas según se indica en la Tabla VI-3.

Tabla VI-3. Coeficientes de funciones modificadas de evaporación de bandeja vs altitud. Fuente: Elaboración propia.

Evaporación de Bandeja= m* altura + a					
Mes	Factor Ajuste Función	DGA (2010)		MODIFICADAS	
		m	a	m	a
Enero	1	-0,0026	18,075	-0,0026	18,075
Febrero	0,938	-0,0025	17,452	-0,0023	16,367
Marzo	0,899	-0,0022	15,758	-0,0019	14,166
Abril	0,793	-0,0018	13,248	-0,0014	10,501
Mayo	0,697	-0,0014	10,334	-0,0010	7,207
Junio	0,619	-0,0011	8,3662	-0,0007	5,312
Julio	0,635	-0,0011	8,4812	-0,0007	5,707
Agosto	0,768	-0,0014	10,388	-0,0011	7,974
Septiembre	0,869	-0,002	13,65	-0,0017	11,862
Octubre	0,905	-0,0023	16,164	-0,0021	14,632
Noviembre	0,934	-0,0026	18,174	-0,0024	16,983
Diciembre	0,968	-0,0028	19,236	-0,0027	18,613

A partir de las funciones modificadas se obtuvo el valor de evaporación de bandeja (E_{pan}) para cada banda de altura (de cada 100 m) al que se le aplica el coeficiente de bandeja (K_{pan}) de 0,75, para obtener el valor de evaporación potencial (E_0). Este valor se ponderó por el área de vegetación en el rango de altura y el coeficiente de cultivo (K_c) según el tipo de vegetación, el cual depende no solo del tipo de

vegetación, sino del mes en el que se encuentre. En el caso de las vegas y bofedales, los valores de K_c fueron definidos por Salazar et al. (1999) (Tabla VI-4).

Tabla VI-4. Coeficiente de cultivo por tipo de vegetación y mes. Fuente: (Salazar, Rojas, Lillo, & Aguirre, 1999).

Tipo de vegetación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Vegas	0,63	0,63	0,63	0,56	0,41	0,41	0,41	0,56	0,56	0,56	0,63	0,63
Bofedales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Para las áreas de cultivos se definió un coeficiente de cultivo (K_c) de 0,95 para todos los meses, basándose en los resultados del estudio “Estimaciones de Demanda de Agua y Proyecciones Futuras, Zona I Norte, Regiones I a IV”, SIT N°122” (DGA, 2007).

Los valores de evapotranspiración de los sectores compuestos por tamarugos se calcularon a partir de los datos del estudio realizado por Acevedo (Acevedo, Ortiz, N., & Sanguinetti, 2007) en donde se definieron caudales de evaporación por individuo dependiendo de la edad y área de cada árbol (Tabla VI-5).

Tabla VI-5. Transpiración de tamarugos de diferentes edades. Fuente: Acevedo et al. (2007).

Edad (años)	Transpiración (l/árbol/día)	Área (m ² /árbol)	Transpiración (mm/árbol/día)
10	3,0	19,1	0,16
20	10,2	41,1	0,25
25	12,8	54,3	0,24
30	15,2	57,0	0,27
35	17,2	105,5	0,16
50	46,6	153,0	0,30

Según la información contenida en el informe de SGA (2014) los Tamarugos en el área de estudio tienen en promedio 50 años.

VI.5 Resultados

VI.5.1 Definición de áreas de vegetación

En base al procesamiento de las imágenes satelitales, se obtuvo un mapa de vegetación trimestralmente desde enero de 1986 a diciembre de 2018. Para ilustrar en un solo mapa los resultados obtenidos, se ha confeccionado el mapa de vegetación tipo indicado en la Figura VI-5, el cual representa las zonas con vegetación perceptible en más de 4 años, equivalente a aproximadamente el 10% de los años considerados durante el periodo 1986-2018.

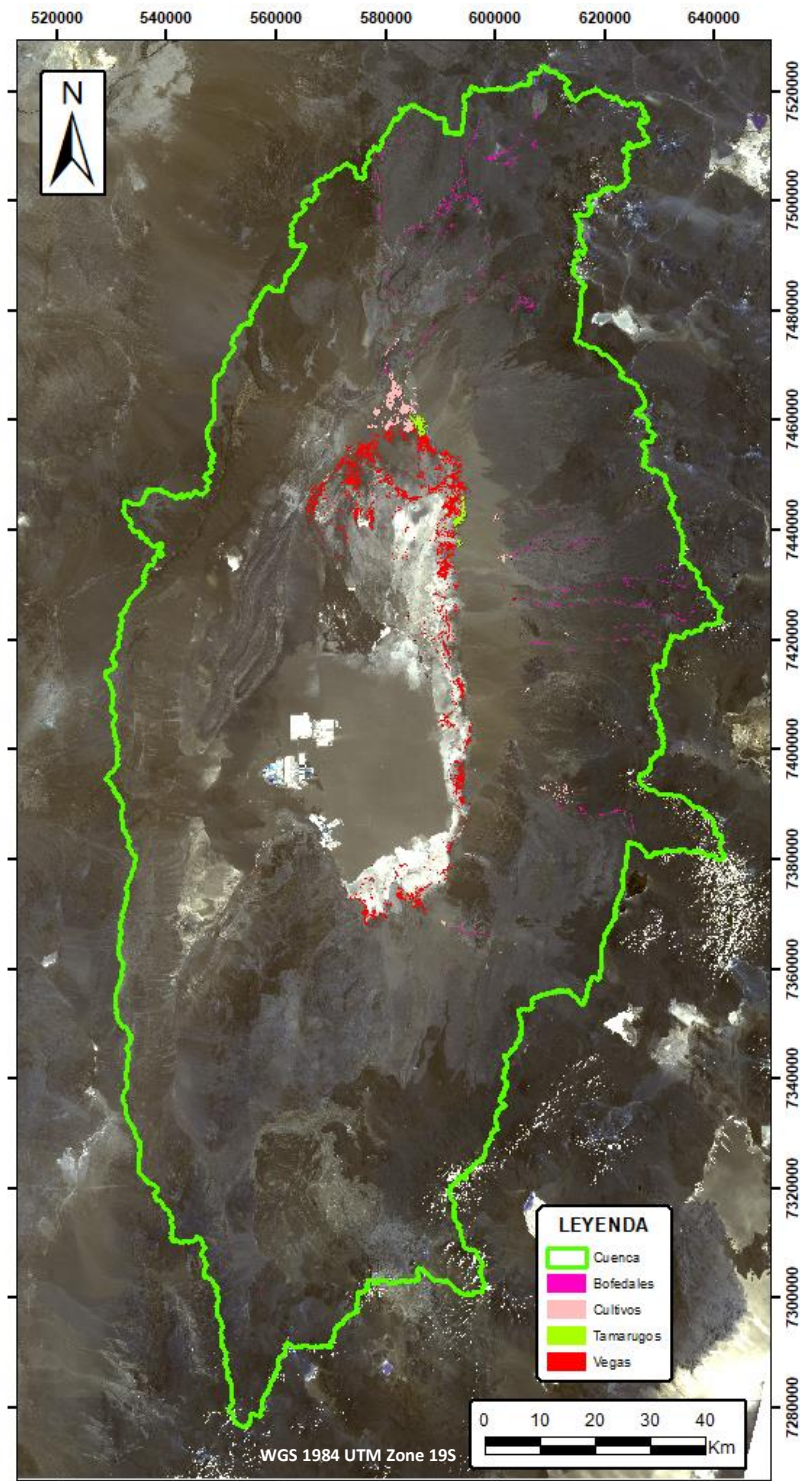


Figura VI-5. Mapa de zonas con vegetación perceptible en más de 4 años durante el periodo 1986-2018. Fecha imagen satelital: 17/09/2018. Fuente: elaboración propia

En la Figura VI-6 se exponen los resultados obtenidos en función de las bandas altimétricas obtenidas para el mes de mayo de 2018 a modo de ejemplo. Se observa que la vegetación de vegas representa la mayor parte de toda la vegetación presente en la cuenca (57% del área con cobertura vegetal de la cuenca), especialmente en la zona marginal para la banda altimétrica comprendida entre los 2.250 y 2.450 m s.n.m. El siguiente tipo de vegetación dominante son los cultivos (30% del área con cobertura vegetal de la cuenca), los cuales se localizan principalmente en las inmediaciones del núcleo poblacional de San Pedro de Atacama y en el área aluvial para la banda altimétrica 2.350 y 2.550 msnm, con pequeñas superficies hasta los 3.600 msnm.

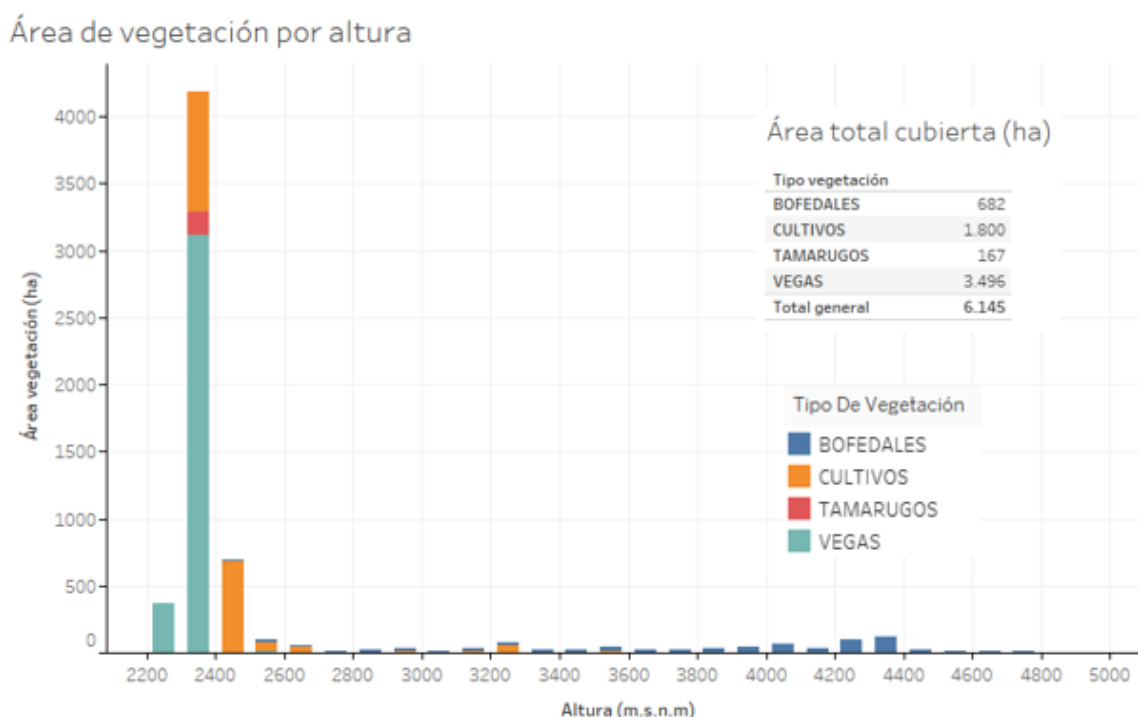


Figura VI-6. Distribución de la cobertura de vegetación en la cuenca del Salar para mayo de 2018. Fuente: elaboración propia.

Los bofedales se distribuyen a lo largo de las distintas quebradas haciendo que puedan encontrarse entre las cotas 2.400 y 4.800 msnm. Aunque este tipo de vegetación conforma sólo el 11% del área con cobertura vegetal, es claramente la vegetación predominante en las cotas más elevadas. Finalmente, los tamarugos resultan tener la menor presencia en la cuenca (3% del área con cobertura vegetal) y se encuentran de forma muy localizada al sur de San Pedro de Atacama y al noroeste de Toconao.

Respecto de la variación de las áreas de vegetación en el tiempo, en la Figura VI-7 se muestra el resultado obtenido para todas las imágenes satelitales analizadas. Se aprecia como las vegas han sido siempre dominantes en toda la Cuenca del Salar de Atacama. De igual forma, es importante destacar la clara oscilación estacional en todos los casos: las áreas mínimas de vegetación se han obtenido entre los meses de agosto y noviembre de todos los años analizados, coincidiendo con las épocas del año más frías. Mientras que las mayores áreas en general se dan entre los meses de enero y mayo.

Área cubierta según tipo de vegetación

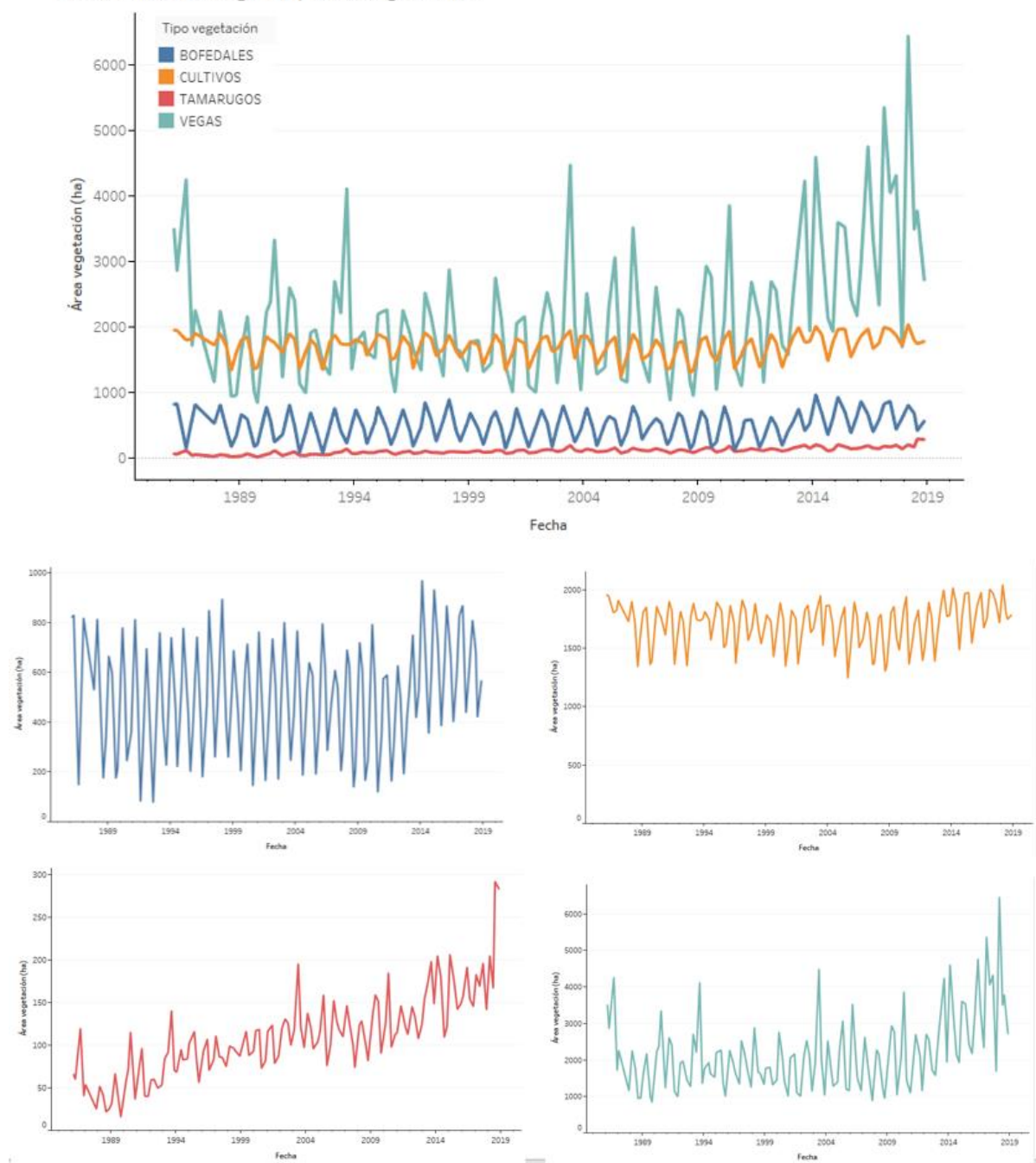


Figura VI-7. Evolución de las áreas cubiertas por los distintos de vegetación analizados; cultivos, bofedales, tamarugos y vegas. Fuente: elaboración propia.

El tipo de vegetación que presenta las mayores oscilaciones estacionales son las vegas: alrededor de 2.000 ha de cobertura de diferencia entre los meses de mayor área y menor área, comparado con los bofedales que presenta una oscilación temporal alrededor de 800 ha de diferencia.

De igual forma, se puede comprobar visualmente que las áreas de vegas, bofedales y cultivos se han mantenido relativamente estables hasta fines de 2012 (para las vegas y bofedales) y mayo 2013 (para los cultivos), momentos en el cual se observa un cambio en la tendencia a un continuo incremento de las áreas cubiertas, con respecto los años anteriores. Para el caso de los tamarugos se observa una clara tendencia al aumento, intensificándose a partir de febrero de 2013.

VI.5.2 Cálculo de la Evapotranspiración

En la Figura VI-8 se muestra la serie de evapotranspiración obtenida según sea el tipo de vegetación considerada. Se observa que la evapotranspiración presenta una oscilación estacional producto de la cambios de las superficies con vegetación y las tasas de evaporación durante el año. De esta manera, el promedio de evapotranspiración en la CSA es de 2.301,77 L/s para el periodo 1986-2018, constituido de acuerdo a los montos por vegetación indicados en la Tabla VI-6.

Tabla VI-6. Evapotranspiración promedio para el periodo 1986-2018 según el tipo de vegetación. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de Vegetación	Evapotranspiración promedio (L/s)
Vegas	873,72
Bofedales	276,43
Cultivos	1.147,73
Tamarugos	3,89
TOTAL	2.301,77

Evapotranspiración (L/s)

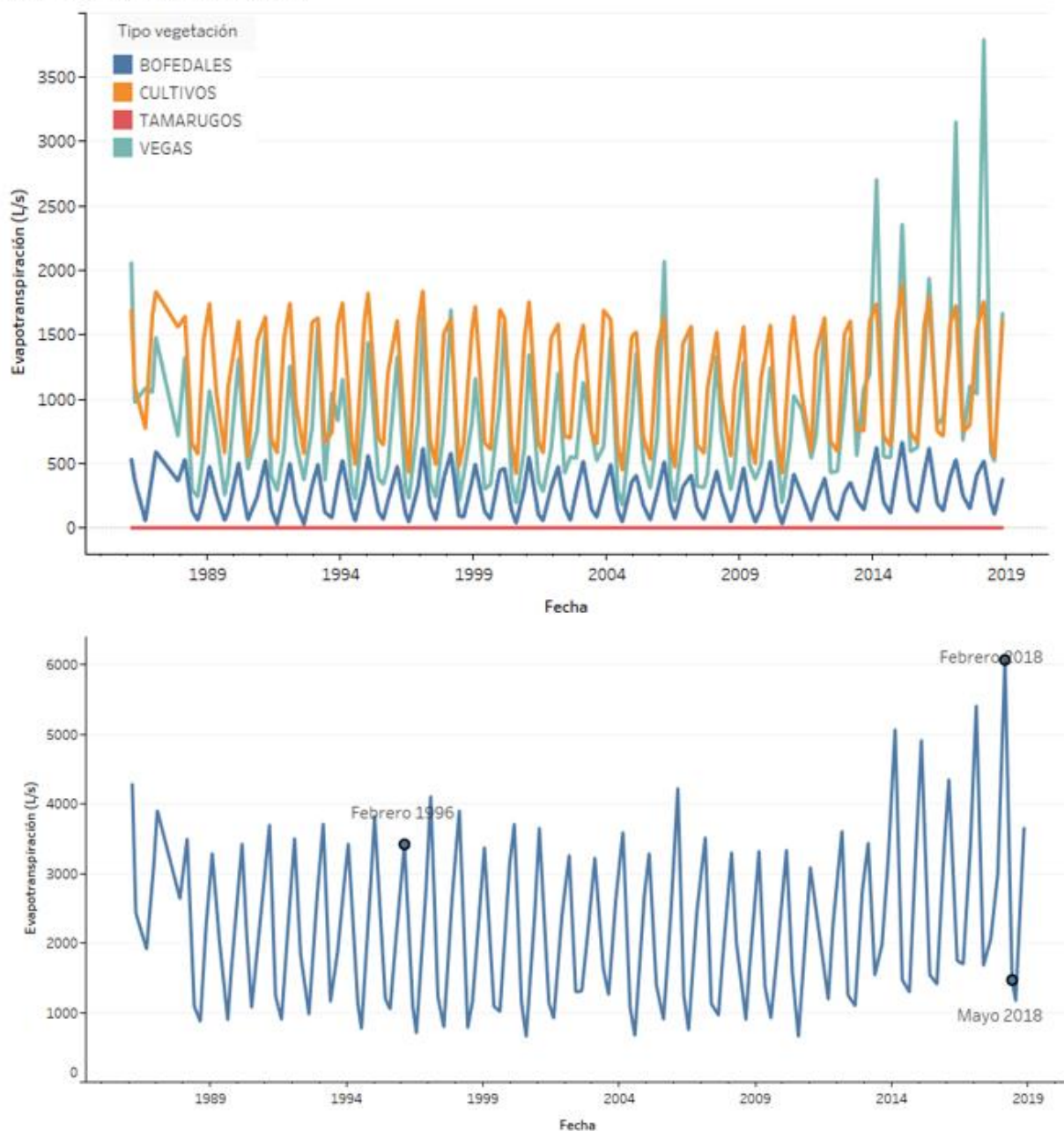


Figura VI-8. Variación de la evapotranspiración resultante. En el gráfico superior se muestra discretizado el aporte de evapotranspiración de cada tipo de vegetación. En el gráfico inferior se muestra la evapotranspiración total, como la suma de todos los tipos de vegetación. Fuente: elaboración propia.

A continuación se detallan las series de evapotranspiración obtenidas para el periodo de estudio.

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						< 2.350 m s.n.m. VEGAS 0,75 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	495,96	371,97	8,32	0,63	225,63	jul-94	296,70	222,53	3,03	0,41	32,01
abr-86	422,58	316,93	5,47	0,56	112,33	nov-94	256,36	192,27	8,64	0,63	121,10
ago-86	747,54	560,65	4,17	0,56	151,42	ene-95	318,50	238,87	9,17	0,63	159,70
nov-86	255,81	191,86	8,64	0,63	120,84	may-95	386,72	290,04	3,76	0,41	51,72
ene-87	301,46	226,09	9,17	0,63	151,16	ago-95	268,20	201,15	4,17	0,56	54,33
nov-87	204,86	153,64	8,64	0,63	96,77	oct-95	223,49	167,62	7,46	0,56	81,05
feb-88	294,60	220,95	8,32	0,63	134,02	feb-96	371,36	278,52	8,32	0,63	168,94
may-88	272,34	204,26	3,76	0,41	36,42	may-96	304,92	228,69	3,76	0,41	40,78
ago-88	204,78	153,58	4,17	0,56	41,48	jul-96	334,92	251,19	3,03	0,41	36,13
nov-88	182,60	136,95	8,64	0,63	86,25	nov-96	234,26	175,69	8,64	0,63	110,65
ene-89	243,14	182,36	9,17	0,63	121,92	ene-97	343,88	257,91	9,17	0,63	172,43
abr-89	352,05	264,04	5,47	0,56	93,58	may-97	382,58	286,93	3,76	0,41	51,17
ago-89	211,57	158,68	4,17	0,56	42,86	jul-97	318,65	238,99	3,03	0,41	34,38
oct-89	192,00	144,00	7,46	0,56	69,63	nov-97	213,36	160,02	8,64	0,63	100,79
feb-90	338,75	254,06	8,32	0,63	154,11	feb-98	447,19	335,39	8,32	0,63	203,44
abr-90	350,85	263,14	5,47	0,56	93,26	jun-98	275,57	206,67	2,81	0,41	27,51
jul-90	563,73	422,80	3,03	0,41	60,81	ago-98	281,68	211,26	4,17	0,56	57,06
nov-90	237,84	178,38	8,64	0,63	112,35	nov-98	214,35	160,76	8,64	0,63	101,25
feb-91	388,36	291,27	8,32	0,63	176,68	ene-99	258,30	193,72	9,17	0,63	129,52
may-91	367,33	275,50	3,76	0,41	49,13	may-99	284,25	213,19	3,76	0,41	38,02
ago-91	220,32	165,24	4,17	0,56	44,63	ago-99	235,09	176,32	4,17	0,56	47,62
nov-91	182,44	136,83	8,64	0,63	86,18	dic-99	238,49	178,87	9,39	0,63	122,44
ene-92	297,70	223,27	9,17	0,63	149,27	feb-00	379,12	284,34	8,32	0,63	172,48
abr-92	321,63	241,22	5,47	0,56	85,50	may-00	365,74	274,30	3,76	0,41	48,91
ago-92	286,35	214,76	4,17	0,56	58,00	jul-00	283,06	212,29	3,03	0,41	30,54
nov-92	231,09	173,32	8,64	0,63	109,16	nov-00	178,01	133,51	8,64	0,63	84,09
feb-93	390,93	293,20	8,32	0,63	177,85	ene-01	294,85	221,14	9,17	0,63	147,84
may-93	323,93	242,95	3,76	0,41	43,32	may-01	376,66	282,50	3,76	0,41	50,38
ago-93	704,93	528,70	4,17	0,56	142,79	ago-01	240,59	180,44	4,17	0,56	48,73
nov-93	237,67	178,25	8,64	0,63	112,27	nov-01	186,94	140,20	8,64	0,63	88,30
ene-94	271,67	203,75	9,17	0,63	136,22	feb-02	292,55	219,41	8,32	0,63	133,09
may-94	313,03	234,77	3,76	0,41	41,87	may-02	469,44	352,08	3,76	0,41	62,78

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
ago-02	453,02	339,77	4,17	0,56	91,76
oct-02	211,52	158,64	7,46	0,56	76,71
feb-03	280,75	210,56	8,32	0,63	127,72
may-03	789,71	592,28	3,76	0,41	105,62
ago-03	347,65	260,74	4,17	0,56	70,42
nov-03	184,24	138,18	8,64	0,63	87,03
feb-04	302,87	227,16	8,32	0,63	137,79
may-04	271,05	203,29	3,76	0,41	36,25
jul-04	244,88	183,66	3,03	0,41	26,42
nov-04	215,90	161,93	8,64	0,63	101,99
feb-05	346,62	259,97	8,32	0,63	157,69
may-05	474,03	355,52	3,76	0,41	63,40
ago-05	247,11	185,33	4,17	0,56	50,05
nov-05	197,79	148,34	8,64	0,63	93,43
feb-06	414,00	310,50	8,32	0,63	188,34
may-06	348,72	261,54	3,76	0,41	46,64
jul-06	265,62	199,22	3,03	0,41	28,65
nov-06	214,39	160,80	8,64	0,63	101,27
feb-07	328,13	246,09	8,32	0,63	149,27
may-07	288,06	216,04	3,76	0,41	38,53
ago-07	239,82	179,87	4,17	0,56	48,58
oct-07	173,63	130,22	7,46	0,56	62,97
feb-08	322,79	242,10	8,32	0,63	146,85
abr-08	325,18	243,89	5,47	0,56	86,44
ago-08	226,58	169,93	4,17	0,56	45,90
oct-08	187,71	140,78	7,46	0,56	68,08
feb-09	317,10	237,83	8,32	0,63	144,26
may-09	405,82	304,37	3,76	0,41	54,28
jul-09	432,29	324,22	3,03	0,41	46,63
oct-09	172,02	129,01	7,46	0,56	62,38
feb-10	321,70	241,28	8,32	0,63	146,35
may-10	530,79	398,09	3,76	0,41	70,99
jul-10	238,35	178,76	3,03	0,41	25,71
nov-10	176,65	132,49	8,64	0,63	83,44
ene-11	249,38	187,04	9,17	0,63	125,04

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
abr-11	406,11	304,58	5,47	0,56	107,95
ago-11	318,08	238,56	4,17	0,56	64,43
nov-11	181,69	136,27	8,64	0,63	85,82
feb-12	523,52	392,64	8,32	0,63	238,16
may-12	372,38	279,28	3,76	0,41	49,80
ago-12	285,57	214,18	4,17	0,56	57,84
nov-12	359,45	269,59	8,64	0,63	169,79
feb-13	421,21	315,91	8,32	0,63	191,62
may-13	538,90	404,18	3,76	0,41	72,07
ago-13	732,20	549,15	4,17	0,56	148,32
nov-13	357,40	268,05	8,64	0,63	168,82
feb-14	639,86	479,90	8,32	0,63	291,09
may-14	529,47	397,10	3,76	0,41	70,81
ago-14	407,82	305,86	4,17	0,56	82,61
nov-14	334,27	250,70	8,64	0,63	157,90
ene-15	486,60	364,95	9,17	0,63	243,99
may-15	563,90	422,93	3,76	0,41	75,42
ago-15	480,55	360,41	4,17	0,56	97,34
nov-15	385,25	288,94	8,64	0,63	181,98
ene-16	455,32	341,49	9,17	0,63	228,31
may-16	681,14	510,85	3,76	0,41	91,10
ago-16	525,03	393,77	4,17	0,56	106,35
nov-16	357,75	268,31	8,64	0,63	168,99
feb-17	747,36	560,52	8,32	0,63	340,00
may-17	578,72	434,04	3,76	0,41	77,40
ago-17	758,67	569,00	4,17	0,56	153,68
nov-17	272,68	204,51	8,64	0,63	128,81
feb-18	648,92	486,69	8,32	0,63	295,21
may-18	484,89	363,67	3,76	0,41	64,85
jul-18	565,07	423,80	3,03	0,41	60,96
nov-18	431,75	323,81	8,64	0,63	203,94

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						2.350 – 2.450 m s.n.m. VEGAS 0,75 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	4153,71	3115,28	8,14	0,63	1849,71	may-94	2247,21	1685,41	3,68	0,41	294,69
abr-86	3375,25	2531,44	5,36	0,56	879,65	jul-94	1856,53	1392,40	2,98	0,41	196,61
ago-86	4909,56	3682,17	4,09	0,56	975,24	nov-94	1764,98	1323,74	8,46	0,63	816,13
nov-86	2021,28	1515,96	8,46	0,63	934,64	ene-95	2599,21	1949,41	8,97	0,63	1275,57
ene-87	2691,57	2018,68	8,97	0,63	1320,89	may-95	2615,37	1961,53	3,68	0,41	342,97
nov-87	1329,10	996,82	8,46	0,63	614,57	ago-95	1484,99	1113,74	4,09	0,56	294,98
feb-88	2684,44	2013,33	8,14	0,63	1195,42	oct-95	1106,04	829,53	7,30	0,56	392,72
may-88	2071,55	1553,66	3,68	0,41	271,65	feb-96	2620,42	1965,32	8,14	0,63	1166,91
ago-88	1046,12	784,59	4,09	0,56	207,80	may-96	2205,98	1654,49	3,68	0,41	289,28
nov-88	1084,55	813,41	8,46	0,63	501,49	jul-96	1874,65	1405,99	2,98	0,41	198,53
ene-89	1916,87	1437,65	8,97	0,63	940,71	nov-96	1538,93	1154,20	8,46	0,63	711,60
abr-89	2514,28	1885,71	5,36	0,56	655,27	ene-97	3003,91	2252,94	8,97	0,63	1474,18
ago-89	1109,82	832,37	4,09	0,56	220,46	may-97	2480,46	1860,34	3,68	0,41	325,28
oct-89	928,35	696,26	7,30	0,56	329,63	jul-97	1986,15	1489,61	2,98	0,41	210,34
feb-90	2618,11	1963,58	8,14	0,63	1165,88	nov-97	1443,13	1082,34	8,46	0,63	667,30
abr-90	2806,33	2104,75	5,36	0,56	731,38	feb-98	3374,80	2531,10	8,14	0,63	1502,85
jul-90	3864,73	2898,55	2,98	0,41	409,28	jun-98	1930,33	1447,74	2,75	0,41	189,14
nov-90	1392,74	1044,55	8,46	0,63	644,00	ago-98	1873,08	1404,81	4,09	0,56	372,07
feb-91	3067,64	2300,73	8,14	0,63	1366,07	nov-98	1543,70	1157,78	8,46	0,63	713,81
may-91	2818,69	2114,02	3,68	0,41	369,63	ene-99	2089,39	1567,04	8,97	0,63	1025,37
ago-91	1287,68	965,76	4,09	0,56	255,79	may-99	2096,07	1572,05	3,68	0,41	274,87
nov-91	1128,65	846,49	8,46	0,63	521,89	ago-99	1506,08	1129,56	4,09	0,56	299,17
ene-92	2245,02	1683,77	8,97	0,63	1101,75	dic-99	1682,95	1262,21	9,18	0,63	845,32
abr-92	2279,16	1709,37	5,36	0,56	593,99	feb-00	3276,03	2457,03	8,14	0,63	1458,86
ago-92	1646,77	1235,07	4,09	0,56	327,12	may-00	2434,00	1825,50	3,68	0,41	319,18
nov-92	1452,04	1089,03	8,46	0,63	671,42	jul-00	1590,79	1193,09	2,98	0,41	168,47
feb-93	3193,82	2395,36	8,14	0,63	1422,25	nov-00	1153,66	865,25	8,46	0,63	533,45
may-93	2611,07	1958,30	3,68	0,41	342,40	ene-01	2427,95	1820,96	8,97	0,63	1191,52
ago-93	4762,82	3572,11	4,09	0,56	946,10	may-01	2480,76	1860,57	3,68	0,41	325,32
nov-93	1556,24	1167,18	8,46	0,63	719,60	ago-01	1217,19	912,89	4,09	0,56	241,79
ene-94	2065,80	1549,35	8,97	0,63	1013,80	nov-01	1136,83	852,62	8,46	0,63	525,67

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	2409,14	1806,86	8,14	0,63	1072,83
may-02	2874,69	2156,01	3,68	0,41	376,97
ago-02	2403,06	1802,29	4,09	0,56	477,35
oct-02	1297,72	973,29	7,30	0,56	460,78
feb-03	2256,47	1692,35	8,14	0,63	1004,84
may-03	5154,03	3865,52	3,68	0,41	675,88
ago-03	2355,03	1766,27	4,09	0,56	467,81
nov-03	1184,06	888,05	8,46	0,63	547,51
feb-04	3036,49	2277,37	8,14	0,63	1352,19
may-04	2044,84	1533,63	3,68	0,41	268,15
jul-04	1447,87	1085,90	2,98	0,41	153,33
nov-04	1616,88	1212,66	8,46	0,63	747,64
feb-05	2710,05	2032,54	8,14	0,63	1206,82
may-05	3591,87	2693,90	3,68	0,41	471,02
ago-05	1348,03	1011,02	4,09	0,56	267,78
nov-05	1335,39	1001,54	8,46	0,63	617,49
feb-06	4261,16	3195,87	8,14	0,63	1897,56
may-06	2768,94	2076,71	3,68	0,41	363,11
jul-06	1739,56	1304,67	2,98	0,41	184,22
nov-06	1316,60	987,45	8,46	0,63	608,80
feb-07	3143,05	2357,29	8,14	0,63	1399,65
may-07	2272,13	1704,10	3,68	0,41	297,96
ago-07	1381,38	1036,04	4,09	0,56	274,40
oct-07	994,42	745,81	7,30	0,56	353,09
feb-08	2690,95	2018,21	8,14	0,63	1198,32
abr-08	2546,71	1910,03	5,36	0,56	663,72
ago-08	1310,97	983,23	4,09	0,56	260,41
oct-08	1071,30	803,47	7,30	0,56	380,39
feb-09	2587,53	1940,65	8,14	0,63	1152,26
may-09	3489,06	2616,80	3,68	0,41	457,54
jul-09	3237,21	2427,91	2,98	0,41	342,83
oct-09	1207,43	905,57	7,30	0,56	428,72
feb-10	2481,09	1860,81	8,14	0,63	1104,86
may-10	4594,58	3445,93	3,68	0,41	602,51
jul-10	1658,16	1243,62	2,98	0,41	175,60

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	1279,13	959,34	8,46	0,63	591,47
ene-11	1829,97	1372,47	8,97	0,63	898,06
abr-11	3167,21	2375,41	5,36	0,56	825,44
ago-11	2495,96	1871,97	4,09	0,56	495,80
nov-11	1345,43	1009,08	8,46	0,63	622,13
feb-12	3064,00	2298,00	8,14	0,63	1364,44
may-12	3025,00	2268,75	3,68	0,41	396,69
ago-12	2006,00	1504,50	4,09	0,56	398,48
nov-12	1730,00	1297,50	8,46	0,63	799,95
feb-13	2913,00	2184,75	8,14	0,63	1297,20
may-13	3881,00	2910,75	3,68	0,41	508,94
ago-13	4894,72	3671,04	4,09	0,56	972,30
nov-13	2215,82	1661,87	8,46	0,63	1024,59
feb-14	5470,44	4102,83	8,14	0,63	2436,07
may-14	3838,35	2878,76	3,68	0,41	503,34
ago-14	2434,82	1826,11	4,09	0,56	483,66
nov-14	2223,15	1667,36	8,46	0,63	1027,98
ene-15	4297,69	3223,27	8,97	0,63	2109,10
may-15	4116,42	3087,32	3,68	0,41	539,81
ago-15	2763,44	2072,58	4,09	0,56	548,94
nov-15	2494,73	1871,05	8,46	0,63	1153,56
ene-16	3476,79	2607,59	8,97	0,63	1706,24
may-16	5642,51	4231,88	3,68	0,41	739,93
ago-16	3915,44	2936,58	4,09	0,56	777,77
nov-16	2734,54	2050,90	8,46	0,63	1264,45
feb-17	6379,11	4784,33	8,14	0,63	2840,71
may-17	4804,58	3603,44	3,68	0,41	630,05
ago-17	4980,50	3735,38	4,09	0,56	989,34
nov-17	1970,37	1477,78	8,46	0,63	911,10
feb-18	7931,31	5948,48	8,14	0,63	3531,93
may-18	4155,85	3116,89	3,68	0,41	544,98
jul-18	4459,14	3344,36	2,98	0,41	472,23
nov-18	3181,52	2386,14	8,46	0,63	1471,13

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						2.350 – 2.450 m s.n.m. CULTIVOS 1 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	991,97	991,97	8,14	0,95	888,15	may-94	886,60	886,60	3,68	0,95	359,19
abr-86	982,36	982,36	5,36	0,95	579,10	jul-94	830,72	830,72	2,98	0,95	271,79
ago-86	1023,55	1023,55	4,09	0,95	459,89	nov-94	885,18	885,18	8,46	0,95	822,94
nov-86	907,94	907,94	8,46	0,95	844,10	ene-95	928,43	928,43	8,97	0,95	916,08
ene-87	956,51	956,51	8,97	0,95	943,79	may-95	937,01	937,01	3,68	0,95	379,61
nov-87	856,33	856,33	8,46	0,95	796,12	ago-95	813,95	813,95	4,09	0,95	365,72
feb-88	935,88	935,88	8,14	0,95	837,93	oct-95	766,83	766,83	7,30	0,95	615,87
may-88	863,03	863,03	3,68	0,95	349,65	feb-96	922,31	922,31	8,14	0,95	825,78
ago-88	706,78	706,78	4,09	0,95	317,56	may-96	886,56	886,56	3,68	0,95	359,18
nov-88	806,46	806,46	8,46	0,95	749,76	jul-96	753,29	753,29	2,98	0,95	246,46
ene-89	892,41	892,41	8,97	0,95	880,54	nov-96	894,25	894,25	8,46	0,95	831,38
abr-89	917,75	917,75	5,36	0,95	541,01	ene-97	940,65	940,65	8,97	0,95	928,13
ago-89	714,08	714,08	4,09	0,95	320,84	may-97	898,23	898,23	3,68	0,95	363,90
oct-89	705,93	705,93	7,30	0,95	566,96	jul-97	824,34	824,34	2,98	0,95	269,70
feb-90	921,00	921,00	8,14	0,95	824,61	nov-97	824,93	824,93	8,46	0,95	766,93
abr-90	906,16	906,16	5,36	0,95	534,18	feb-98	911,47	911,47	8,14	0,95	816,08
jul-90	944,29	944,29	2,98	0,95	308,95	jun-98	846,72	846,72	2,75	0,95	256,31
nov-90	775,77	775,77	8,46	0,95	721,22	ago-98	824,83	824,83	4,09	0,95	370,60
feb-91	923,35	923,35	8,14	0,95	826,72	nov-98	839,41	839,41	8,46	0,95	780,40
may-91	912,80	912,80	3,68	0,95	369,81	ene-99	868,03	868,03	8,97	0,95	856,48
ago-91	706,24	706,24	4,09	0,95	317,32	may-99	877,94	877,94	3,68	0,95	355,69
nov-91	804,39	804,39	8,46	0,95	747,84	ago-99	757,63	757,63	4,09	0,95	340,41
ene-92	895,45	895,45	8,97	0,95	883,53	dic-99	840,59	840,59	9,18	0,95	848,89
abr-92	851,50	851,50	5,36	0,95	501,96	feb-00	908,09	908,09	8,14	0,95	813,05
ago-92	717,04	717,04	4,09	0,95	322,17	may-00	876,32	876,32	3,68	0,95	355,03
nov-92	857,46	857,46	8,46	0,95	797,17	jul-00	705,21	705,21	2,98	0,95	230,73
feb-93	928,71	928,71	8,14	0,95	831,51	nov-00	776,69	776,69	8,46	0,95	722,08
may-93	874,73	874,73	3,68	0,95	354,38	ene-01	885,96	885,96	8,97	0,95	874,18
ago-93	962,50	962,50	4,09	0,95	432,46	may-01	938,50	938,50	3,68	0,95	380,22
nov-93	869,45	869,45	8,46	0,95	808,32	ago-01	715,00	715,00	4,09	0,95	321,26
ene-94	902,42	902,42	8,97	0,95	890,42	nov-01	807,68	807,68	8,46	0,95	750,89

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	903,79	903,79	8,14	0,95	809,20
may-02	968,14	968,14	3,68	0,95	392,23
ago-02	899,30	899,30	4,09	0,95	404,06
oct-02	817,45	817,45	7,30	0,95	656,53
feb-03	886,37	886,37	8,14	0,95	793,60
may-03	1038,18	1038,18	3,68	0,95	420,60
ago-03	801,88	801,88	4,09	0,95	360,29
nov-03	1041,19	1041,19	8,46	0,95	967,98
feb-04	930,51	930,51	8,14	0,95	833,13
may-04	869,72	869,72	3,68	0,95	352,35
jul-04	739,69	739,69	2,98	0,95	242,01
nov-04	797,15	797,15	8,46	0,95	741,11
feb-05	850,00	850,00	8,14	0,95	761,04
may-05	939,63	939,63	3,68	0,95	380,68
ago-05	626,41	626,41	4,09	0,95	281,45
nov-05	745,78	745,78	8,46	0,95	693,34
feb-06	924,38	924,38	8,14	0,95	827,63
may-06	875,74	875,74	3,68	0,95	354,79
jul-06	779,56	779,56	2,98	0,95	255,05
nov-06	759,98	759,98	8,46	0,95	706,54
feb-07	882,76	882,76	8,14	0,95	790,37
may-07	816,58	816,58	3,68	0,95	330,83
ago-07	696,41	696,41	4,09	0,95	312,90
oct-07	671,08	671,08	7,30	0,95	538,97
feb-08	843,12	843,12	8,14	0,95	754,88
abr-08	861,47	861,47	5,36	0,95	507,84
ago-08	662,60	662,60	4,09	0,95	297,71
oct-08	664,46	664,46	7,30	0,95	533,65
feb-09	873,78	873,78	8,14	0,95	782,33
may-09	904,91	904,91	3,68	0,95	366,61
jul-09	841,97	841,97	2,98	0,95	275,47
oct-09	732,41	732,41	7,30	0,95	588,23
feb-10	864,93	864,93	8,14	0,95	774,41
may-10	960,15	960,15	3,68	0,95	388,99
jul-10	705,54	705,54	2,98	0,95	230,84

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	770,86	770,86	8,46	0,95	716,66
ene-11	811,20	811,20	8,97	0,95	800,41
abr-11	869,20	869,20	5,36	0,95	512,39
ago-11	722,83	722,83	4,09	0,95	324,78
nov-11	732,33	732,33	8,46	0,95	680,84
feb-12	910,94	910,94	8,14	0,95	815,60
may-12	920,67	920,67	3,68	0,95	373,00
ago-12	731,02	731,02	4,09	0,95	328,45
nov-12	845,93	845,93	8,46	0,95	786,45
feb-13	939,91	939,91	8,14	0,95	841,54
may-13	1026,30	1026,30	3,68	0,95	415,79
ago-13	959,06	959,06	4,09	0,95	430,91
nov-13	886,29	886,29	8,46	0,95	823,98
feb-14	998,50	998,50	8,14	0,95	894,00
may-14	941,66	941,66	3,68	0,95	381,50
ago-14	780,82	780,82	4,09	0,95	350,83
nov-14	867,01	867,01	8,46	0,95	806,05
ene-15	982,34	982,34	8,97	0,95	969,27
may-15	965,54	965,54	3,68	0,95	391,17
ago-15	804,51	804,51	4,09	0,95	361,47
nov-15	847,72	847,72	8,46	0,95	788,12
ene-16	892,48	892,48	8,97	0,95	880,61
may-16	1003,32	1003,32	3,68	0,95	406,48
ago-16	877,86	877,86	4,09	0,95	394,43
nov-16	862,60	862,60	8,46	0,95	801,95
feb-17	985,03	985,03	8,14	0,95	881,94
may-17	952,35	952,35	3,68	0,95	385,83
ago-17	1038,09	1038,09	4,09	0,95	466,42
nov-17	825,73	825,73	8,46	0,95	767,68
feb-18	1008,90	1008,90	8,14	0,95	903,31
may-18	898,25	898,25	3,68	0,95	363,91
jul-18	978,79	978,79	2,98	0,95	320,23
nov-18	924,17	924,17	8,46	0,95	859,19

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL TRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (L/árbol/día)					2.350 – 2.450 m s.n.m. TAMARUGOS 0,4 46,6				
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	# Árboles	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	# Árboles	ETR (L/s)
feb-86	164,11	65,64	4290	2,31	jul-94	207,22	82,89	5418	2,92
abr-86	150,32	60,13	3930	2,12	nov-94	210,23	84,09	5496	2,96
ago-86	298,35	119,34	7800	4,21	ene-95	255,48	102,19	6679	3,60
nov-86	101,82	40,73	2662	1,44	may-95	289,84	115,94	7577	4,09
ene-87	134,24	53,69	3509	1,89	ago-95	205,37	82,15	5369	2,90
nov-87	63,27	25,31	1654	0,89	oct-95	141,01	56,40	3686	1,99
feb-88	129,20	51,68	3378	1,82	feb-96	231,90	92,76	6063	3,27
may-88	103,89	41,56	2716	1,46	may-96	267,24	106,90	6987	3,77
ago-88	54,78	21,91	1432	0,77	jul-96	176,39	70,55	4611	2,49
nov-88	61,73	24,69	1614	0,87	nov-96	207,65	83,06	5429	2,93
ene-89	79,32	31,73	2074	1,12	ene-97	276,73	110,69	7235	3,90
abr-89	165,81	66,33	4335	2,34	may-97	215,82	86,33	5642	3,04
ago-89	75,79	30,31	1981	1,07	jul-97	214,49	85,80	5608	3,02
oct-89	40,01	16,00	1046	0,56	nov-97	187,87	75,15	4912	2,65
feb-90	142,67	57,07	3730	2,01	feb-98	246,87	98,75	6454	3,48
abr-90	179,74	71,90	4699	2,53	jun-98	241,69	96,68	6319	3,41
jul-90	287,78	115,11	7524	4,06	ago-98	231,53	92,61	6053	3,26
nov-90	91,95	36,78	2404	1,30	nov-98	218,20	87,28	5705	3,08
feb-91	181,12	72,45	4735	2,55	ene-99	238,38	95,35	6232	3,36
may-91	240,40	96,16	6285	3,39	may-99	290,37	116,15	7591	4,09
ago-91	100,70	40,28	2633	1,42	ago-99	220,35	88,14	5761	3,11
nov-91	100,19	40,08	2619	1,41	dic-99	232,55	93,02	6080	3,28
ene-92	147,72	59,09	3862	2,08	feb-00	293,09	117,24	7663	4,13
abr-92	150,09	60,04	3924	2,12	may-00	296,44	118,57	7750	4,18
ago-92	124,44	49,78	3253	1,75	jul-00	182,60	73,04	4774	2,57
nov-92	133,13	53,25	3480	1,88	nov-00	204,25	81,70	5340	2,88
feb-93	210,39	84,16	5500	2,97	ene-01	291,29	116,52	7615	4,11
may-93	228,68	91,47	5979	3,22	may-01	308,45	123,38	8064	4,35
ago-93	350,47	140,19	9163	4,94	ago-01	197,20	78,88	5156	2,78
nov-93	175,73	70,29	4594	2,48	nov-01	217,62	87,05	5690	3,07
ene-94	171,18	68,47	4475	2,41	feb-02	300,75	120,30	7863	4,24
may-94	236,95	94,78	6195	3,34	may-02	326,77	130,71	8543	4,61

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
ago-02	315,39	126,15	8245	4,45	ago-02
oct-02	250,04	100,02	6537	3,53	oct-02
feb-03	295,40	118,16	7723	4,17	feb-03
may-03	488,56	195,42	12773	6,89	may-03
ago-03	303,05	121,22	7923	4,27	ago-03
nov-03	243,11	97,24	6356	3,43	nov-03
feb-04	343,59	137,44	8983	4,84	feb-04
may-04	298,14	119,26	7795	4,20	may-04
jul-04	239,66	95,86	6266	3,38	jul-04
nov-04	260,50	104,20	6811	3,67	nov-04
feb-05	292,24	116,90	7640	4,12	feb-05
may-05	396,58	158,63	10368	5,59	may-05
ago-05	190,24	76,09	4973	2,68	ago-05
nov-05	248,49	99,40	6496	3,50	nov-05
feb-06	381,14	152,46	9964	5,37	feb-06
may-06	321,15	128,46	8396	4,53	may-06
jul-06	296,55	118,62	7753	4,18	jul-06
nov-06	275,40	110,16	7200	3,88	nov-06
feb-07	365,73	146,29	9562	5,16	feb-07
may-07	309,16	123,67	8083	4,36	may-07
ago-07	247,85	99,14	6480	3,49	ago-07
oct-07	184,96	73,98	4835	2,61	oct-07
feb-08	310,03	124,01	8105	4,37	feb-08
abr-08	320,81	128,32	8387	4,52	abr-08
ago-08	241,75	96,70	6320	3,41	ago-08
oct-08	204,82	81,93	5355	2,89	oct-08
feb-09	334,40	133,76	8743	4,72	feb-09
may-09	397,58	159,03	10394	5,61	may-09
jul-09	379,25	151,70	9915	5,35	jul-09
oct-09	226,95	90,78	5933	3,20	oct-09
feb-10	315,24	126,10	8242	4,45	feb-10
may-10	461,57	184,63	12067	6,51	may-10
jul-10	244,74	97,90	6398	3,45	jul-10
nov-10	282,69	113,07	7391	3,99	nov-10
ene-11	285,71	114,28	7470	4,03	ene-11

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
abr-11	365,31	146,12	9551	5,15	abr-11
ago-11	301,74	120,70	7889	4,25	ago-11
nov-11	282,00	112,80	7373	3,98	nov-11
feb-12	362,98	145,19	9490	5,12	feb-12
may-12	333,54	133,42	8720	4,70	may-12
ago-12	269,72	107,89	7051	3,80	ago-12
nov-12	309,17	123,67	8083	4,36	nov-12
feb-13	388,42	155,37	10155	5,48	feb-13
may-13	431,98	172,79	11294	6,09	may-13
ago-13	495,42	198,17	12952	6,99	ago-13
nov-13	371,70	148,68	9718	5,24	nov-13
feb-14	511,73	204,69	13379	7,22	feb-14
may-14	449,84	179,94	11761	6,34	may-14
ago-14	273,72	109,49	7156	3,86	ago-14
nov-14	307,45	122,98	8038	4,34	nov-14
ene-15	515,54	206,22	13478	7,27	ene-15
may-15	439,50	175,80	11490	6,20	may-15
ago-15	355,81	142,32	9302	5,02	ago-15
nov-15	371,21	148,49	9705	5,23	nov-15
ene-16	393,92	157,57	10298	5,55	ene-16
may-16	478,60	191,44	12512	6,75	may-16
ago-16	384,52	153,81	10053	5,42	ago-16
nov-16	364,10	145,64	9519	5,13	nov-16
feb-17	457,11	182,84	11951	6,45	feb-17
may-17	423,42	169,37	11070	5,97	may-17
ago-17	490,09	196,03	12813	6,91	ago-17
nov-17	354,95	141,98	9280	5,01	nov-17
feb-18	511,99	204,80	13385	7,22	feb-18
may-18	417,65	167,06	10919	5,89	may-18
jul-18	730,05	292,02	19086	10,29	jul-18
nov-18	708,55	283,42	18524	9,99	nov-18

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						2.450 – 2.550 m s.n.m. VEGAS 0,75 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	5,60	4,20	7,97	0,63	2,44	may-94	5,84	4,38	3,61	0,41	0,75
abr-86	6,15	4,61	5,25	0,56	1,57	jul-94	5,48	4,11	2,92	0,41	0,57
ago-86	6,26	4,70	4,01	0,56	1,22	nov-94	6,06	4,55	8,27	0,63	2,74
nov-86	4,22	3,17	8,27	0,63	1,91	ene-95	6,46	4,84	8,78	0,63	3,10
ene-87	4,58	3,44	8,78	0,63	2,20	may-95	9,29	6,97	3,61	0,41	1,19
nov-87	4,88	3,66	8,27	0,63	2,21	ago-95	7,28	5,46	4,01	0,56	1,42
feb-88	5,95	4,46	7,97	0,63	2,59	oct-95	5,65	4,23	7,15	0,56	1,96
may-88	5,57	4,17	3,61	0,41	0,72	feb-96	6,72	5,04	7,97	0,63	2,93
ago-88	3,77	2,83	4,01	0,56	0,73	may-96	7,16	5,37	3,61	0,41	0,92
nov-88	3,49	2,62	8,27	0,63	1,58	jul-96	5,85	4,39	2,92	0,41	0,61
ene-89	3,54	2,66	8,78	0,63	1,70	nov-96	5,97	4,48	8,27	0,63	2,70
abr-89	5,60	4,20	5,25	0,56	1,43	ene-97	6,14	4,60	8,78	0,63	2,95
ago-89	4,53	3,39	4,01	0,56	0,88	may-97	6,00	4,50	3,61	0,41	0,77
oct-89	3,05	2,29	7,15	0,56	1,06	jul-97	5,75	4,31	2,92	0,41	0,60
feb-90	6,96	5,22	7,97	0,63	3,03	nov-97	3,78	2,84	8,27	0,63	1,71
abr-90	7,31	5,48	5,25	0,56	1,87	feb-98	4,95	3,72	7,97	0,63	2,16
jul-90	8,04	6,03	2,92	0,41	0,84	jun-98	5,47	4,10	2,70	0,41	0,53
nov-90	4,50	3,38	8,27	0,63	2,04	ago-98	6,00	4,50	4,01	0,56	1,17
feb-91	7,04	5,28	7,97	0,63	3,07	nov-98	5,46	4,10	8,27	0,63	2,47
may-91	7,97	5,98	3,61	0,41	1,02	ene-99	5,80	4,35	8,78	0,63	2,78
ago-91	4,76	3,57	4,01	0,56	0,93	may-99	7,26	5,45	3,61	0,41	0,93
nov-91	4,94	3,71	8,27	0,63	2,24	ago-99	5,52	4,14	4,01	0,56	1,07
ene-92	5,61	4,21	8,78	0,63	2,69	dic-99	6,44	4,83	8,98	0,63	3,16
abr-92	5,07	3,80	5,25	0,56	1,30	feb-00	7,25	5,44	7,97	0,63	3,16
ago-92	4,05	3,04	4,01	0,56	0,79	may-00	7,79	5,85	3,61	0,41	1,00
nov-92	6,48	4,86	8,27	0,63	2,93	jul-00	5,22	3,92	2,92	0,41	0,54
feb-93	6,42	4,82	7,97	0,63	2,80	nov-00	4,83	3,62	8,27	0,63	2,19
may-93	7,07	5,30	3,61	0,41	0,91	ene-01	6,15	4,61	8,78	0,63	2,95
ago-93	6,91	5,18	4,01	0,56	1,34	may-01	9,65	7,24	3,61	0,41	1,24
nov-93	5,22	3,92	8,27	0,63	2,36	ago-01	6,78	5,09	4,01	0,56	1,32
ene-94	4,04	3,03	8,78	0,63	1,94	nov-01	6,63	4,98	8,27	0,63	3,00

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	8,27	6,20	7,97	0,63	3,60
may-02	12,89	9,67	3,61	0,41	1,66
ago-02	9,88	7,41	4,01	0,56	1,92
oct-02	7,91	5,93	7,15	0,56	2,75
feb-03	9,65	7,24	7,97	0,63	4,20
may-03	11,63	8,72	3,61	0,41	1,50
ago-03	9,26	6,95	4,01	0,56	1,80
nov-03	6,55	4,91	8,27	0,63	2,96
feb-04	8,60	6,45	7,97	0,63	3,75
may-04	8,99	6,74	3,61	0,41	1,16
jul-04	7,28	5,46	2,92	0,41	0,76
nov-04	7,12	5,34	8,27	0,63	3,22
feb-05	7,53	5,65	7,97	0,63	3,28
may-05	9,89	7,42	3,61	0,41	1,27
ago-05	6,24	4,68	4,01	0,56	1,22
nov-05	5,49	4,12	8,27	0,63	2,49
feb-06	8,66	6,49	7,97	0,63	3,77
may-06	8,42	6,32	3,61	0,41	1,08
jul-06	6,72	5,04	2,92	0,41	0,70
nov-06	5,21	3,91	8,27	0,63	2,36
feb-07	6,89	5,17	7,97	0,63	3,00
may-07	6,58	4,93	3,61	0,41	0,85
ago-07	5,62	4,21	4,01	0,56	1,09
oct-07	3,94	2,95	7,15	0,56	1,37
feb-08	4,70	3,52	7,97	0,63	2,05
abr-08	5,01	3,76	5,25	0,56	1,28
ago-08	3,46	2,59	4,01	0,56	0,67
oct-08	3,06	2,30	7,15	0,56	1,06
feb-09	5,64	4,23	7,97	0,63	2,46
may-09	6,00	4,50	3,61	0,41	0,77
jul-09	5,45	4,09	2,92	0,41	0,57
oct-09	4,32	3,24	7,15	0,56	1,50
feb-10	6,80	5,10	7,97	0,63	2,96
may-10	7,37	5,53	3,61	0,41	0,95
jul-10	4,54	3,40	2,92	0,41	0,47

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	4,33	3,25	8,27	0,63	1,96
ene-11	4,81	3,61	8,78	0,63	2,31
abr-11	5,90	4,43	5,25	0,56	1,51
ago-11	4,38	3,29	4,01	0,56	0,85
nov-11	4,45	3,34	8,27	0,63	2,01
feb-12	3,84	2,88	7,97	0,63	1,67
may-12	5,60	4,20	3,61	0,41	0,72
ago-12	4,25	3,19	4,01	0,56	0,83
nov-12	3,28	2,46	8,27	0,63	1,48
feb-13	3,26	2,44	7,97	0,63	1,42
may-13	9,26	6,95	3,61	0,41	1,19
ago-13	7,98	5,99	4,01	0,56	1,55
nov-13	6,42	4,81	8,27	0,63	2,90
feb-14	8,24	6,18	7,97	0,63	3,59
may-14	8,24	6,18	3,61	0,41	1,06
ago-14	4,71	3,53	4,01	0,56	0,92
nov-14	6,26	4,70	8,27	0,63	2,83
ene-15	6,50	4,88	8,78	0,63	3,12
may-15	8,33	6,25	3,61	0,41	1,07
ago-15	6,13	4,60	4,01	0,56	1,19
nov-15	5,15	3,86	8,27	0,63	2,33
ene-16	5,21	3,91	8,78	0,63	2,50
may-16	6,89	5,17	3,61	0,41	0,89
ago-16	6,44	4,83	4,01	0,56	1,25
nov-16	5,04	3,78	8,27	0,63	2,28
feb-17	5,88	4,41	7,97	0,63	2,56
may-17	6,95	5,21	3,61	0,41	0,89
ago-17	6,97	5,23	4,01	0,56	1,36
nov-17	4,47	3,35	8,27	0,63	2,02
feb-18	5,30	3,98	7,97	0,63	2,31
may-18	6,71	5,04	3,61	0,41	0,86
jul-18	3,88	2,91	2,92	0,41	0,40
nov-18	2,62	1,96	8,27	0,63	1,18

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						2.450 – 2.550 m s.n.m. CULTIVOS 1 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	721,37	721,37	7,97	0,95	631,93	may-94	698,20	698,20	3,61	0,95	277,24
abr-86	727,06	727,06	5,25	0,95	420,04	jul-94	662,29	662,29	2,92	0,95	212,64
ago-86	704,34	704,34	4,01	0,95	310,22	nov-94	703,14	703,14	8,27	0,95	639,62
nov-86	710,91	710,91	8,27	0,95	646,68	ene-95	718,92	718,92	8,78	0,95	693,94
ene-87	713,86	713,86	8,78	0,95	689,06	may-95	706,97	706,97	3,61	0,95	280,73
nov-87	687,63	687,63	8,27	0,95	625,51	ago-95	635,00	635,00	4,01	0,95	279,68
feb-88	714,42	714,42	7,97	0,95	625,83	oct-95	650,74	650,74	7,15	0,95	511,46
may-88	693,77	693,77	3,61	0,95	275,48	feb-96	710,92	710,92	7,97	0,95	622,77
ago-88	586,70	586,70	4,01	0,95	258,41	may-96	690,81	690,81	3,61	0,95	274,31
nov-88	670,91	670,91	8,27	0,95	610,30	jul-96	555,84	555,84	2,92	0,95	178,47
ene-89	697,20	697,20	8,78	0,95	672,98	nov-96	708,34	708,34	8,27	0,95	644,35
abr-89	709,17	709,17	5,25	0,95	409,71	ene-97	715,05	715,05	8,78	0,95	690,21
ago-89	598,11	598,11	4,01	0,95	263,43	may-97	698,93	698,93	3,61	0,95	277,53
oct-89	617,12	617,12	7,15	0,95	485,03	jul-97	648,83	648,83	2,92	0,95	208,32
feb-90	714,83	714,83	7,97	0,95	626,19	nov-97	681,62	681,62	8,27	0,95	620,04
abr-90	712,02	712,02	5,25	0,95	411,36	feb-98	718,02	718,02	7,97	0,95	628,99
jul-90	713,42	713,42	2,92	0,95	229,06	jun-98	669,76	669,76	2,70	0,95	198,89
nov-90	686,48	686,48	8,27	0,95	624,46	ago-98	637,67	637,67	4,01	0,95	280,86
feb-91	711,87	711,87	7,97	0,95	623,60	nov-98	690,06	690,06	8,27	0,95	627,72
may-91	709,27	709,27	3,61	0,95	281,64	ene-99	698,11	698,11	8,78	0,95	673,86
ago-91	617,32	617,32	4,01	0,95	271,90	may-99	689,39	689,39	3,61	0,95	273,75
nov-91	680,22	680,22	8,27	0,95	618,77	ago-99	613,94	613,94	4,01	0,95	270,41
ene-92	701,67	701,67	8,78	0,95	677,29	dic-99	693,77	693,77	8,98	0,95	685,12
abr-92	689,02	689,02	5,25	0,95	398,07	feb-00	711,13	711,13	7,97	0,95	622,96
ago-92	594,80	594,80	4,01	0,95	261,98	may-00	696,12	696,12	3,61	0,95	276,42
nov-92	696,65	696,65	8,27	0,95	633,72	jul-00	596,79	596,79	2,92	0,95	191,61
feb-93	714,09	714,09	7,97	0,95	625,55	nov-00	677,90	677,90	8,27	0,95	616,66
may-93	701,63	701,63	3,61	0,95	278,61	ene-01	710,07	710,07	8,78	0,95	685,40
ago-93	692,90	692,90	4,01	0,95	305,18	may-01	699,78	699,78	3,61	0,95	277,87
nov-93	699,79	699,79	8,27	0,95	636,57	ago-01	602,78	602,78	4,01	0,95	265,49
ene-94	704,97	704,97	8,78	0,95	680,47	nov-01	685,49	685,49	8,27	0,95	623,56

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	709,15	709,15	7,97	0,95	621,22
may-02	727,27	727,27	3,61	0,95	288,79
ago-02	671,27	671,27	4,01	0,95	295,66
oct-02	705,61	705,61	7,15	0,95	554,59
feb-03	718,54	718,54	7,97	0,95	629,44
may-03	747,27	747,27	3,61	0,95	296,73
ago-03	654,25	654,25	4,01	0,95	288,16
nov-03	683,89	683,89	8,27	0,95	622,10
feb-04	719,52	719,52	7,97	0,95	630,30
may-04	694,53	694,53	3,61	0,95	275,78
jul-04	628,04	628,04	2,92	0,95	201,65
nov-04	686,79	686,79	8,27	0,95	624,74
feb-05	699,67	699,67	7,97	0,95	612,91
may-05	723,97	723,97	3,61	0,95	287,48
ago-05	580,05	580,05	4,01	0,95	255,48
nov-05	671,55	671,55	8,27	0,95	610,88
feb-06	730,72	730,72	7,97	0,95	640,12
may-06	715,02	715,02	3,61	0,95	283,92
jul-06	651,90	651,90	2,92	0,95	209,31
nov-06	681,08	681,08	8,27	0,95	619,55
feb-07	714,07	714,07	7,97	0,95	625,53
may-07	692,37	692,37	3,61	0,95	274,93
ago-07	606,18	606,18	4,01	0,95	266,99
oct-07	619,54	619,54	7,15	0,95	486,94
feb-08	702,75	702,75	7,97	0,95	615,61
abr-08	706,76	706,76	5,25	0,95	408,32
ago-08	588,49	588,49	4,01	0,95	259,20
oct-08	610,91	610,91	7,15	0,95	480,15
feb-09	709,76	709,76	7,97	0,95	621,76
may-09	711,27	711,27	3,61	0,95	282,43
jul-09	659,02	659,02	2,92	0,95	211,59
oct-09	643,54	643,54	7,15	0,95	505,80
feb-10	701,09	701,09	7,97	0,95	614,16
may-10	731,57	731,57	3,61	0,95	290,49
jul-10	603,06	603,06	2,92	0,95	193,63

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	667,62	667,62	8,27	0,95	607,30
ene-11	687,39	687,39	8,78	0,95	663,51
abr-11	698,97	698,97	5,25	0,95	403,81
ago-11	606,56	606,56	4,01	0,95	267,16
nov-11	647,16	647,16	8,27	0,95	588,69
feb-12	717,63	717,63	7,97	0,95	628,65
may-12	698,11	698,11	3,61	0,95	277,21
ago-12	599,60	599,60	4,01	0,95	264,09
nov-12	686,49	686,49	8,27	0,95	624,47
feb-13	714,75	714,75	7,97	0,95	626,12
may-13	742,57	742,57	3,61	0,95	294,86
ago-13	695,37	695,37	4,01	0,95	306,27
nov-13	705,70	705,70	8,27	0,95	641,94
feb-14	738,07	738,07	7,97	0,95	646,55
may-14	717,05	717,05	3,61	0,95	284,73
ago-14	617,75	617,75	4,01	0,95	272,09
nov-14	698,01	698,01	8,27	0,95	634,95
ene-15	724,35	724,35	8,78	0,95	699,19
may-15	719,82	719,82	3,61	0,95	285,83
ago-15	633,90	633,90	4,01	0,95	279,20
nov-15	686,61	686,61	8,27	0,95	624,58
ene-16	703,28	703,28	8,78	0,95	678,85
may-16	720,65	720,65	3,61	0,95	286,16
ago-16	662,41	662,41	4,01	0,95	291,76
nov-16	684,29	684,29	8,27	0,95	622,47
feb-17	723,20	723,20	7,97	0,95	633,53
may-17	702,27	702,27	3,61	0,95	278,86
ago-17	700,25	700,25	4,01	0,95	308,42
nov-17	679,31	679,31	8,27	0,95	617,94
feb-18	721,61	721,61	7,97	0,95	632,14
may-18	689,44	689,44	3,61	0,95	273,76
jul-18	663,17	663,17	2,92	0,95	212,93
nov-18	669,86	669,86	8,27	0,95	609,35

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						2.450 – 2.550 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	3,50	2,54	7,97	1	2,34	may-95	0,71	0,52	3,61	1	0,22
abr-86	2,73	1,98	5,25	1	1,21	oct-95	0,18	0,13	7,15	1	0,11
ago-86	0,69	0,50	4,01	1	0,23	feb-96	2,70	1,96	7,97	1	1,81
nov-86	0,96	0,69	8,27	1	0,67	may-96	0,62	0,45	3,61	1	0,19
ene-87	2,86	2,07	8,78	1	2,11	nov-96	1,60	1,16	8,27	1	1,11
nov-87	0,18	0,13	8,27	1	0,12	ene-97	7,65	5,55	8,78	1	5,64
feb-88	3,97	2,87	7,97	1	2,65	may-97	3,05	2,21	3,61	1	0,92
may-88	0,82	0,60	3,61	1	0,25	jul-97	0,27	0,20	2,92	1	0,07
nov-88	0,14	0,10	8,27	1	0,10	nov-97	2,00	1,45	8,27	1	1,39
ene-89	1,95	1,41	8,78	1	1,44	feb-98	7,89	5,72	7,97	1	5,27
abr-89	2,18	1,58	5,25	1	0,96	jun-98	0,74	0,53	2,70	1	0,17
oct-89	0,09	0,07	7,15	1	0,05	ago-98	0,22	0,16	4,01	1	0,07
feb-90	4,12	2,99	7,97	1	2,75	nov-98	1,93	1,40	8,27	1	1,34
abr-90	3,57	2,59	5,25	1	1,58	ene-99	5,01	3,63	8,78	1	3,69
jul-90	1,26	0,91	2,92	1	0,31	may-99	1,41	1,03	3,61	1	0,43
nov-90	0,09	0,07	8,27	1	0,06	ago-99	0,12	0,09	4,01	1	0,04
feb-91	4,31	3,12	7,97	1	2,88	dic-99	2,22	1,61	8,98	1	1,67
may-91	2,31	1,68	3,61	1	0,70	feb-00	3,13	2,27	7,97	1	2,09
nov-91	0,30	0,22	8,27	1	0,21	may-00	2,20	1,60	3,61	1	0,67
ene-92	2,32	1,68	8,78	1	1,71	jul-00	0,17	0,12	2,92	1	0,04
abr-92	1,56	1,13	5,25	1	0,69	nov-00	0,77	0,56	8,27	1	0,53
nov-92	1,01	0,73	8,27	1	0,70	ene-01	4,92	3,57	8,78	1	3,63
feb-93	3,24	2,35	7,97	1	2,17	may-01	0,95	0,69	3,61	1	0,29
may-93	1,41	1,02	3,61	1	0,43	ago-01	0,17	0,12	4,01	1	0,06
ago-93	0,41	0,30	4,01	1	0,14	nov-01	0,83	0,60	8,27	1	0,57
nov-93	1,07	0,78	8,27	1	0,75	feb-02	2,74	1,98	7,97	1	1,83
ene-94	3,31	2,40	8,78	1	2,44	may-02	2,49	1,80	3,61	1	0,75
may-94	1,61	1,17	3,61	1	0,49	ago-02	0,22	0,16	4,01	1	0,08
jul-94	0,17	0,12	2,92	1	0,04	oct-02	0,55	0,40	7,15	1	0,33
nov-94	2,57	1,86	8,27	1	1,78	feb-03	3,36	2,44	7,97	1	2,25
ene-95	5,55	4,02	8,78	1	4,09	may-03	3,63	2,63	3,61	1	1,10

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
ago-03	0,33	0,24	4,01	1	0,11
nov-03	0,69	0,50	8,27	1	0,48
feb-04	2,73	1,98	7,97	1	1,83
may-04	1,13	0,82	3,61	1	0,34
jul-04	0,27	0,20	2,92	1	0,07
nov-04	0,92	0,67	8,27	1	0,64
feb-05	1,61	1,17	7,97	1	1,08
may-05	1,99	1,44	3,61	1	0,60
ago-05	0,09	0,07	4,01	1	0,03
nov-05	0,23	0,16	8,27	1	0,16
feb-06	3,58	2,60	7,97	1	2,40
may-06	2,76	2,00	3,61	1	0,84
jul-06	0,27	0,20	2,92	1	0,07
nov-06	0,35	0,25	8,27	1	0,24
feb-07	3,69	2,68	7,97	1	2,47
may-07	1,67	1,21	3,61	1	0,51
ago-07	0,27	0,20	4,01	1	0,09
oct-07	0,10	0,07	7,15	1	0,06
feb-08	3,95	2,87	7,97	1	2,64
abr-08	3,52	2,55	5,25	1	1,55
ago-08	0,09	0,07	4,01	1	0,03
oct-08	0,18	0,13	7,15	1	0,11
feb-09	3,30	2,39	7,97	1	2,20
may-09	3,78	2,74	3,61	1	1,14
jul-09	0,57	0,41	2,92	1	0,14
oct-09	0,14	0,10	7,15	1	0,08
feb-10	4,00	2,90	7,97	1	2,67
may-10	6,71	4,87	3,61	1	2,03
jul-10	0,21	0,16	2,92	1	0,05
nov-10	1,04	0,75	8,27	1	0,72
ene-11	2,69	1,95	8,78	1	1,98
abr-11	4,32	3,13	5,25	1	1,91
ago-11	0,39	0,28	4,01	1	0,13
nov-11	0,43	0,31	8,27	1	0,30
feb-12	2,78	2,02	7,97	1	1,86

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
may-12	2,39	1,73	3,61	1	0,72
ago-12	1,02	0,74	4,01	1	0,34
nov-12	0,78	0,57	8,27	1	0,54
feb-13	2,41	1,75	7,97	1	1,61
may-13	4,56	3,30	3,61	1	1,38
ago-13	1,91	1,38	4,01	1	0,64
nov-13	1,60	1,16	8,27	1	1,11
feb-14	6,87	4,98	7,97	1	4,59
may-14	4,91	3,56	3,61	1	1,49
ago-14	0,54	0,39	4,01	1	0,18
nov-14	1,95	1,41	8,27	1	1,35
ene-15	6,67	4,83	8,78	1	4,91
may-15	3,58	2,59	3,61	1	1,08
ago-15	0,79	0,58	4,01	1	0,27
nov-15	2,50	1,82	8,27	1	1,74
ene-16	6,06	4,40	8,78	1	4,47
may-16	6,56	4,75	3,61	1	1,99
ago-16	2,40	1,74	4,01	1	0,81
nov-16	1,82	1,32	8,27	1	1,27
feb-17	6,63	4,80	7,97	1	4,43
may-17	5,11	3,71	3,61	1	1,55
ago-17	1,50	1,09	4,01	1	0,51
nov-17	1,50	1,09	8,27	1	1,04
feb-18	6,85	4,96	7,97	1	4,58
may-18	3,27	2,37	3,61	1	0,99
jul-18	2,9	2,09	2,92	1	0,71
nov-18	1,16	0,84	8,27	1	0,80

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						2.550 – 2.650 m s.n.m. VEGAS 0,75 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	12,63	9,47	7,79	0,63	5,38	may-94	8,07	6,05	3,54	0,41	1,02
abr-86	13,33	10,00	5,15	0,56	3,34	jul-94	7,25	5,44	2,86	0,41	0,74
ago-86	13,40	10,05	3,93	0,56	2,56	nov-94	8,92	6,69	8,09	0,63	3,95
nov-86	11,30	8,48	8,09	0,63	5,00	ene-95	9,70	7,28	8,58	0,63	4,55
ene-87	12,11	9,09	8,58	0,63	5,69	may-95	11,19	8,39	3,54	0,41	1,41
nov-87	11,10	8,32	8,09	0,63	4,91	ago-95	10,23	7,67	3,93	0,56	1,95
feb-88	11,92	8,94	7,79	0,63	5,08	oct-95	8,80	6,60	6,99	0,56	2,99
may-88	10,23	7,67	3,54	0,41	1,29	feb-96	11,05	8,29	7,79	0,63	4,71
ago-88	7,17	5,37	3,93	0,56	1,37	may-96	10,53	7,90	3,54	0,41	1,33
nov-88	8,70	6,53	8,09	0,63	3,85	jul-96	8,15	6,11	2,86	0,41	0,83
ene-89	9,19	6,89	8,58	0,63	4,31	nov-96	9,65	7,24	8,09	0,63	4,27
abr-89	12,27	9,20	5,15	0,56	3,07	ene-97	11,64	8,73	8,58	0,63	5,46
ago-89	9,20	6,90	3,93	0,56	1,76	may-97	12,04	9,03	3,54	0,41	1,52
oct-89	6,08	4,56	6,99	0,56	2,07	jul-97	9,23	6,93	2,86	0,41	0,94
feb-90	12,71	9,53	7,79	0,63	5,42	nov-97	9,22	6,92	8,09	0,63	4,08
abr-90	12,63	9,47	5,15	0,56	3,16	feb-98	11,74	8,81	7,79	0,63	5,00
jul-90	12,97	9,73	2,86	0,41	1,32	jun-98	10,87	8,15	2,65	0,41	1,02
nov-90	10,75	8,06	8,09	0,63	4,76	ago-98	10,43	7,82	3,93	0,56	1,99
feb-91	10,92	8,19	7,79	0,63	4,65	nov-98	11,50	8,63	8,09	0,63	5,09
may-91	12,51	9,38	3,54	0,41	1,57	ene-99	10,27	7,70	8,58	0,63	4,82
ago-91	6,71	5,03	3,93	0,56	1,28	may-99	11,32	8,49	3,54	0,41	1,43
nov-91	9,41	7,06	8,09	0,63	4,16	ago-99	9,74	7,30	3,93	0,56	1,86
ene-92	9,65	7,23	8,58	0,63	4,53	dic-99	10,25	7,69	8,78	0,63	4,92
abr-92	8,75	6,56	5,15	0,56	2,19	feb-00	10,71	8,03	7,79	0,63	4,56
ago-92	7,06	5,30	3,93	0,56	1,35	may-00	13,08	9,81	3,54	0,41	1,65
nov-92	10,03	7,52	8,09	0,63	4,44	jul-00	9,13	6,85	2,86	0,41	0,93
feb-93	10,90	8,18	7,79	0,63	4,65	nov-00	8,98	6,74	8,09	0,63	3,97
may-93	11,07	8,30	3,54	0,41	1,39	ene-01	11,80	8,85	8,58	0,63	5,54
ago-93	12,40	9,30	3,93	0,56	2,37	may-01	16,05	12,04	3,54	0,41	2,02
nov-93	9,13	6,85	8,09	0,63	4,04	ago-01	9,91	7,43	3,93	0,56	1,89
ene-94	7,70	5,78	8,58	0,63	3,62	nov-01	10,78	8,09	8,09	0,63	4,77

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	12,36	9,27	7,79	0,63	5,27
may-02	17,84	13,38	3,54	0,41	2,25
ago-02	14,33	10,75	3,93	0,56	2,73
oct-02	12,20	9,15	6,99	0,56	4,15
feb-03	13,44	10,08	7,79	0,63	5,73
may-03	16,82	12,62	3,54	0,41	2,12
ago-03	12,20	9,15	3,93	0,56	2,33
nov-03	8,43	6,33	8,09	0,63	3,73
feb-04	12,05	9,04	7,79	0,63	5,14
may-04	12,65	9,49	3,54	0,41	1,59
jul-04	10,77	8,08	2,86	0,41	1,10
nov-04	10,12	7,59	8,09	0,63	4,48
feb-05	11,68	8,76	7,79	0,63	4,98
may-05	12,65	9,49	3,54	0,41	1,59
ago-05	9,01	6,76	3,93	0,56	1,72
nov-05	9,04	6,78	8,09	0,63	4,00
feb-06	11,52	8,64	7,79	0,63	4,91
may-06	12,41	9,31	3,54	0,41	1,56
jul-06	10,51	7,88	2,86	0,41	1,07
nov-06	9,14	6,86	8,09	0,63	4,04
feb-07	12,12	9,09	7,79	0,63	5,16
may-07	10,84	8,13	3,54	0,41	1,36
ago-07	9,73	7,30	3,93	0,56	1,86
oct-07	8,17	6,13	6,99	0,56	2,78
feb-08	10,87	8,15	7,79	0,63	4,63
abr-08	12,05	9,03	5,15	0,56	3,01
ago-08	8,29	6,22	3,93	0,56	1,58
oct-08	8,77	6,58	6,99	0,56	2,98
feb-09	12,31	9,23	7,79	0,63	5,25
may-09	11,95	8,96	3,54	0,41	1,50
jul-09	10,97	8,23	2,86	0,41	1,12
oct-09	9,04	6,78	6,99	0,56	3,07
feb-10	11,25	8,44	7,79	0,63	4,79
may-10	12,90	9,67	3,54	0,41	1,62
jul-10	9,46	7,09	2,86	0,41	0,96

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	9,49	7,12	8,09	0,63	4,20
ene-11	10,27	7,70	8,58	0,63	4,82
abr-11	10,34	7,76	5,15	0,56	2,59
ago-11	9,79	7,34	3,93	0,56	1,87
nov-11	8,92	6,69	8,09	0,63	3,95
feb-12	8,62	6,47	7,79	0,63	3,67
may-12	9,66	7,24	3,54	0,41	1,22
ago-12	7,54	5,66	3,93	0,56	1,44
nov-12	11,10	8,32	8,09	0,63	4,91
feb-13	10,60	7,95	7,79	0,63	4,52
may-13	15,80	11,85	3,54	0,41	1,99
ago-13	14,13	10,60	3,93	0,56	2,70
nov-13	12,08	9,06	8,09	0,63	5,34
feb-14	14,82	11,12	7,79	0,63	6,32
may-14	14,13	10,59	3,54	0,41	1,78
ago-14	10,36	7,77	3,93	0,56	1,98
nov-14	11,96	8,97	8,09	0,63	5,29
ene-15	12,99	9,74	8,58	0,63	6,10
may-15	15,59	11,69	3,54	0,41	1,96
ago-15	11,91	8,93	3,93	0,56	2,27
nov-15	11,73	8,80	8,09	0,63	5,19
ene-16	12,03	9,02	8,58	0,63	5,65
may-16	15,00	11,25	3,54	0,41	1,89
ago-16	12,69	9,52	3,93	0,56	2,42
nov-16	11,93	8,95	8,09	0,63	5,28
feb-17	13,78	10,34	7,79	0,63	5,87
may-17	14,01	10,50	3,54	0,41	1,76
ago-17	13,51	10,13	3,93	0,56	2,58
nov-17	11,14	8,36	8,09	0,63	4,93
feb-18	13,55	10,16	7,79	0,63	5,77
may-18	13,27	9,96	3,54	0,41	1,67
jul-18	10,33	7,75	2,86	0,41	1,05
nov-18	9,11	6,83	8,09	0,63	4,03

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						2.550 – 2.650 m s.n.m. CULTIVOS 1 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	70,14	70,14	7,79	0,95	60,09	may-94	55,38	55,38	3,54	0,95	21,55
abr-86	68,75	68,75	5,15	0,95	38,91	jul-94	39,07	39,07	2,86	0,95	12,30
ago-86	43,42	43,42	3,93	0,95	18,74	nov-94	64,54	64,54	8,09	0,95	57,42
nov-86	64,17	64,17	8,09	0,95	57,09	ene-95	72,06	72,06	8,58	0,95	68,01
ene-87	69,48	69,48	8,58	0,95	65,57	may-95	56,25	56,25	3,54	0,95	21,88
nov-87	61,20	61,20	8,09	0,95	54,44	ago-95	31,30	31,30	3,93	0,95	13,51
feb-88	70,24	70,24	7,79	0,95	60,18	oct-95	42,58	42,58	6,99	0,95	32,73
may-88	61,17	61,17	3,54	0,95	23,80	feb-96	68,71	68,71	7,79	0,95	58,86
ago-88	28,42	28,42	3,93	0,95	12,27	may-96	52,82	52,82	3,54	0,95	20,55
nov-88	54,05	54,05	8,09	0,95	48,08	jul-96	34,29	34,29	2,86	0,95	10,80
ene-89	66,15	66,15	8,58	0,95	62,43	nov-96	61,14	61,14	8,09	0,95	54,39
abr-89	65,14	65,14	5,15	0,95	36,87	ene-97	73,32	73,32	8,58	0,95	69,20
ago-89	26,26	26,26	3,93	0,95	11,33	may-97	66,43	66,43	3,54	0,95	25,84
oct-89	32,78	32,78	6,99	0,95	25,20	jul-97	43,60	43,60	2,86	0,95	13,73
feb-90	70,97	70,97	7,79	0,95	60,80	nov-97	60,32	60,32	8,09	0,95	53,66
abr-90	68,08	68,08	5,15	0,95	38,53	feb-98	74,20	74,20	7,79	0,95	63,56
jul-90	54,19	54,19	2,86	0,95	17,07	jun-98	52,98	52,98	2,65	0,95	15,43
nov-90	50,70	50,70	8,09	0,95	45,10	ago-98	43,43	43,43	3,93	0,95	18,74
feb-91	70,36	70,36	7,79	0,95	60,27	nov-98	59,99	59,99	8,09	0,95	53,37
may-91	64,41	64,41	3,54	0,95	25,06	ene-99	67,14	67,14	8,58	0,95	63,36
ago-91	22,98	22,98	3,93	0,95	9,92	may-99	55,44	55,44	3,54	0,95	21,57
nov-91	54,47	54,47	8,09	0,95	48,45	ago-99	31,57	31,57	3,93	0,95	13,62
ene-92	67,05	67,05	8,58	0,95	63,29	dic-99	63,89	63,89	8,78	0,95	61,67
abr-92	62,06	62,06	5,15	0,95	35,13	feb-00	71,60	71,60	7,79	0,95	61,33
ago-92	20,55	20,55	3,93	0,95	8,87	may-00	55,99	55,99	3,54	0,95	21,78
nov-92	62,16	62,16	8,09	0,95	55,30	jul-00	24,65	24,65	2,86	0,95	7,76
feb-93	70,58	70,58	7,79	0,95	60,46	nov-00	55,53	55,53	8,09	0,95	49,40
may-93	59,88	59,88	3,54	0,95	23,29	ene-01	68,60	68,60	8,58	0,95	64,75
ago-93	46,67	46,67	3,93	0,95	20,14	may-01	45,27	45,27	3,54	0,95	17,61
nov-93	59,66	59,66	8,09	0,95	53,07	ago-01	23,21	23,21	3,93	0,95	10,02
ene-94	67,30	67,30	8,58	0,95	63,51	nov-01	55,00	55,00	8,09	0,95	48,93

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	65,13	65,13	7,79	0,95	55,79
may-02	59,85	59,85	3,54	0,95	23,28
ago-02	35,91	35,91	3,93	0,95	15,50
oct-02	55,56	55,56	6,99	0,95	42,72
feb-03	68,25	68,25	7,79	0,95	58,46
may-03	63,41	63,41	3,54	0,95	24,67
ago-03	39,07	39,07	3,93	0,95	16,86
nov-03	52,19	52,19	8,09	0,95	46,43
feb-04	66,24	66,24	7,79	0,95	56,75
may-04	54,62	54,62	3,54	0,95	21,25
jul-04	32,42	32,42	2,86	0,95	10,21
nov-04	58,01	58,01	8,09	0,95	51,61
feb-05	64,96	64,96	7,79	0,95	55,65
may-05	65,08	65,08	3,54	0,95	25,32
ago-05	23,71	23,71	3,93	0,95	10,23
nov-05	53,14	53,14	8,09	0,95	47,28
feb-06	71,25	71,25	7,79	0,95	61,04
may-06	64,66	64,66	3,54	0,95	25,15
jul-06	37,44	37,44	2,86	0,95	11,79
nov-06	50,98	50,98	8,09	0,95	45,36
feb-07	70,81	70,81	7,79	0,95	60,66
may-07	61,09	61,09	3,54	0,95	23,77
ago-07	32,54	32,54	3,93	0,95	14,05
oct-07	36,00	36,00	6,99	0,95	27,68
feb-08	68,69	68,69	7,79	0,95	58,84
abr-08	68,43	68,43	5,15	0,95	38,73
ago-08	28,33	28,33	3,93	0,95	12,23
oct-08	33,80	33,80	6,99	0,95	25,98
feb-09	69,53	69,53	7,79	0,95	59,57
may-09	69,67	69,67	3,54	0,95	27,10
jul-09	46,90	46,90	2,86	0,95	14,77
oct-09	41,21	41,21	6,99	0,95	31,68
feb-10	71,56	71,56	7,79	0,95	61,30
may-10	72,77	72,77	3,54	0,95	28,31
jul-10	35,44	35,44	2,86	0,95	11,16

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	52,25	52,25	8,09	0,95	46,48
ene-11	68,28	68,28	8,58	0,95	64,44
abr-11	66,25	66,25	5,15	0,95	37,50
ago-11	34,76	34,76	3,93	0,95	15,00
nov-11	43,36	43,36	8,09	0,95	38,57
feb-12	64,57	64,57	7,79	0,95	55,32
may-12	49,15	49,15	3,54	0,95	19,12
ago-12	24,77	24,77	3,93	0,95	10,69
nov-12	49,04	49,04	8,09	0,95	43,62
feb-13	61,05	61,05	7,79	0,95	52,30
may-13	64,00	64,00	3,54	0,95	24,90
ago-13	44,22	44,22	3,93	0,95	19,09
nov-13	53,23	53,23	8,09	0,95	47,36
feb-14	70,62	70,62	7,79	0,95	60,49
may-14	63,85	63,85	3,54	0,95	24,84
ago-14	37,13	37,13	3,93	0,95	16,02
nov-14	57,16	57,16	8,09	0,95	50,85
ene-15	72,83	72,83	8,58	0,95	68,74
may-15	64,51	64,51	3,54	0,95	25,09
ago-15	40,05	40,05	3,93	0,95	17,28
nov-15	57,63	57,63	8,09	0,95	51,27
ene-16	69,50	69,50	8,58	0,95	65,60
may-16	67,96	67,96	3,54	0,95	26,44
ago-16	50,03	50,03	3,93	0,95	21,59
nov-16	59,09	59,09	8,09	0,95	52,57
feb-17	72,56	72,56	7,79	0,95	62,16
may-17	66,28	66,28	3,54	0,95	25,78
ago-17	45,82	45,82	3,93	0,95	19,78
nov-17	55,93	55,93	8,09	0,95	49,76
feb-18	73,22	73,22	7,79	0,95	62,72
may-18	60,98	60,98	3,54	0,95	23,72
jul-18	50,68	50,68	2,86	0,95	15,96
nov-18	56,02	56,02	8,09	0,95	49,84

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						2.550 – 2.650 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	45,03	32,65	7,79	1	29,44	ene-97	43,62	31,62	8,58	1	31,42
abr-86	43,33	31,42	5,15	1	18,72	may-97	25,96	18,82	3,54	1	7,71
ago-86	21,07	15,28	3,93	1	6,94	nov-97	23,06	16,72	8,09	1	15,66
nov-86	33,71	24,44	8,09	1	22,89	feb-98	44,93	32,57	7,79	1	29,37
ene-87	42,38	30,72	8,58	1	30,52	jun-98	23,81	17,26	2,65	1	5,29
nov-87	23,77	17,23	8,09	1	16,13	nov-98	27,18	19,71	8,09	1	18,45
feb-88	37,18	26,96	7,79	1	24,31	ene-99	37,44	27,14	8,58	1	26,97
may-88	26,41	19,15	3,54	1	7,84	ago-99	11,79	8,55	3,93	1	3,88
ago-88	8,52	6,18	3,93	1	2,81	dic-99	30,90	22,40	8,78	1	22,76
ene-89	31,73	23,01	8,58	1	22,86	feb-00	39,79	28,84	7,79	1	26,01
ago-89	10,70	7,76	3,93	1	3,53	may-00	29,42	21,33	3,54	1	8,74
oct-89	9,02	6,54	6,99	1	5,29	jul-00	13,76	9,98	2,86	1	3,31
feb-90	37,09	26,89	7,79	1	24,25	nov-00	20,94	15,18	8,09	1	14,22
abr-90	34,97	25,36	5,15	1	15,11	ene-01	39,47	28,61	8,58	1	28,43
feb-91	37,18	26,95	7,79	1	24,30	ago-01	9,47	6,86	3,93	1	3,12
ago-91	4,64	3,36	3,93	1	1,53	feb-02	30,75	22,30	7,79	1	20,11
nov-91	16,57	12,02	8,09	1	11,25	may-02	30,76	22,30	3,54	1	9,13
ene-92	31,67	22,96	8,58	1	22,81	oct-02	17,73	12,86	6,99	1	10,40
abr-92	26,58	19,27	5,15	1	11,48	feb-03	34,79	25,22	7,79	1	22,74
ago-92	7,34	5,32	3,93	1	2,42	may-03	38,90	28,21	3,54	1	11,55
nov-92	24,68	17,89	8,09	1	16,75	ago-03	18,09	13,11	3,93	1	5,96
feb-93	33,71	24,44	7,79	1	22,04	nov-03	18,36	13,31	8,09	1	12,46
nov-93	22,77	16,51	8,09	1	15,46	feb-04	38,94	28,23	7,79	1	25,46
ene-94	30,47	22,09	8,58	1	21,95	may-04	29,95	21,72	3,54	1	8,89
may-94	22,84	16,56	3,54	1	6,78	nov-04	27,51	19,95	8,09	1	18,68
jul-94	12,33	8,94	2,86	1	2,96	feb-05	31,86	23,10	7,79	1	20,83
nov-94	26,00	18,85	8,09	1	17,65	may-05	40,40	29,29	3,54	1	11,99
ene-95	37,90	27,48	8,58	1	27,30	nov-05	19,17	13,90	8,09	1	13,02
oct-95	12,18	8,83	6,99	1	7,15	feb-06	40,44	29,32	7,79	1	26,44
feb-96	30,88	22,39	7,79	1	20,19	may-06	35,57	25,79	3,54	1	10,56
nov-96	22,79	16,53	8,09	1	15,48	jul-06	16,97	12,30	2,86	1	4,08

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-06	20,12	14,59	8,09	1	13,66
feb-07	42,87	31,08	7,79	1	28,03
may-07	33,35	24,18	3,54	1	9,90
oct-07	13,83	10,02	6,99	1	8,11
feb-08	34,14	24,75	7,79	1	22,32
abr-08	35,62	25,82	5,15	1	15,39
oct-08	11,39	8,26	6,99	1	6,68
feb-09	42,97	31,15	7,79	1	28,09
may-09	43,16	31,29	3,54	1	12,81
jul-09	17,50	12,69	2,86	1	4,21
feb-10	47,17	34,20	7,79	1	30,84
may-10	55,37	40,14	3,54	1	16,44
nov-10	22,01	15,96	8,09	1	14,94
ene-11	37,28	27,03	8,58	1	26,85
abr-11	34,65	25,12	5,15	1	14,97
ago-11	15,08	10,93	3,93	1	4,97
may-12	23,53	17,06	3,54	1	6,99
ago-12	9,54	6,92	3,93	1	3,14
feb-13	27,92	20,24	7,79	1	18,25
may-13	41,25	29,91	3,54	1	12,25
ago-13	27,19	19,71	3,93	1	8,95
nov-13	27,11	19,65	8,09	1	18,40
feb-14	53,72	38,95	7,79	1	35,12
may-14	42,73	30,98	3,54	1	12,69
ago-14	18,53	13,43	3,93	1	6,10
nov-14	32,89	23,84	8,09	1	22,33
ene-15	52,91	38,36	8,58	1	38,11
may-15	39,61	28,72	3,54	1	11,76
ago-15	23,00	16,68	3,93	1	7,58
nov-15	36,18	26,23	8,09	1	24,56
ene-16	51,31	37,20	8,58	1	36,96
may-16	42,88	31,09	3,54	1	12,73
ago-16	27,16	19,69	3,93	1	8,94
nov-16	29,78	21,59	8,09	1	20,22
feb-17	49,55	35,92	7,79	1	32,39

[illegible]

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						2.650 – 2.750 m s.n.m. CULTIVOS 1 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	54,41	54,41	7,62	0,95	45,56	may-94	42,09	42,09	3,46	0,95	16,04
abr-86	53,89	53,89	5,04	0,95	29,86	jul-94	23,11	23,11	2,81	0,95	7,14
ago-86	25,90	25,90	3,84	0,95	10,95	nov-94	70,68	70,68	7,91	0,95	61,46
nov-86	50,42	50,42	7,91	0,95	43,84	ene-95	77,80	77,80	8,39	0,95	71,76
ene-87	54,92	54,92	8,39	0,95	50,65	may-95	34,96	34,96	3,46	0,95	13,32
nov-87	45,65	45,65	7,91	0,95	39,70	ago-95	16,08	16,08	3,84	0,95	6,80
feb-88	75,89	75,89	7,62	0,95	63,54	oct-95	24,04	24,04	6,84	0,95	18,07
may-88	46,54	46,54	3,46	0,95	17,73	feb-96	53,84	53,84	7,62	0,95	45,09
ago-88	16,65	16,65	3,84	0,95	7,04	may-96	40,80	40,80	3,46	0,95	15,54
nov-88	38,48	38,48	7,91	0,95	33,46	jul-96	20,60	20,60	2,81	0,95	6,36
ene-89	71,24	71,24	8,39	0,95	65,71	nov-96	48,14	48,14	7,91	0,95	41,86
abr-89	49,90	49,90	5,04	0,95	27,66	ene-97	81,88	81,88	8,39	0,95	75,52
ago-89	15,84	15,84	3,84	0,95	6,70	may-97	53,75	53,75	3,46	0,95	20,48
oct-89	19,25	19,25	6,84	0,95	14,47	jul-97	29,60	29,60	2,81	0,95	9,14
feb-90	54,96	54,96	7,62	0,95	46,02	nov-97	47,25	47,25	7,91	0,95	41,09
abr-90	52,85	52,85	5,04	0,95	29,29	feb-98	81,07	81,07	7,62	0,95	67,88
jul-90	33,21	33,21	2,81	0,95	10,26	jun-98	39,52	39,52	2,60	0,95	11,28
nov-90	27,82	27,82	7,91	0,95	24,19	ago-98	23,17	23,17	3,84	0,95	9,79
feb-91	76,29	76,29	7,62	0,95	63,88	nov-98	49,14	49,14	7,91	0,95	42,73
may-91	54,48	54,48	3,46	0,95	20,76	ene-99	74,64	74,64	8,39	0,95	68,84
ago-91	11,67	11,67	3,84	0,95	4,93	may-99	46,68	46,68	3,46	0,95	17,78
nov-91	32,18	32,18	7,91	0,95	27,99	ago-99	17,50	17,50	3,84	0,95	7,40
ene-92	51,37	51,37	8,39	0,95	47,38	dic-99	70,93	70,93	8,58	0,95	66,88
abr-92	46,72	46,72	5,04	0,95	25,89	feb-00	62,80	62,80	7,62	0,95	52,59
ago-92	13,41	13,41	3,84	0,95	5,67	may-00	45,28	45,28	3,46	0,95	17,25
nov-92	65,58	65,58	7,91	0,95	57,03	jul-00	11,21	11,21	2,81	0,95	3,46
feb-93	76,25	76,25	7,62	0,95	63,84	nov-00	42,86	42,86	7,91	0,95	37,27
may-93	56,83	56,83	3,46	0,95	21,65	ene-01	77,51	77,51	8,39	0,95	71,49
ago-93	24,76	24,76	3,84	0,95	10,47	may-01	27,82	27,82	3,46	0,95	10,60
nov-93	47,51	47,51	7,91	0,95	41,31	ago-01	14,20	14,20	3,84	0,95	6,00
ene-94	55,14	55,14	8,39	0,95	50,86	nov-01	31,05	31,05	7,91	0,95	27,00

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	51,97	51,97	7,62	0,95	43,51
may-02	38,83	38,83	3,46	0,95	14,79
ago-02	19,38	19,38	3,84	0,95	8,19
oct-02	29,00	29,00	6,84	0,95	21,79
feb-03	52,53	52,53	7,62	0,95	43,98
may-03	50,13	50,13	3,46	0,95	19,10
ago-03	19,08	19,08	3,84	0,95	8,06
nov-03	27,15	27,15	7,91	0,95	23,61
feb-04	54,23	54,23	7,62	0,95	45,41
may-04	33,54	33,54	3,46	0,95	12,78
jul-04	19,06	19,06	2,81	0,95	5,89
nov-04	43,30	43,30	7,91	0,95	37,65
feb-05	50,42	50,42	7,62	0,95	42,22
may-05	50,52	50,52	3,46	0,95	19,25
ago-05	9,78	9,78	3,84	0,95	4,14
nov-05	24,88	24,88	7,91	0,95	21,64
feb-06	56,59	56,59	7,62	0,95	47,38
may-06	48,89	48,89	3,46	0,95	18,63
jul-06	21,24	21,24	2,81	0,95	6,56
nov-06	23,25	23,25	7,91	0,95	20,21
feb-07	53,44	53,44	7,62	0,95	44,75
may-07	65,94	65,94	3,46	0,95	25,12
ago-07	17,21	17,21	3,84	0,95	7,28
oct-07	18,97	18,97	6,84	0,95	14,26
feb-08	53,47	53,47	7,62	0,95	44,77
abr-08	53,83	53,83	5,04	0,95	29,83
ago-08	13,63	13,63	3,84	0,95	5,76
oct-08	18,94	18,94	6,84	0,95	14,24
feb-09	55,58	55,58	7,62	0,95	46,54
may-09	77,31	77,31	3,46	0,95	29,45
jul-09	24,97	24,97	2,81	0,95	7,71
oct-09	18,47	18,47	6,84	0,95	13,89
feb-10	78,74	78,74	7,62	0,95	65,94
may-10	93,71	93,71	3,46	0,95	35,70
jul-10	13,29	13,29	2,81	0,95	4,10

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	25,00	25,00	7,91	0,95	21,74
ene-11	50,04	50,04	8,39	0,95	46,15
abr-11	53,38	53,38	5,04	0,95	29,58
ago-11	17,41	17,41	3,84	0,95	7,36
nov-11	21,70	21,70	7,91	0,95	18,87
feb-12	52,40	52,40	7,62	0,95	43,88
may-12	33,80	33,80	3,46	0,95	12,88
ago-12	14,82	14,82	3,84	0,95	6,27
nov-12	24,10	24,10	7,91	0,95	20,96
feb-13	51,14	51,14	7,62	0,95	42,82
may-13	51,69	51,69	3,46	0,95	19,69
ago-13	26,85	26,85	3,84	0,95	11,35
nov-13	28,21	28,21	7,91	0,95	24,53
feb-14	59,13	59,13	7,62	0,95	49,51
may-14	51,63	51,63	3,46	0,95	19,67
ago-14	17,54	17,54	3,84	0,95	7,42
nov-14	33,30	33,30	7,91	0,95	28,96
ene-15	58,70	58,70	8,39	0,95	54,15
may-15	53,61	53,61	3,46	0,95	20,42
ago-15	24,90	24,90	3,84	0,95	10,53
nov-15	39,87	39,87	7,91	0,95	34,67
ene-16	55,89	55,89	8,39	0,95	51,55
may-16	57,09	57,09	3,46	0,95	21,75
ago-16	37,61	37,61	3,84	0,95	15,90
nov-16	35,46	35,46	7,91	0,95	30,84
feb-17	61,64	61,64	7,62	0,95	51,61
may-17	57,10	57,10	3,46	0,95	21,75
ago-17	28,92	28,92	3,84	0,95	12,23
nov-17	34,16	34,16	7,91	0,95	29,70
feb-18	63,61	63,61	7,62	0,95	53,27
may-18	42,49	42,49	3,46	0,95	16,19
jul-18	11,02	11,02	2,81	0,95	3,40
nov-18	12,20	12,20	7,91	0,95	10,61

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						2.650 – 2.750 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	42,86	31,07	7,62	1	27,39	may-94	15,13	10,97	3,46	1	4,40
abr-86	39,39	28,56	5,04	1	16,66	jul-94	9,91	7,18	2,81	1	2,33
ago-86	12,96	9,39	3,84	1	4,18	nov-94	20,72	15,02	7,91	1	13,75
nov-86	23,71	17,19	7,91	1	15,74	ene-95	33,33	24,16	8,39	1	23,46
ene-87	38,99	28,27	8,39	1	27,45	may-95	14,59	10,58	3,46	1	4,24
nov-87	21,76	15,77	7,91	1	14,44	ago-95	8,30	6,02	3,84	1	2,68
feb-88	39,06	28,32	7,62	1	24,96	oct-95	12,64	9,16	6,84	1	7,25
may-88	15,73	11,40	3,46	1	4,57	feb-96	31,67	22,96	7,62	1	20,24
ago-88	8,85	6,41	3,84	1	2,85	may-96	14,11	10,23	3,46	1	4,10
nov-88	13,70	9,93	7,91	1	9,09	jul-96	9,95	7,21	2,81	1	2,34
ene-89	26,37	19,12	8,39	1	18,56	nov-96	20,24	14,68	7,91	1	13,43
abr-89	23,01	16,68	5,04	1	9,73	ene-97	36,76	26,65	8,39	1	25,87
ago-89	8,22	5,96	3,84	1	2,65	may-97	20,74	15,04	3,46	1	6,03
oct-89	10,31	7,47	6,84	1	5,91	jul-97	11,34	8,22	2,81	1	2,67
feb-90	33,99	24,64	7,62	1	21,72	nov-97	22,02	15,96	7,91	1	14,61
abr-90	24,86	18,03	5,04	1	10,52	feb-98	38,05	27,58	7,62	1	24,31
jul-90	12,82	9,29	2,81	1	3,02	jun-98	14,16	10,26	2,60	1	3,08
nov-90	14,98	10,86	7,91	1	9,94	ago-98	12,46	9,03	3,84	1	4,02
feb-91	32,36	23,46	7,62	1	20,68	nov-98	14,34	10,40	7,91	1	9,52
may-91	21,39	15,51	3,46	1	6,22	ene-99	25,74	18,66	8,39	1	18,12
ago-91	5,70	4,13	3,84	1	1,84	may-99	15,54	11,27	3,46	1	4,52
nov-91	13,56	9,83	7,91	1	9,00	ago-99	10,17	7,38	3,84	1	3,28
ene-92	30,44	22,07	8,39	1	21,43	dic-99	23,86	17,30	8,58	1	17,17
abr-92	20,85	15,12	5,04	1	8,82	feb-00	31,83	23,07	7,62	1	20,34
ago-92	6,87	4,98	3,84	1	2,22	may-00	16,32	11,83	3,46	1	4,74
nov-92	20,79	15,07	7,91	1	13,79	jul-00	7,75	5,62	2,81	1	1,83
feb-93	33,67	24,41	7,62	1	21,52	nov-00	16,59	12,03	7,91	1	11,01
may-93	16,75	12,14	3,46	1	4,87	ene-01	28,87	20,93	8,39	1	20,32
ago-93	12,68	9,20	3,84	1	4,09	may-01	7,07	5,13	3,46	1	2,06
nov-93	19,13	13,87	7,91	1	12,69	ago-01	4,28	3,10	3,84	1	1,38
ene-94	25,23	18,29	8,39	1	17,76	nov-01	12,15	8,81	7,91	1	8,06

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	30,53	22,14	7,62	1	19,51
may-02	16,36	11,86	3,46	1	4,76
ago-02	10,52	7,63	3,84	1	3,40
oct-02	17,62	12,77	6,84	1	10,11
feb-03	32,21	23,35	7,62	1	20,58
may-03	19,30	14,00	3,46	1	5,61
ago-03	14,46	10,48	3,84	1	4,66
nov-03	18,17	13,18	7,91	1	12,06
feb-04	29,62	21,48	7,62	1	18,93
may-04	14,53	10,53	3,46	1	4,22
jul-04	10,43	7,56	2,81	1	2,46
nov-04	23,88	17,32	7,91	1	15,85
feb-05	27,89	20,22	7,62	1	17,83
may-05	22,57	16,36	3,46	1	6,56
ago-05	11,70	8,49	3,84	1	3,78
nov-05	19,11	13,85	7,91	1	12,68
feb-06	33,71	24,44	7,62	1	21,54
may-06	23,68	17,16	3,46	1	6,88
jul-06	13,67	9,91	2,81	1	3,22
nov-06	20,63	14,96	7,91	1	13,69
feb-07	34,44	24,97	7,62	1	22,01
may-07	21,48	15,58	3,46	1	6,25
ago-07	13,79	10,00	3,84	1	4,45
oct-07	16,60	12,03	6,84	1	9,52
feb-08	26,22	19,01	7,62	1	16,75
abr-08	25,46	18,46	5,04	1	10,77
ago-08	10,21	7,40	3,84	1	3,29
oct-08	13,47	9,77	6,84	1	7,73
feb-09	29,83	21,62	7,62	1	19,06
may-09	26,35	19,11	3,46	1	7,66
jul-09	13,26	9,61	2,81	1	3,13
oct-09	17,80	12,90	6,84	1	10,21
feb-10	35,99	26,10	7,62	1	23,00
may-10	29,68	21,52	3,46	1	8,63
jul-10	11,41	8,27	2,81	1	2,69

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	15,55	11,27	7,91	1	10,32
ene-11	23,36	16,94	8,39	1	16,44
abr-11	23,93	17,35	5,04	1	10,12
ago-11	13,25	9,61	3,84	1	4,27
nov-11	14,29	10,36	7,91	1	9,48
feb-12	9,84	7,13	7,62	1	6,29
may-12	13,03	9,45	3,46	1	3,79
ago-12	6,39	4,63	3,84	1	2,06
nov-12	12,18	8,83	7,91	1	8,08
feb-13	17,57	12,74	7,62	1	11,23
may-13	24,28	17,60	3,46	1	7,06
ago-13	18,81	13,64	3,84	1	6,07
nov-13	21,78	15,79	7,91	1	14,46
feb-14	36,12	26,19	7,62	1	23,08
may-14	25,99	18,84	3,46	1	7,56
ago-14	13,33	9,66	3,84	1	4,30
nov-14	24,02	17,41	7,91	1	15,94
ene-15	36,40	26,39	8,39	1	25,63
may-15	21,89	15,87	3,46	1	6,36
ago-15	14,93	10,83	3,84	1	4,82
nov-15	23,26	16,86	7,91	1	15,43
ene-16	31,03	22,50	8,39	1	21,84
may-16	17,19	12,46	3,46	1	5,00
ago-16	11,61	8,42	3,84	1	3,75
nov-16	19,30	13,99	7,91	1	12,81
feb-17	27,21	19,73	7,62	1	17,39
may-17	22,81	16,53	3,46	1	6,63
ago-17	16,23	11,77	3,84	1	5,24
nov-17	19,48	14,12	7,91	1	12,93
feb-18	29,73	21,56	7,62	1	19,00
may-18	16,61	12,04	3,46	1	4,83
jul-18	10,95	7,94	2,81	1	2,58
nov-18	17,58	12,75	7,91	1	11,67

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						2.750 – 2.850 m s.n.m. CULTIVOS 1 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	4,81	4,81	7,44	0,95	3,94	may-94	5,38	5,38	3,39	0,95	2,01
abr-86	5,56	5,56	4,93	0,95	3,01	jul-94	5,10	5,10	2,75	0,95	1,54
ago-86	4,25	4,25	3,76	0,95	1,76	nov-94	5,12	5,12	7,73	0,95	4,35
nov-86	4,39	4,39	7,73	0,95	3,73	ene-95	5,39	5,39	8,19	0,95	4,85
ene-87	5,29	5,29	8,19	0,95	4,77	may-95	5,65	5,65	3,39	0,95	2,11
nov-87	4,40	4,40	7,73	0,95	3,74	ago-95	4,91	4,91	3,76	0,95	2,03
feb-88	5,02	5,02	7,44	0,95	4,10	oct-95	4,49	4,49	6,68	0,95	3,30
may-88	4,90	4,90	3,39	0,95	1,83	feb-96	5,74	5,74	7,44	0,95	4,69
ago-88	3,20	3,20	3,76	0,95	1,33	may-96	5,76	5,76	3,39	0,95	2,15
nov-88	4,13	4,13	7,73	0,95	3,51	jul-96	4,48	4,48	2,75	0,95	1,36
ene-89	4,67	4,67	8,19	0,95	4,20	nov-96	4,40	4,40	7,73	0,95	3,74
abr-89	4,85	4,85	4,93	0,95	2,63	ene-97	5,65	5,65	8,19	0,95	5,09
ago-89	3,47	3,47	3,76	0,95	1,44	may-97	5,94	5,94	3,39	0,95	2,22
oct-89	2,52	2,52	6,68	0,95	1,85	jul-97	5,22	5,22	2,75	0,95	1,58
feb-90	5,36	5,36	7,44	0,95	4,38	nov-97	4,76	4,76	7,73	0,95	4,04
abr-90	5,38	5,38	4,93	0,95	2,92	feb-98	6,01	6,01	7,44	0,95	4,92
jul-90	5,10	5,10	2,75	0,95	1,54	jun-98	5,56	5,56	2,54	0,95	1,55
nov-90	5,11	5,11	7,73	0,95	4,34	ago-98	4,93	4,93	3,76	0,95	2,04
feb-91	5,38	5,38	7,44	0,95	4,40	nov-98	5,38	5,38	7,73	0,95	4,57
may-91	5,47	5,47	3,39	0,95	2,04	ene-99	6,10	6,10	8,19	0,95	5,50
ago-91	2,93	2,93	3,76	0,95	1,21	may-99	6,21	6,21	3,39	0,95	2,32
nov-91	4,49	4,49	7,73	0,95	3,81	ago-99	4,67	4,67	3,76	0,95	1,93
ene-92	5,02	5,02	8,19	0,95	4,52	dic-99	5,92	5,92	8,37	0,95	5,45
abr-92	5,02	5,02	4,93	0,95	2,72	feb-00	5,22	5,22	7,44	0,95	4,27
ago-92	3,02	3,02	3,76	0,95	1,25	may-00	5,76	5,76	3,39	0,95	2,15
nov-92	4,40	4,40	7,73	0,95	3,74	jul-00	4,55	4,55	2,75	0,95	1,38
feb-93	5,73	5,73	7,44	0,95	4,68	nov-00	5,38	5,38	7,73	0,95	4,57
may-93	5,47	5,47	3,39	0,95	2,04	ene-01	6,73	6,73	8,19	0,95	6,06
ago-93	4,58	4,58	3,76	0,95	1,89	may-01	5,92	5,92	3,39	0,95	2,21
nov-93	4,57	4,57	7,73	0,95	3,88	ago-01	4,63	4,63	3,76	0,95	1,92
ene-94	4,66	4,66	8,19	0,95	4,20	nov-01	4,67	4,67	7,73	0,95	3,97

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	7,21	7,21	7,44	0,95	5,89
may-02	6,53	6,53	3,39	0,95	2,44
ago-02	4,37	4,37	3,76	0,95	1,81
oct-02	4,57	4,57	6,68	0,95	3,35
feb-03	5,81	5,81	7,44	0,95	4,75
may-03	6,55	6,55	3,39	0,95	2,44
ago-03	4,66	4,66	3,76	0,95	1,93
nov-03	4,49	4,49	7,73	0,95	3,81
feb-04	5,76	5,76	7,44	0,95	4,71
may-04	5,58	5,58	3,39	0,95	2,08
jul-04	4,24	4,24	2,75	0,95	1,28
nov-04	4,04	4,04	7,73	0,95	3,43
feb-05	5,50	5,50	7,44	0,95	4,50
may-05	6,00	6,00	3,39	0,95	2,24
ago-05	4,19	4,19	3,76	0,95	1,74
nov-05	4,40	4,40	7,73	0,95	3,74
feb-06	5,85	5,85	7,44	0,95	4,79
may-06	5,83	5,83	3,39	0,95	2,18
jul-06	4,91	4,91	2,75	0,95	1,49
nov-06	3,86	3,86	7,73	0,95	3,28
feb-07	5,39	5,39	7,44	0,95	4,41
may-07	5,21	5,21	3,39	0,95	1,94
ago-07	3,83	3,83	3,76	0,95	1,59
oct-07	3,14	3,14	6,68	0,95	2,31
feb-08	5,32	5,32	7,44	0,95	4,35
abr-08	5,41	5,41	4,93	0,95	2,94
ago-08	3,47	3,47	3,76	0,95	1,44
oct-08	2,96	2,96	6,68	0,95	2,17
feb-09	5,56	5,56	7,44	0,95	4,55
may-09	5,77	5,77	3,39	0,95	2,15
jul-09	4,57	4,57	2,75	0,95	1,38
oct-09	3,41	3,41	6,68	0,95	2,50
feb-10	5,64	5,64	7,44	0,95	4,61
may-10	5,82	5,82	3,39	0,95	2,17
jul-10	3,94	3,94	2,75	0,95	1,19

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	4,67	4,67	7,73	0,95	3,97
ene-11	4,91	4,91	8,19	0,95	4,43
abr-11	5,90	5,90	4,93	0,95	3,20
ago-11	4,38	4,38	3,76	0,95	1,81
nov-11	3,95	3,95	7,73	0,95	3,36
feb-12	3,66	3,66	7,44	0,95	2,99
may-12	5,21	5,21	3,39	0,95	1,94
ago-12	3,41	3,41	3,76	0,95	1,41
nov-12	4,50	4,50	7,73	0,95	3,82
feb-13	5,72	5,72	7,44	0,95	4,68
may-13	6,82	6,82	3,39	0,95	2,54
ago-13	6,27	6,27	3,76	0,95	2,60
nov-13	5,54	5,54	7,73	0,95	4,71
feb-14	7,36	7,36	7,44	0,95	6,02
may-14	6,91	6,91	3,39	0,95	2,58
ago-14	4,60	4,60	3,76	0,95	1,90
nov-14	6,54	6,54	7,73	0,95	5,56
ene-15	7,08	7,08	8,19	0,95	6,38
may-15	8,06	8,06	3,39	0,95	3,01
ago-15	5,82	5,82	3,76	0,95	2,41
nov-15	6,27	6,27	7,73	0,95	5,33
ene-16	7,85	7,85	8,19	0,95	7,08
may-16	7,89	7,89	3,39	0,95	2,94
ago-16	6,45	6,45	3,76	0,95	2,67
nov-16	6,78	6,78	7,73	0,95	5,76
feb-17	8,46	8,46	7,44	0,95	6,92
may-17	8,08	8,08	3,39	0,95	3,01
ago-17	6,37	6,37	3,76	0,95	2,63
nov-17	6,51	6,51	7,73	0,95	5,53
feb-18	8,38	8,38	7,44	0,95	6,86
may-18	7,61	7,61	3,39	0,95	2,84
jul-18	7,99	7,99	2,75	0,95	2,42
nov-18	6,35	6,35	7,73	0,95	5,39

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						2.750 – 2.850 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	27,41	19,88	7,44	1	17,11	may-94	9,93	7,20	3,39	1	2,83
abr-86	23,00	16,67	4,93	1	9,52	jul-94	6,32	4,58	2,75	1	1,46
ago-86	6,29	4,56	3,76	1	1,99	nov-94	16,99	12,32	7,73	1	11,02
nov-86	17,58	12,75	7,73	1	11,40	ene-95	25,56	18,53	8,19	1	17,58
ene-87	26,42	19,15	8,19	1	18,16	may-95	6,71	4,86	3,39	1	1,91
nov-87	14,70	10,66	7,73	1	9,53	ago-95	3,68	2,67	3,76	1	1,16
feb-88	30,82	22,34	7,44	1	19,24	oct-95	9,48	6,87	6,68	1	5,31
may-88	11,73	8,51	3,39	1	3,34	feb-96	21,55	15,62	7,44	1	13,45
ago-88	4,90	3,55	3,76	1	1,55	may-96	9,64	6,99	3,39	1	2,74
nov-88	10,77	7,80	7,73	1	6,98	jul-96	4,17	3,02	2,75	1	0,96
ene-89	20,87	15,13	8,19	1	14,35	nov-96	16,23	11,76	7,73	1	10,52
abr-89	13,32	9,66	4,93	1	5,52	ene-97	29,82	21,62	8,19	1	20,50
ago-89	3,50	2,54	3,76	1	1,11	may-97	9,99	7,24	3,39	1	2,84
oct-89	6,43	4,66	6,68	1	3,60	jul-97	4,07	2,95	2,75	1	0,94
feb-90	17,81	12,91	7,44	1	11,12	nov-97	18,28	13,25	7,73	1	11,85
abr-90	14,03	10,17	4,93	1	5,81	feb-98	26,44	19,17	7,44	1	16,51
jul-90	6,02	4,36	2,75	1	1,39	jun-98	7,74	5,61	2,54	1	1,65
nov-90	6,71	4,87	7,73	1	4,35	ago-98	5,73	4,15	3,76	1	1,81
feb-91	20,95	15,19	7,44	1	13,08	nov-98	11,92	8,64	7,73	1	7,73
may-91	11,56	8,38	3,39	1	3,29	ene-99	17,40	12,61	8,19	1	11,96
ago-91	0,81	0,59	3,76	1	0,26	may-99	9,90	7,18	3,39	1	2,82
nov-91	9,63	6,98	7,73	1	6,24	ago-99	4,00	2,90	3,76	1	1,26
ene-92	22,46	16,28	8,19	1	15,44	dic-99	22,05	15,99	8,37	1	15,49
abr-92	12,21	8,85	4,93	1	5,05	feb-00	18,33	13,29	7,44	1	11,44
ago-92	1,90	1,38	3,76	1	0,60	may-00	9,75	7,07	3,39	1	2,77
nov-92	16,83	12,20	7,73	1	10,91	jul-00	3,95	2,86	2,75	1	0,91
feb-93	25,31	18,35	7,44	1	15,80	nov-00	14,65	10,62	7,73	1	9,50
may-93	10,95	7,94	3,39	1	3,12	ene-01	23,86	17,30	8,19	1	16,41
ago-93	10,69	7,75	3,76	1	3,38	may-01	4,17	3,03	3,39	1	1,19
nov-93	15,93	11,55	7,73	1	10,33	ago-01	2,03	1,47	3,76	1	0,64
ene-94	21,60	15,66	8,19	1	14,85	nov-01	8,00	5,80	7,73	1	5,19

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	20,22	14,66	7,44	1	12,62
may-02	8,39	6,08	3,39	1	2,39
ago-02	5,74	4,16	3,76	1	1,81
oct-02	12,33	8,94	6,68	1	6,91
feb-03	20,75	15,04	7,44	1	12,95
may-03	10,31	7,48	3,39	1	2,93
ago-03	5,18	3,76	3,76	1	1,64
nov-03	13,88	10,07	7,73	1	9,00
feb-04	19,98	14,49	7,44	1	12,47
may-04	7,93	5,75	3,39	1	2,26
jul-04	3,37	2,44	2,75	1	0,78
nov-04	15,73	11,41	7,73	1	10,20
feb-05	17,26	12,51	7,44	1	10,77
may-05	15,27	11,07	3,39	1	4,35
ago-05	4,95	3,59	3,76	1	1,56
nov-05	13,81	10,01	7,73	1	8,95
feb-06	24,64	17,86	7,44	1	15,38
may-06	11,42	8,28	3,39	1	3,25
jul-06	5,43	3,94	2,75	1	1,25
nov-06	16,15	11,71	7,73	1	10,47
feb-07	24,47	17,74	7,44	1	15,28
may-07	13,00	9,43	3,39	1	3,70
ago-07	7,44	5,40	3,76	1	2,35
oct-07	12,17	8,82	6,68	1	6,82
feb-08	18,22	13,21	7,44	1	11,38
abr-08	14,75	10,69	4,93	1	6,10
ago-08	4,78	3,46	3,76	1	1,51
oct-08	9,13	6,62	6,68	1	5,12
feb-09	21,05	15,26	7,44	1	13,14
may-09	16,40	11,89	3,39	1	4,67
jul-09	5,09	3,69	2,75	1	1,18
oct-09	10,90	7,90	6,68	1	6,11
feb-10	26,85	19,47	7,44	1	16,76
may-10	19,69	14,28	3,39	1	5,60
jul-10	4,74	3,43	2,75	1	1,09

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	12,22	8,86	7,73	1	7,92
ene-11	17,97	13,03	8,19	1	12,36
abr-11	11,64	8,44	4,93	1	4,82
ago-11	6,24	4,52	3,76	1	1,97
nov-11	8,81	6,39	7,73	1	5,71
feb-12	3,64	2,64	7,44	1	2,27
may-12	5,02	3,64	3,39	1	1,43
ago-12	1,26	0,91	3,76	1	0,40
nov-12	6,21	4,50	7,73	1	4,03
feb-13	9,02	6,54	7,44	1	5,63
may-13	11,77	8,54	3,39	1	3,35
ago-13	9,50	6,89	3,76	1	3,00
nov-13	11,08	8,04	7,73	1	7,19
feb-14	22,63	16,40	7,44	1	14,12
may-14	14,05	10,19	3,39	1	4,00
ago-14	5,73	4,15	3,76	1	1,81
nov-14	16,23	11,77	7,73	1	10,52
ene-15	23,43	16,99	8,19	1	16,11
may-15	8,23	5,97	3,39	1	2,34
ago-15	6,30	4,57	3,76	1	1,99
nov-15	11,74	8,51	7,73	1	7,61
ene-16	17,84	12,93	8,19	1	12,27
may-16	7,99	5,80	3,39	1	2,28
ago-16	6,30	4,57	3,76	1	1,99
nov-16	11,81	8,56	7,73	1	7,66
feb-17	15,53	11,26	7,44	1	9,70
may-17	10,54	7,64	3,39	1	3,00
ago-17	15,96	11,57	3,76	1	5,04
nov-17	12,16	8,82	7,73	1	7,89
feb-18	15,17	11,00	7,44	1	9,47
may-18	5,33	3,87	3,39	1	1,52
jul-18	5,26	3,81	2,75	1	1,22
nov-18	11,95	8,67	7,73	1	7,75

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						2.850 – 2.950 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	39,65	28,75	7,26	1	24,17	may-94	25,82	18,72	3,32	1	7,19
abr-86	39,47	28,62	4,83	1	15,99	jul-94	18,24	13,22	2,70	1	4,13
ago-86	15,66	11,35	3,68	1	4,84	nov-94	30,88	22,39	7,54	1	19,55
nov-86	32,54	23,59	7,54	1	20,60	ene-95	41,95	30,41	8,00	1	28,15
ene-87	41,17	29,85	8,00	1	27,63	may-95	22,82	16,55	3,32	1	6,36
nov-87	30,29	21,96	7,54	1	19,18	ago-95	16,23	11,76	3,68	1	5,02
feb-88	44,36	32,16	7,26	1	27,04	oct-95	20,94	15,18	6,52	1	11,47
may-88	26,94	19,54	3,32	1	7,50	feb-96	36,56	26,51	7,26	1	22,28
ago-88	12,06	8,74	3,68	1	3,73	may-96	23,50	17,04	3,32	1	6,54
nov-88	22,19	16,09	7,54	1	14,05	jul-96	14,95	10,84	2,70	1	3,38
ene-89	35,97	26,08	8,00	1	24,14	nov-96	27,85	20,19	7,54	1	17,63
abr-89	30,39	22,03	4,83	1	12,31	ene-97	45,05	32,66	8,00	1	30,24
ago-89	10,95	7,94	3,68	1	3,38	may-97	29,09	21,09	3,32	1	8,10
oct-89	14,34	10,40	6,52	1	7,85	jul-97	16,88	12,23	2,70	1	3,82
feb-90	42,02	30,46	7,26	1	25,61	nov-97	28,07	20,35	7,54	1	17,77
abr-90	33,68	24,42	4,83	1	13,64	feb-98	45,91	33,29	7,26	1	27,99
jul-90	21,88	15,86	2,70	1	4,95	jun-98	23,11	16,76	2,49	1	4,83
nov-90	24,92	18,07	7,54	1	15,77	ago-98	19,72	14,29	3,68	1	6,09
feb-91	40,95	29,69	7,26	1	24,96	nov-98	26,26	19,04	7,54	1	16,63
may-91	29,28	21,23	3,32	1	8,15	ene-99	33,85	24,54	8,00	1	22,72
ago-91	6,44	4,67	3,68	1	1,99	may-99	26,35	19,10	3,32	1	7,34
nov-91	24,42	17,71	7,54	1	15,46	ago-99	12,86	9,33	3,68	1	3,98
ene-92	38,73	28,08	8,00	1	25,99	dic-99	30,88	22,39	8,17	1	21,16
abr-92	28,26	20,49	4,83	1	11,44	feb-00	28,68	20,79	7,26	1	17,48
ago-92	9,05	6,56	3,68	1	2,80	may-00	23,10	16,75	3,32	1	6,43
nov-92	28,78	20,87	7,54	1	18,22	jul-00	9,38	6,80	2,70	1	2,12
feb-93	39,67	28,76	7,26	1	24,18	nov-00	20,53	14,89	7,54	1	13,00
may-93	27,41	19,87	3,32	1	7,63	ene-01	34,18	24,78	8,00	1	22,94
ago-93	21,70	15,73	3,68	1	6,71	may-01	25,19	18,26	3,32	1	7,01
nov-93	29,51	21,40	7,54	1	18,68	ago-01	12,06	8,74	3,68	1	3,73
ene-94	35,35	25,63	8,00	1	23,73	nov-01	24,59	17,83	7,54	1	15,56

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	35,98	26,09	7,26	1	21,93
may-02	32,46	23,54	3,32	1	9,04
ago-02	15,42	11,18	3,68	1	4,77
oct-02	25,59	18,56	6,52	1	14,01
feb-03	39,43	28,59	7,26	1	24,04
may-03	33,10	24,00	3,32	1	9,22
ago-03	21,51	15,59	3,68	1	6,65
nov-03	23,96	17,37	7,54	1	15,17
feb-04	37,45	27,15	7,26	1	22,83
may-04	25,54	18,52	3,32	1	7,11
jul-04	17,08	12,38	2,70	1	3,87
nov-04	27,73	20,11	7,54	1	17,56
feb-05	31,83	23,08	7,26	1	19,40
may-05	33,72	24,45	3,32	1	9,39
ago-05	15,46	11,21	3,68	1	4,78
nov-05	22,63	16,41	7,54	1	14,33
feb-06	39,53	28,66	7,26	1	24,09
may-06	30,01	21,76	3,32	1	8,36
jul-06	17,04	12,36	2,70	1	3,86
nov-06	23,37	16,95	7,54	1	14,80
feb-07	38,48	27,90	7,26	1	23,45
may-07	27,15	19,68	3,32	1	7,56
ago-07	14,75	10,69	3,68	1	4,56
oct-07	14,16	10,27	6,52	1	7,75
feb-08	33,70	24,43	7,26	1	20,54
abr-08	31,66	22,95	4,83	1	12,82
ago-08	12,54	9,09	3,68	1	3,88
oct-08	14,96	10,85	6,52	1	8,19
feb-09	36,15	26,21	7,26	1	22,04
may-09	33,45	24,25	3,32	1	9,32
jul-09	16,32	11,83	2,70	1	3,70
oct-09	18,91	13,71	6,52	1	10,35
feb-10	40,04	29,03	7,26	1	24,41
may-10	35,95	26,06	3,32	1	10,01
jul-10	13,24	9,60	2,70	1	3,00

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	22,43	16,26	7,54	1	14,20
ene-11	30,62	22,20	8,00	1	20,55
abr-11	30,72	22,28	4,83	1	12,44
ago-11	15,71	11,39	3,68	1	4,86
nov-11	19,39	14,06	7,54	1	12,27
feb-12	19,28	13,98	7,26	1	11,75
may-12	14,03	10,17	3,32	1	3,91
ago-12	9,74	7,06	3,68	1	3,01
nov-12	17,01	12,33	7,54	1	10,77
feb-13	16,50	11,96	7,26	1	10,05
may-13	30,71	22,26	3,32	1	8,55
ago-13	21,36	15,49	3,68	1	6,60
nov-13	19,08	13,83	7,54	1	12,08
feb-14	40,40	29,29	7,26	1	24,62
may-14	31,34	22,72	3,32	1	8,73
ago-14	12,95	9,39	3,68	1	4,00
nov-14	26,30	19,07	7,54	1	16,65
ene-15	39,15	28,38	8,00	1	26,28
may-15	28,85	20,91	3,32	1	8,03
ago-15	16,26	11,79	3,68	1	5,03
nov-15	26,18	18,98	7,54	1	16,57
ene-16	35,53	25,76	8,00	1	23,85
may-16	31,04	22,51	3,32	1	8,64
ago-16	22,05	15,99	3,68	1	6,81
nov-16	26,26	19,04	7,54	1	16,62
feb-17	35,93	26,05	7,26	1	21,90
may-17	30,85	22,37	3,32	1	8,59
ago-17	25,03	18,15	3,68	1	7,74
nov-17	27,07	19,63	7,54	1	17,14
feb-18	34,50	25,01	7,26	1	21,03
may-18	26,39	19,14	3,32	1	7,35
jul-18	20,88	15,14	2,70	1	4,73
nov-18	24,76	17,95	7,54	1	15,68

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						2.950 – 3.050 m s.n.m. CULTIVOS 1 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	5,58	5,58	7,09	0,95	4,35	may-95	7,38	7,38	3,25	0,95	2,63
abr-86	10,62	10,62	4,72	0,95	5,51	ago-95	0,18	0,18	3,60	0,95	0,07
ago-86	0,54	0,54	3,60	0,95	0,21	oct-95	2,52	2,52	6,37	0,95	1,76
nov-86	5,13	5,13	7,36	0,95	4,15	feb-96	7,02	7,02	7,09	0,95	5,47
ene-87	7,11	7,11	7,80	0,95	6,10	may-96	2,52	2,52	3,25	0,95	0,90
nov-87	3,69	3,69	7,36	0,95	2,99	nov-96	2,52	2,52	7,36	0,95	2,04
feb-88	8,19	8,19	7,09	0,95	6,38	ene-97	6,12	6,12	7,80	0,95	5,25
may-88	2,97	2,97	3,25	0,95	1,06	may-97	7,29	7,29	3,25	0,95	2,60
nov-88	3,06	3,06	7,36	0,95	2,48	jul-97	2,07	2,07	2,64	0,95	0,60
ene-89	5,76	5,76	7,80	0,95	4,94	nov-97	2,97	2,97	7,36	0,95	2,40
abr-89	10,44	10,44	4,72	0,95	5,42	feb-98	7,47	7,47	7,09	0,95	5,82
oct-89	0,18	0,18	6,37	0,95	0,13	jun-98	1,08	1,08	2,44	0,95	0,29
feb-90	5,04	5,04	7,09	0,95	3,93	ago-98	0,27	0,27	3,60	0,95	0,11
abr-90	1,44	1,44	4,72	0,95	0,75	nov-98	2,34	2,34	7,36	0,95	1,89
jul-90	0,54	0,54	2,64	0,95	0,16	ene-99	3,69	3,69	7,80	0,95	3,17
nov-90	3,78	3,78	7,36	0,95	3,06	may-99	4,23	4,23	3,25	0,95	1,51
feb-91	8,01	8,01	7,09	0,95	6,24	ago-99	0,09	0,09	3,60	0,95	0,04
may-91	3,24	3,24	3,25	0,95	1,16	dic-99	3,15	3,15	7,97	0,95	2,76
nov-91	1,80	1,80	7,36	0,95	1,46	feb-00	8,91	8,91	7,09	0,95	6,94
ene-92	4,68	4,68	7,80	0,95	4,02	may-00	6,66	6,66	3,25	0,95	2,38
abr-92	3,78	3,78	4,72	0,95	1,96	jul-00	0,27	0,27	2,64	0,95	0,08
nov-92	3,33	3,33	7,36	0,95	2,70	nov-00	2,34	2,34	7,36	0,95	1,89
feb-93	4,77	4,77	7,09	0,95	3,72	ene-01	4,86	4,86	7,80	0,95	4,17
may-93	4,14	4,14	3,25	0,95	1,48	may-01	2,97	2,97	3,25	0,95	1,06
ago-93	0,27	0,27	3,60	0,95	0,11	nov-01	4,59	4,59	7,36	0,95	3,72
nov-93	3,06	3,06	7,36	0,95	2,48	feb-02	5,13	5,13	7,09	0,95	4,00
ene-94	3,24	3,24	7,80	0,95	2,78	may-02	6,48	6,48	3,25	0,95	2,31
may-94	3,78	3,78	3,25	0,95	1,35	ago-02	0,09	0,09	3,60	0,95	0,04
jul-94	0,09	0,09	2,64	0,95	0,03	oct-02	4,05	4,05	6,37	0,95	2,84
nov-94	2,52	2,52	7,36	0,95	2,04	feb-03	7,83	7,83	7,09	0,95	6,10
ene-95	4,41	4,41	7,80	0,95	3,78	may-03	4,14	4,14	3,25	0,95	1,48

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
ago-03	0,18	0,18	3,60	0,95	0,07
nov-03	3,15	3,15	7,36	0,95	2,55
feb-04	4,23	4,23	7,09	0,95	3,30
may-04	3,33	3,33	3,25	0,95	1,19
jul-04	0,09	0,09	2,64	0,95	0,03
nov-04	2,97	2,97	7,36	0,95	2,40
feb-05	5,49	5,49	7,09	0,95	4,28
may-05	5,67	5,67	3,25	0,95	2,02
ago-05	0,09	0,09	3,60	0,95	0,04
nov-05	3,87	3,87	7,36	0,95	3,13
feb-06	7,02	7,02	7,09	0,95	5,47
may-06	4,32	4,32	3,25	0,95	1,54
jul-06	0,36	0,36	2,64	0,95	0,10
nov-06	3,87	3,87	7,36	0,95	3,13
feb-07	5,85	5,85	7,09	0,95	4,56
may-07	3,42	3,42	3,25	0,95	1,22
ago-07	0,09	0,09	3,60	0,95	0,04
oct-07	1,89	1,89	6,37	0,95	1,32
feb-08	6,93	6,93	7,09	0,95	5,40
abr-08	7,20	7,20	4,72	0,95	3,74
ago-08	0,54	0,54	3,60	0,95	0,21
oct-08	4,50	4,50	6,37	0,95	3,15
feb-09	9,99	9,99	7,09	0,95	7,79
may-09	8,82	8,82	3,25	0,95	3,15
jul-09	1,17	1,17	2,64	0,95	0,34
oct-09	8,19	8,19	6,37	0,95	5,73
feb-10	10,26	10,26	7,09	0,95	8,00
may-10	9,72	9,72	3,25	0,95	3,47
jul-10	0,36	0,36	2,64	0,95	0,10
nov-10	10,44	10,44	7,36	0,95	8,45
ene-11	9,27	9,27	7,80	0,95	7,95
abr-11	12,33	12,33	4,72	0,95	6,40
ago-11	1,08	1,08	3,60	0,95	0,43
nov-11	11,70	11,70	7,36	0,95	9,47
feb-12	14,58	14,58	7,09	0,95	11,36

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
may-12	11,43	11,43	3,25	0,95	4,08
ago-12	3,24	3,24	3,60	0,95	1,28
nov-12	9,45	9,45	7,36	0,95	7,65
feb-13	11,07	11,07	7,09	0,95	8,63
may-13	13,59	13,59	3,25	0,95	4,85
ago-13	7,56	7,56	3,60	0,95	2,99
nov-13	14,49	14,49	7,36	0,95	11,73
feb-14	14,13	14,13	7,09	0,95	11,01
may-14	14,04	14,04	3,25	0,95	5,01
ago-14	7,83	7,83	3,60	0,95	3,10
nov-14	14,85	14,85	7,36	0,95	12,02
ene-15	15,66	15,66	7,80	0,95	13,44
may-15	22,59	22,59	3,25	0,95	8,06
ago-15	6,30	6,30	3,60	0,95	2,50
nov-15	13,77	13,77	7,36	0,95	11,15
ene-16	18,63	18,63	7,80	0,95	15,99
may-16	17,46	17,46	3,25	0,95	6,23
ago-16	7,38	7,38	3,60	0,95	2,92
nov-16	13,86	13,86	7,36	0,95	11,22
feb-17	17,53	17,53	7,09	0,95	13,66
may-17	22,91	22,91	3,25	0,95	8,17
ago-17	9,16	9,16	3,60	0,95	3,63
nov-17	15,55	15,55	7,36	0,95	12,59
feb-18	18,27	18,27	7,09	0,95	14,24
may-18	12,86	12,86	3,25	0,95	4,59
jul-18	9,01	9,01	2,64	0,95	2,62
nov-18	13,39	13,39	7,36	0,95	10,84

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						2.950 – 3.050 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	37,28	27,03	7,09	1	22,17	may-94	13,98	10,14	3,25	1	3,81
abr-86	37,65	27,29	4,72	1	14,91	jul-94	9,37	6,80	2,64	1	2,08
ago-86	11,06	8,02	3,60	1	3,34	nov-94	24,34	17,65	7,36	1	15,04
nov-86	32,48	23,55	7,36	1	20,07	ene-95	33,76	24,48	7,80	1	22,11
ene-87	41,34	29,97	7,80	1	27,07	may-95	12,88	9,34	3,25	1	3,51
nov-87	30,91	22,41	7,36	1	19,10	ago-95	7,99	5,80	3,60	1	2,42
feb-88	43,49	31,53	7,09	1	25,87	oct-95	15,57	11,29	6,37	1	8,32
may-88	15,99	11,59	3,25	1	4,35	feb-96	32,14	23,30	7,09	1	19,11
ago-88	7,34	5,32	3,60	1	2,22	may-96	14,32	10,38	3,25	1	3,90
nov-88	19,91	14,43	7,36	1	12,30	jul-96	8,61	6,24	2,64	1	1,91
ene-89	33,59	24,36	7,80	1	22,00	nov-96	21,96	15,92	7,36	1	13,56
abr-89	24,44	17,72	4,72	1	9,68	ene-97	38,57	27,97	7,80	1	25,26
ago-89	8,29	6,01	3,60	1	2,50	may-97	19,70	14,28	3,25	1	5,36
oct-89	12,43	9,01	6,37	1	6,64	jul-97	10,21	7,40	2,64	1	2,26
feb-90	39,24	28,45	7,09	1	23,34	nov-97	27,16	19,69	7,36	1	16,78
abr-90	24,20	17,55	4,72	1	9,58	feb-98	41,43	30,04	7,09	1	24,64
jul-90	13,87	10,06	2,64	1	3,08	jun-98	16,32	11,83	2,44	1	3,34
nov-90	21,57	15,64	7,36	1	13,32	ago-98	10,74	7,79	3,60	1	3,25
feb-91	37,97	27,53	7,09	1	22,58	nov-98	23,27	16,87	7,36	1	14,38
may-91	19,52	14,15	3,25	1	5,32	ene-99	31,65	22,95	7,80	1	20,73
ago-91	2,74	1,99	3,60	1	0,83	may-99	18,87	13,68	3,25	1	5,14
nov-91	18,07	13,10	7,36	1	11,16	ago-99	8,43	6,11	3,60	1	2,55
ene-92	33,50	24,29	7,80	1	21,94	dic-99	31,36	22,74	7,97	1	20,96
abr-92	19,73	14,30	4,72	1	7,81	feb-00	27,82	20,17	7,09	1	16,55
ago-92	2,73	1,98	3,60	1	0,82	may-00	18,65	13,52	3,25	1	5,08
nov-92	22,50	16,32	7,36	1	13,90	jul-00	8,96	6,50	2,64	1	1,99
feb-93	34,43	24,96	7,09	1	20,48	nov-00	22,69	16,45	7,36	1	14,02
may-93	15,75	11,42	3,25	1	4,29	ene-01	34,34	24,90	7,80	1	22,49
ago-93	15,01	10,88	3,60	1	4,54	may-01	17,44	12,64	3,25	1	4,75
nov-93	25,29	18,34	7,36	1	15,62	ago-01	11,72	8,50	3,60	1	3,54
ene-94	26,44	19,17	7,80	1	17,31	nov-01	25,66	18,60	7,36	1	15,85

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	37,53	27,21	7,09	1	22,32
may-02	25,98	18,84	3,25	1	7,08
ago-02	14,27	10,35	3,60	1	4,31
oct-02	25,34	18,37	6,37	1	13,54
feb-03	40,75	29,54	7,09	1	24,23
may-03	26,03	18,87	3,25	1	7,09
ago-03	14,98	10,86	3,60	1	4,53
nov-03	21,49	15,58	7,36	1	13,28
feb-04	37,03	26,85	7,09	1	22,03
may-04	18,34	13,30	3,25	1	4,99
jul-04	10,33	7,49	2,64	1	2,29
nov-04	24,87	18,03	7,36	1	15,36
feb-05	30,21	21,90	7,09	1	17,97
may-05	24,45	17,72	3,25	1	6,66
ago-05	9,62	6,97	3,60	1	2,91
nov-05	18,12	13,13	7,36	1	11,19
feb-06	38,48	27,90	7,09	1	22,89
may-06	21,74	15,76	3,25	1	5,92
jul-06	12,17	8,82	2,64	1	2,70
nov-06	18,55	13,45	7,36	1	11,46
feb-07	35,73	25,90	7,09	1	21,25
may-07	19,29	13,99	3,25	1	5,25
ago-07	9,79	7,10	3,60	1	2,96
oct-07	10,18	7,38	6,37	1	5,44
feb-08	31,71	22,99	7,09	1	18,86
abr-08	26,27	19,04	4,72	1	10,40
ago-08	6,98	5,06	3,60	1	2,11
oct-08	9,50	6,88	6,37	1	5,07
feb-09	30,24	21,93	7,09	1	17,99
may-09	23,66	17,15	3,25	1	6,44
jul-09	11,12	8,07	2,64	1	2,47
oct-09	11,59	8,41	6,37	1	6,19
feb-10	33,90	24,58	7,09	1	20,16
may-10	25,96	18,82	3,25	1	7,07
jul-10	8,21	5,95	2,64	1	1,82

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	18,06	13,10	7,36	1	11,16
ene-11	24,77	17,96	7,80	1	16,22
abr-11	24,23	17,57	4,72	1	9,60
ago-11	11,73	8,51	3,60	1	3,55
nov-11	15,15	10,98	7,36	1	9,36
feb-12	16,77	12,16	7,09	1	9,97
may-12	19,34	14,02	3,25	1	5,27
ago-12	6,64	4,81	3,60	1	2,01
nov-12	18,62	13,50	7,36	1	11,50
feb-13	24,71	17,92	7,09	1	14,70
may-13	24,89	18,05	3,25	1	6,78
ago-13	19,44	14,10	3,60	1	5,88
nov-13	17,75	12,87	7,36	1	10,96
feb-14	33,12	24,01	7,09	1	19,70
may-14	22,54	16,34	3,25	1	6,14
ago-14	9,17	6,65	3,60	1	2,77
nov-14	20,00	14,50	7,36	1	12,36
ene-15	31,24	22,65	7,80	1	20,45
may-15	22,92	16,61	3,25	1	6,24
ago-15	15,54	11,27	3,60	1	4,70
nov-15	24,41	17,70	7,36	1	15,08
ene-16	31,35	22,73	7,80	1	20,53
may-16	23,39	16,96	3,25	1	6,37
ago-16	16,14	11,70	3,60	1	4,88
nov-16	22,21	16,10	7,36	1	13,72
feb-17	32,19	23,33	7,09	1	19,14
may-17	24,90	18,06	3,25	1	6,78
ago-17	18,08	13,11	3,60	1	5,47
nov-17	22,40	16,24	7,36	1	13,84
feb-18	32,33	23,44	7,09	1	19,23
may-18	21,47	15,56	3,25	1	5,85
jul-18	17,44	12,65	2,64	1	3,87
nov-18	24,03	17,42	7,36	1	14,84

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						3.050 – 3.150 m s.n.m. CULTIVOS 1 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	9,54	9,54	6,91	0,95	7,25	nov-94	4,14	4,14	7,18	0,95	3,27
abr-86	8,91	8,91	4,61	0,95	4,52	ene-95	7,73	7,73	7,61	0,95	6,47
ago-86	0,16	0,16	3,52	0,95	0,06	may-95	5,25	5,25	3,17	0,95	1,83
nov-86	8,54	8,54	7,18	0,95	6,74	ago-95	0,27	0,27	3,52	0,95	0,10
ene-87	10,09	10,09	7,61	0,95	8,44	oct-95	3,41	3,41	6,21	0,95	2,33
nov-87	5,10	5,10	7,18	0,95	4,02	feb-96	8,75	8,75	6,91	0,95	6,65
feb-88	8,25	8,25	6,91	0,95	6,27	may-96	1,41	1,41	3,17	0,95	0,49
may-88	2,52	2,52	3,17	0,95	0,88	jul-96	0,18	0,18	2,59	0,95	0,05
ago-88	0,18	0,18	3,52	0,95	0,07	nov-96	3,44	3,44	7,18	0,95	2,72
nov-88	3,15	3,15	7,18	0,95	2,49	ene-97	8,60	8,60	7,61	0,95	7,19
ene-89	6,73	6,73	7,61	0,95	5,63	may-97	8,25	8,25	3,17	0,95	2,88
abr-89	10,01	10,01	4,61	0,95	5,07	jul-97	0,63	0,63	2,59	0,95	0,18
ago-89	0,18	0,18	3,52	0,95	0,07	nov-97	2,52	2,52	7,18	0,95	1,99
oct-89	0,86	0,86	6,21	0,95	0,59	feb-98	8,74	8,74	6,91	0,95	6,64
feb-90	6,64	6,64	6,91	0,95	5,05	jun-98	0,90	0,90	2,39	0,95	0,24
abr-90	3,81	3,81	4,61	0,95	1,93	ago-98	0,45	0,45	3,52	0,95	0,17
jul-90	0,69	0,69	2,59	0,95	0,20	nov-98	3,33	3,33	7,18	0,95	2,63
nov-90	4,29	4,29	7,18	0,95	3,39	ene-99	7,11	7,11	7,61	0,95	5,94
feb-91	9,80	9,80	6,91	0,95	7,45	may-99	3,40	3,40	3,17	0,95	1,19
may-91	4,99	4,99	3,17	0,95	1,74	ago-99	0,18	0,18	3,52	0,95	0,07
nov-91	3,81	3,81	7,18	0,95	3,00	dic-99	3,68	3,68	7,76	0,95	3,14
ene-92	8,51	8,51	7,61	0,95	7,12	feb-00	10,99	10,99	6,91	0,95	8,35
abr-92	5,80	5,80	4,61	0,95	2,94	may-00	4,38	4,38	3,17	0,95	1,53
ago-92	0,09	0,09	3,52	0,95	0,03	jul-00	0,18	0,18	2,59	0,95	0,05
nov-92	6,20	6,20	7,18	0,95	4,89	nov-00	2,82	2,82	7,18	0,95	2,23
feb-93	7,39	7,39	6,91	0,95	5,61	ene-01	5,56	5,56	7,61	0,95	4,66
may-93	3,29	3,29	3,17	0,95	1,15	may-01	2,25	2,25	3,17	0,95	0,78
ago-93	0,27	0,27	3,52	0,95	0,10	ago-01	0,09	0,09	3,52	0,95	0,03
nov-93	4,43	4,43	7,18	0,95	3,50	nov-01	2,08	2,08	7,18	0,95	1,64
ene-94	7,01	7,01	7,61	0,95	5,87	feb-02	5,01	5,01	6,91	0,95	3,81
jul-94	0,72	0,72	2,59	0,95	0,20	may-02	3,79	3,79	3,17	0,95	1,32

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
ago-02	0,18	0,18	3,52	0,95	0,07
oct-02	2,69	2,69	6,21	0,95	1,84
feb-03	6,22	6,22	6,91	0,95	4,73
may-03	2,52	2,52	3,17	0,95	0,88
ago-03	0,36	0,36	3,52	0,95	0,14
nov-03	3,60	3,60	7,18	0,95	2,84
feb-04	4,27	4,27	6,91	0,95	3,25
may-04	1,80	1,80	3,17	0,95	0,63
jul-04	0,09	0,09	2,59	0,95	0,03
nov-04	2,09	2,09	7,18	0,95	1,65
feb-05	5,51	5,51	6,91	0,95	4,19
may-05	3,09	3,09	3,17	0,95	1,08
ago-05	0,09	0,09	3,52	0,95	0,03
nov-05	2,91	2,91	7,18	0,95	2,30
feb-06	5,86	5,86	6,91	0,95	4,46
may-06	3,88	3,88	3,17	0,95	1,35
jul-06	0,63	0,63	2,59	0,95	0,18
nov-06	1,87	1,87	7,18	0,95	1,48
feb-07	3,25	3,25	6,91	0,95	2,47
may-07	2,82	2,82	3,17	0,95	0,98
ago-07	0,18	0,18	3,52	0,95	0,07
oct-07	0,81	0,81	6,21	0,95	0,55
feb-08	5,91	5,91	6,91	0,95	4,49
abr-08	5,45	5,45	4,61	0,95	2,76
ago-08	0,18	0,18	3,52	0,95	0,07
oct-08	0,55	0,55	6,21	0,95	0,37
feb-09	5,22	5,22	6,91	0,95	3,97
may-09	4,81	4,81	3,17	0,95	1,68
jul-09	0,81	0,81	2,59	0,95	0,23
oct-09	1,21	1,21	6,21	0,95	0,83
feb-10	4,77	4,77	6,91	0,95	3,63
may-10	4,27	4,27	3,17	0,95	1,49
jul-10	0,36	0,36	2,59	0,95	0,10
nov-10	2,32	2,32	7,18	0,95	1,84
ene-11	5,04	5,04	7,61	0,95	4,21

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
abr-11	9,67	9,67	4,61	0,95	4,90
ago-11	0,36	0,36	3,52	0,95	0,14
nov-11	3,46	3,46	7,18	0,95	2,74
feb-12	10,54	10,54	6,91	0,95	8,01
may-12	2,65	2,65	3,17	0,95	0,92
ago-12	0,10	0,10	3,52	0,95	0,04
nov-12	2,07	2,07	7,18	0,95	1,63
feb-13	4,67	4,67	6,91	0,95	3,55
may-13	8,16	8,16	3,17	0,95	2,85
ago-13	2,58	2,58	3,52	0,95	1,00
nov-13	5,91	5,91	7,18	0,95	4,66
feb-14	11,26	11,26	6,91	0,95	8,56
may-14	7,51	7,51	3,17	0,95	2,62
ago-14	1,26	1,26	3,52	0,95	0,49
nov-14	7,05	7,05	7,18	0,95	5,56
ene-15	7,82	7,82	7,61	0,95	6,54
may-15	13,43	13,43	3,17	0,95	4,68
ago-15	1,34	1,34	3,52	0,95	0,52
nov-15	7,80	7,80	7,18	0,95	6,16
ene-16	10,70	10,70	7,61	0,95	8,95
may-16	10,04	10,04	3,17	0,95	3,50
ago-16	2,08	2,08	3,52	0,95	0,81
nov-16	7,43	7,43	7,18	0,95	5,87
feb-17	13,10	13,10	6,91	0,95	9,96
may-17	15,21	15,21	3,17	0,95	5,31
ago-17	3,43	3,43	3,52	0,95	1,33
nov-17	8,92	8,92	7,18	0,95	7,05
feb-18	14,65	14,65	6,91	0,95	11,14
may-18	6,84	6,84	3,17	0,95	2,39
jul-18	3,16	3,16	2,59	0,95	0,90
nov-18	9,17	9,17	7,18	0,95	7,24

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						3.050 – 3.150 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	27,91	20,23	6,91	1	16,19	may-94	7,32	5,30	3,17	1	1,95
abr-86	27,74	20,11	4,61	1	10,74	jul-94	4,02	2,91	2,59	1	0,87
ago-86	9,73	7,05	3,52	1	2,87	nov-94	22,03	15,97	7,18	1	13,27
nov-86	25,35	18,38	7,18	1	15,27	ene-95	27,71	20,09	7,61	1	17,69
ene-87	29,67	21,51	7,61	1	18,94	may-95	4,06	2,95	3,17	1	1,08
nov-87	21,89	15,87	7,18	1	13,19	ago-95	2,49	1,81	3,52	1	0,74
feb-88	29,62	21,48	6,91	1	17,18	oct-95	11,95	8,67	6,21	1	6,23
may-88	8,34	6,05	3,17	1	2,22	feb-96	26,63	19,31	6,91	1	15,45
ago-88	5,88	4,26	3,52	1	1,74	may-96	7,73	5,60	3,17	1	2,06
nov-88	15,92	11,54	7,18	1	9,59	jul-96	4,98	3,61	2,59	1	1,08
ene-89	24,94	18,08	7,61	1	15,92	nov-96	19,57	14,19	7,18	1	11,79
abr-89	16,85	12,22	4,61	1	6,52	ene-97	32,77	23,76	7,61	1	20,92
ago-89	5,88	4,26	3,52	1	1,74	may-97	13,07	9,48	3,17	1	3,48
oct-89	8,31	6,03	6,21	1	4,33	jul-97	6,30	4,57	2,59	1	1,37
feb-90	29,06	21,07	6,91	1	16,86	nov-97	21,56	15,63	7,18	1	12,99
abr-90	15,78	11,44	4,61	1	6,11	feb-98	33,37	24,19	6,91	1	19,35
jul-90	4,30	3,12	2,59	1	0,93	jun-98	9,60	6,96	2,39	1	1,92
nov-90	15,39	11,16	7,18	1	9,27	ago-98	10,88	7,89	3,52	1	3,22
feb-91	29,73	21,55	6,91	1	17,24	nov-98	22,35	16,20	7,18	1	13,46
may-91	10,08	7,31	3,17	1	2,68	ene-99	28,50	20,66	7,61	1	18,19
ago-91	1,08	0,78	3,52	1	0,32	may-99	10,98	7,96	3,17	1	2,92
nov-91	14,82	10,74	7,18	1	8,93	ago-99	8,75	6,34	3,52	1	2,59
ene-92	26,24	19,03	7,61	1	16,76	dic-99	27,50	19,94	7,76	1	17,91
abr-92	14,98	10,86	4,61	1	5,80	feb-00	21,55	15,63	6,91	1	12,50
ago-92	2,90	2,10	3,52	1	0,86	may-00	11,75	8,52	3,17	1	3,13
nov-92	19,10	13,85	7,18	1	11,51	jul-00	5,95	4,31	2,59	1	1,29
feb-93	28,27	20,49	6,91	1	16,40	nov-00	21,80	15,80	7,18	1	13,13
may-93	9,11	6,61	3,17	1	2,43	ene-01	29,14	21,13	7,61	1	18,61
ago-93	12,12	8,79	3,52	1	3,58	may-01	3,59	2,60	3,17	1	0,95
nov-93	20,50	14,86	7,18	1	12,35	ago-01	3,29	2,38	3,52	1	0,97
ene-94	24,01	17,41	7,61	1	15,33	nov-01	19,17	13,90	7,18	1	11,55

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	27,73	20,11	6,91	1	16,09
may-02	8,75	6,35	3,17	1	2,33
ago-02	8,62	6,25	3,52	1	2,55
oct-02	18,11	13,13	6,21	1	9,44
feb-03	29,37	21,29	6,91	1	17,04
may-03	10,51	7,62	3,17	1	2,80
ago-03	8,30	6,02	3,52	1	2,45
nov-03	16,60	12,04	7,18	1	10,00
feb-04	25,16	18,24	6,91	1	14,60
may-04	8,98	6,51	3,17	1	2,39
jul-04	5,94	4,31	2,59	1	1,29
nov-04	20,80	15,08	7,18	1	12,53
feb-05	19,34	14,02	6,91	1	11,22
may-05	15,80	11,46	3,17	1	4,21
ago-05	8,42	6,10	3,52	1	2,49
nov-05	16,33	11,84	7,18	1	9,84
feb-06	27,70	20,08	6,91	1	16,07
may-06	14,18	10,28	3,17	1	3,77
jul-06	5,67	4,11	2,59	1	1,23
nov-06	18,83	13,65	7,18	1	11,35
feb-07	27,15	19,69	6,91	1	15,75
may-07	13,44	9,74	3,17	1	3,58
ago-07	10,02	7,27	3,52	1	2,96
oct-07	11,58	8,40	6,21	1	6,04
feb-08	22,47	16,29	6,91	1	13,03
abr-08	18,39	13,33	4,61	1	7,12
ago-08	7,74	5,61	3,52	1	2,29
oct-08	9,35	6,78	6,21	1	4,87
feb-09	24,43	17,71	6,91	1	14,17
may-09	17,35	12,58	3,17	1	4,62
jul-09	6,17	4,48	2,59	1	1,34
oct-09	10,83	7,85	6,21	1	5,64
feb-10	28,73	20,83	6,91	1	16,66
may-10	18,40	13,34	3,17	1	4,90
jul-10	4,44	3,22	2,59	1	0,96

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	12,68	9,19	7,18	1	7,64
ene-11	19,45	14,10	7,61	1	12,42
abr-11	11,65	8,45	4,61	1	4,51
ago-11	7,96	5,77	3,52	1	2,35
nov-11	9,52	6,90	7,18	1	5,73
feb-12	5,44	3,94	6,91	1	3,16
may-12	4,85	3,51	3,17	1	1,29
ago-12	1,20	0,87	3,52	1	0,36
nov-12	6,40	4,64	7,18	1	3,85
feb-13	9,74	7,06	6,91	1	5,65
may-13	10,41	7,55	3,17	1	2,77
ago-13	7,91	5,74	3,52	1	2,34
nov-13	12,53	9,08	7,18	1	7,55
feb-14	26,56	19,26	6,91	1	15,40
may-14	11,78	8,54	3,17	1	3,14
ago-14	5,77	4,19	3,52	1	1,71
nov-14	16,48	11,95	7,18	1	9,93
ene-15	28,47	20,64	7,61	1	18,18
may-15	9,55	6,92	3,17	1	2,54
ago-15	5,62	4,07	3,52	1	1,66
nov-15	13,97	10,13	7,18	1	8,42
ene-16	23,44	16,99	7,61	1	14,96
may-16	8,28	6,01	3,17	1	2,20
ago-16	8,07	5,85	3,52	1	2,38
nov-16	15,47	11,22	7,18	1	9,32
feb-17	21,99	15,94	6,91	1	12,75
may-17	11,94	8,66	3,17	1	3,18
ago-17	10,31	7,47	3,52	1	3,05
nov-17	16,09	11,67	7,18	1	9,69
feb-18	20,59	14,92	6,91	1	11,94
may-18	6,25	4,53	3,17	1	1,66
jul-18	4,75	3,44	2,59	1	1,03
nov-18	15,76	11,43	7,18	1	9,50

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						3.150 – 3.250 m s.n.m. CULTIVOS 1 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	29,50	29,50	6,74	0,95	21,85	ene-95	19,68	19,68	7,41	0,95	16,04
abr-86	22,14	22,14	4,51	0,95	10,97	may-95	12,72	12,72	3,10	0,95	4,33
ago-86	0,27	0,27	3,44	0,95	0,10	ago-95	0,18	0,18	3,44	0,95	0,07
nov-86	15,95	15,95	7,00	0,95	12,27	oct-95	5,80	5,80	6,06	0,95	3,86
ene-87	26,01	26,01	7,41	0,95	21,21	feb-96	22,71	22,71	6,74	0,95	16,82
nov-87	10,59	10,59	7,00	0,95	8,15	may-96	5,11	5,11	3,10	0,95	1,74
feb-88	20,67	20,67	6,74	0,95	15,31	jul-96	0,18	0,18	2,53	0,95	0,05
may-88	4,51	4,51	3,10	0,95	1,53	nov-96	8,51	8,51	7,00	0,95	6,55
nov-88	4,67	4,67	7,00	0,95	3,59	ene-97	20,07	20,07	7,41	0,95	16,36
ene-89	14,76	14,76	7,41	0,95	12,03	may-97	19,41	19,41	3,10	0,95	6,61
abr-89	17,74	17,74	4,51	0,95	8,79	jul-97	1,08	1,08	2,53	0,95	0,30
ago-89	0,27	0,27	3,44	0,95	0,10	nov-97	7,47	7,47	7,00	0,95	5,74
oct-89	0,72	0,72	6,06	0,95	0,48	feb-98	14,90	14,90	6,74	0,95	11,04
feb-90	17,74	17,74	6,74	0,95	13,14	jun-98	1,51	1,51	2,33	0,95	0,39
abr-90	10,77	10,77	4,51	0,95	5,33	ago-98	0,35	0,35	3,44	0,95	0,13
jul-90	2,31	2,31	2,53	0,95	0,64	nov-98	8,69	8,69	7,00	0,95	6,69
nov-90	10,58	10,58	7,00	0,95	8,14	ene-99	12,18	12,18	7,41	0,95	9,93
feb-91	25,28	25,28	6,74	0,95	18,72	may-99	6,32	6,32	3,10	0,95	2,15
may-91	13,38	13,38	3,10	0,95	4,56	ago-99	0,18	0,18	3,44	0,95	0,07
nov-91	8,58	8,58	7,00	0,95	6,60	dic-99	7,77	7,77	7,56	0,95	6,46
ene-92	21,28	21,28	7,41	0,95	17,35	feb-00	24,34	24,34	6,74	0,95	18,03
abr-92	14,04	14,04	4,51	0,95	6,95	may-00	8,16	8,16	3,10	0,95	2,78
nov-92	18,19	18,19	7,00	0,95	14,00	jul-00	0,09	0,09	2,53	0,95	0,03
feb-93	17,91	17,91	6,74	0,95	13,26	nov-00	6,01	6,01	7,00	0,95	4,63
may-93	6,02	6,02	3,10	0,95	2,05	ene-01	10,24	10,24	7,41	0,95	8,34
ago-93	0,18	0,18	3,44	0,95	0,07	may-01	2,65	2,65	3,10	0,95	0,90
nov-93	10,98	10,98	7,00	0,95	8,45	ago-01	0,18	0,18	3,44	0,95	0,07
ene-94	17,38	17,38	7,41	0,95	14,17	nov-01	3,82	3,82	7,00	0,95	2,94
may-94	8,54	8,54	3,10	0,95	2,91	feb-02	15,61	15,61	6,74	0,95	11,56
jul-94	0,36	0,36	2,53	0,95	0,10	may-02	10,17	10,17	3,10	0,95	3,46
nov-94	12,93	12,93	7,00	0,95	9,95	ago-02	0,09	0,09	3,44	0,95	0,03

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
oct-02	3,44	3,44	6,06	0,95	2,29
feb-03	11,46	11,46	6,74	0,95	8,49
may-03	1,88	1,88	3,10	0,95	0,64
ago-03	0,09	0,09	3,44	0,95	0,03
nov-03	5,64	5,64	7,00	0,95	4,34
feb-04	15,06	15,06	6,74	0,95	11,15
may-04	3,73	3,73	3,10	0,95	1,27
jul-04	0,27	0,27	2,53	0,95	0,08
nov-04	4,53	4,53	7,00	0,95	3,48
feb-05	12,26	12,26	6,74	0,95	9,08
may-05	8,76	8,76	3,10	0,95	2,98
nov-05	6,36	6,36	7,00	0,95	4,89
feb-06	16,64	16,64	6,74	0,95	12,32
may-06	6,42	6,42	3,10	0,95	2,19
jul-06	0,36	0,36	2,53	0,95	0,10
nov-06	5,15	5,15	7,00	0,95	3,96
feb-07	12,53	12,53	6,74	0,95	9,28
may-07	5,95	5,95	3,10	0,95	2,03
ago-07	0,09	0,09	3,44	0,95	0,03
oct-07	1,39	1,39	6,06	0,95	0,93
feb-08	12,99	12,99	6,74	0,95	9,62
abr-08	14,86	14,86	4,51	0,95	7,36
oct-08	0,79	0,79	6,06	0,95	0,53
feb-09	16,16	16,16	6,74	0,95	11,97
may-09	10,70	10,70	3,10	0,95	3,64
jul-09	0,36	0,36	2,53	0,95	0,10
oct-09	3,63	3,63	6,06	0,95	2,41
feb-10	15,76	15,76	6,74	0,95	11,67
may-10	7,85	7,85	3,10	0,95	2,67
nov-10	5,79	5,79	7,00	0,95	4,45
ene-11	10,24	10,24	7,41	0,95	8,34
abr-11	21,39	21,39	4,51	0,95	10,59
nov-11	4,42	4,42	7,00	0,95	3,40
feb-12	23,66	23,66	6,74	0,95	17,52
may-12	4,76	4,76	3,10	0,95	1,62

[illegible]

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						3.150 – 3.250 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	50,16	36,36	6,74	1	28,35	may-94	19,69	14,28	3,10	1	5,12
abr-86	47,44	34,39	4,51	1	17,93	jul-94	11,20	8,12	2,53	1	2,38
ago-86	12,14	8,80	3,44	1	3,51	nov-94	30,31	21,97	7,00	1	17,80
nov-86	35,24	25,55	7,00	1	20,69	ene-95	48,59	35,23	7,41	1	30,23
ene-87	44,49	32,26	7,41	1	27,68	may-95	18,20	13,20	3,10	1	4,73
nov-87	32,06	23,24	7,00	1	18,83	ago-95	7,42	5,38	3,44	1	2,14
feb-88	53,32	38,66	6,74	1	30,14	oct-95	17,32	12,56	6,06	1	8,80
may-88	20,24	14,67	3,10	1	5,26	feb-96	43,35	31,43	6,74	1	24,51
ago-88	8,55	6,20	3,44	1	2,47	may-96	16,99	12,31	3,10	1	4,42
nov-88	19,60	14,21	7,00	1	11,51	jul-96	9,27	6,72	2,53	1	1,97
ene-89	39,06	28,32	7,41	1	24,30	nov-96	28,70	20,80	7,00	1	16,85
abr-89	27,84	20,18	4,51	1	10,52	ene-97	57,13	41,42	7,41	1	35,54
ago-89	6,74	4,89	3,44	1	1,95	may-97	30,63	22,21	3,10	1	7,97
oct-89	9,53	6,91	6,06	1	4,84	jul-97	11,77	8,53	2,53	1	2,50
feb-90	43,08	31,23	6,74	1	24,35	nov-97	36,86	26,73	7,00	1	21,65
abr-90	26,44	19,17	4,51	1	9,99	feb-98	59,04	42,80	6,74	1	33,37
jul-90	13,07	9,48	2,53	1	2,78	jun-98	17,19	12,46	2,33	1	3,37
nov-90	19,11	13,86	7,00	1	11,22	ago-98	15,31	11,10	3,44	1	4,42
feb-91	42,57	30,86	6,74	1	24,06	nov-98	33,29	24,14	7,00	1	19,55
may-91	22,70	16,46	3,10	1	5,90	ene-99	47,54	34,47	7,41	1	29,58
ago-91	2,28	1,66	3,44	1	0,66	may-99	19,72	14,30	3,10	1	5,13
nov-91	22,19	16,09	7,00	1	13,03	ago-99	9,45	6,85	3,44	1	2,73
ene-92	40,52	29,37	7,41	1	25,21	dic-99	40,69	29,50	7,56	1	25,81
abr-92	26,45	19,18	4,51	1	10,00	feb-00	47,81	34,66	6,74	1	27,03
ago-92	5,07	3,67	3,44	1	1,46	may-00	23,43	16,99	3,10	1	6,09
nov-92	25,97	18,83	7,00	1	15,25	jul-00	9,07	6,57	2,53	1	1,93
feb-93	42,59	30,88	6,74	1	24,08	nov-00	33,14	24,03	7,00	1	19,46
may-93	18,90	13,71	3,10	1	4,92	ene-01	57,40	41,62	7,41	1	35,71
ago-93	15,97	11,58	3,44	1	4,61	may-01	13,24	9,60	3,10	1	3,44
nov-93	29,06	21,07	7,00	1	17,06	ago-01	5,77	4,18	3,44	1	1,67
ene-94	42,12	30,53	7,41	1	26,20	nov-01	30,09	21,82	7,00	1	17,67

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	49,59	35,95	6,74	1	28,03
may-02	18,86	13,67	3,10	1	4,90
ago-02	10,04	7,28	3,44	1	2,90
oct-02	28,51	20,67	6,06	1	14,49
feb-03	55,25	40,06	6,74	1	31,23
may-03	22,43	16,26	3,10	1	5,83
ago-03	11,35	8,23	3,44	1	3,28
nov-03	24,31	17,62	7,00	1	14,27
feb-04	47,85	34,69	6,74	1	27,05
may-04	17,39	12,60	3,10	1	4,52
jul-04	7,09	5,14	2,53	1	1,51
nov-04	28,15	20,41	7,00	1	16,53
feb-05	34,32	24,88	6,74	1	19,40
may-05	29,95	21,71	3,10	1	7,79
ago-05	8,34	6,05	3,44	1	2,41
nov-05	26,40	19,14	7,00	1	15,50
feb-06	42,84	31,06	6,74	1	24,21
may-06	26,55	19,25	3,10	1	6,90
jul-06	8,96	6,49	2,53	1	1,90
nov-06	26,38	19,13	7,00	1	15,49
feb-07	43,83	31,78	6,74	1	24,78
may-07	23,24	16,85	3,10	1	6,04
ago-07	8,81	6,38	3,44	1	2,54
oct-07	13,87	10,05	6,06	1	7,05
feb-08	39,56	28,68	6,74	1	22,36
abr-08	34,76	25,20	4,51	1	13,14
ago-08	8,48	6,15	3,44	1	2,45
oct-08	13,63	9,88	6,06	1	6,93
feb-09	44,96	32,60	6,74	1	25,41
may-09	32,25	23,38	3,10	1	8,38
jul-09	10,17	7,37	2,53	1	2,16
oct-09	17,18	12,46	6,06	1	8,73
feb-10	56,13	40,69	6,74	1	31,72
may-10	31,27	22,67	3,10	1	8,13
jul-10	7,35	5,33	2,53	1	1,56

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	25,74	18,66	7,00	1	15,12
ene-11	39,07	28,32	7,41	1	24,30
abr-11	31,23	22,64	4,51	1	11,81
ago-11	9,46	6,86	3,44	1	2,73
nov-11	18,42	13,36	7,00	1	10,82
feb-12	30,76	22,30	6,74	1	17,39
may-12	17,92	12,99	3,10	1	4,66
ago-12	7,48	5,42	3,44	1	2,16
nov-12	23,08	16,73	7,00	1	13,55
feb-13	33,62	24,38	6,74	1	19,01
may-13	30,25	21,93	3,10	1	7,87
ago-13	19,42	14,08	3,44	1	5,61
nov-13	32,06	23,24	7,00	1	18,83
feb-14	62,15	45,06	6,74	1	35,13
may-14	32,63	23,66	3,10	1	8,48
ago-14	13,12	9,52	3,44	1	3,79
nov-14	37,01	26,83	7,00	1	21,73
ene-15	62,43	45,26	7,41	1	38,84
may-15	30,55	22,15	3,10	1	7,94
ago-15	15,07	10,93	3,44	1	4,35
nov-15	37,66	27,31	7,00	1	22,12
ene-16	57,91	41,98	7,41	1	36,02
may-16	30,19	21,89	3,10	1	7,85
ago-16	14,92	10,82	3,44	1	4,31
nov-16	37,22	26,98	7,00	1	21,85
feb-17	54,16	39,27	6,74	1	30,62
may-17	34,10	24,72	3,10	1	8,87
ago-17	18,14	13,15	3,44	1	5,24
nov-17	35,27	25,57	7,00	1	20,71
feb-18	53,28	38,63	6,74	1	30,12
may-18	25,33	18,36	3,10	1	6,59
jul-18	17,03	12,35	2,53	1	3,62
nov-18	31,96	23,17	7,00	1	18,77

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						3.250 – 3.350 m s.n.m. CULTIVOS 1 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	39,69	39,69	6,56	0,95	28,63	jul-94	4,41	4,41	2,48	0,95	1,20
abr-86	37,63	37,63	4,40	0,95	18,20	nov-94	23,79	23,79	6,82	0,95	17,83
ago-86	0,63	0,63	3,36	0,95	0,23	ene-95	34,62	34,62	7,22	0,95	27,48
nov-86	25,07	25,07	6,82	0,95	18,79	may-95	26,67	26,67	3,03	0,95	8,87
ene-87	40,54	40,54	7,22	0,95	32,17	ago-95	1,89	1,89	3,36	0,95	0,70
nov-87	23,26	23,26	6,82	0,95	17,43	oct-95	16,60	16,60	5,90	0,95	10,77
feb-88	34,20	34,20	6,56	0,95	24,67	feb-96	34,37	34,37	6,56	0,95	24,79
may-88	14,76	14,76	3,03	0,95	4,91	may-96	14,61	14,61	3,03	0,95	4,86
ago-88	0,54	0,54	3,36	0,95	0,20	jul-96	0,81	0,81	2,48	0,95	0,22
nov-88	15,85	15,85	6,82	0,95	11,88	nov-96	19,84	19,84	6,82	0,95	14,87
ene-89	30,40	30,40	7,22	0,95	24,13	ene-97	34,19	34,19	7,22	0,95	27,14
abr-89	35,88	35,88	4,40	0,95	17,35	may-97	39,83	39,83	3,03	0,95	13,25
ago-89	0,72	0,72	3,36	0,95	0,27	jul-97	5,40	5,40	2,48	0,95	1,47
oct-89	5,31	5,31	5,90	0,95	3,44	nov-97	20,76	20,76	6,82	0,95	15,56
feb-90	31,31	31,31	6,56	0,95	22,58	feb-98	35,87	35,87	6,56	0,95	25,88
abr-90	22,56	22,56	4,40	0,95	10,91	jun-98	9,66	9,66	2,28	0,95	2,42
jul-90	6,66	6,66	2,48	0,95	1,81	ago-98	2,26	2,26	3,36	0,95	0,84
nov-90	23,74	23,74	6,82	0,95	17,79	nov-98	21,91	21,91	6,82	0,95	16,42
feb-91	38,34	38,34	6,56	0,95	27,65	ene-99	29,86	29,86	7,22	0,95	23,70
may-91	25,93	25,93	3,03	0,95	8,63	may-99	21,29	21,29	3,03	0,95	7,08
nov-91	19,05	19,05	6,82	0,95	14,28	ago-99	0,81	0,81	3,36	0,95	0,30
ene-92	33,51	33,51	7,22	0,95	26,60	dic-99	20,19	20,19	7,36	0,95	16,33
abr-92	26,31	26,31	4,40	0,95	12,73	feb-00	51,36	51,36	6,56	0,95	37,05
ago-92	0,18	0,18	3,36	0,95	0,07	may-00	23,03	23,03	3,03	0,95	7,66
nov-92	28,24	28,24	6,82	0,95	21,16	jul-00	0,90	0,90	2,48	0,95	0,25
feb-93	34,50	34,50	6,56	0,95	24,89	nov-00	21,53	21,53	6,82	0,95	16,13
may-93	19,29	19,29	3,03	0,95	6,42	ene-01	32,55	32,55	7,22	0,95	25,84
ago-93	1,89	1,89	3,36	0,95	0,70	may-01	16,66	16,66	3,03	0,95	5,54
nov-93	23,52	23,52	6,82	0,95	17,63	ago-01	2,70	2,70	3,36	0,95	1,00
ene-94	31,60	31,60	7,22	0,95	25,08	nov-01	15,53	15,53	6,82	0,95	11,63
may-94	21,56	21,56	3,03	0,95	7,17	feb-02	39,59	39,59	6,56	0,95	28,56

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
may-02	27,04	27,04	3,03	0,95	9,00
ago-02	2,97	2,97	3,36	0,95	1,10
oct-02	24,65	24,65	5,90	0,95	15,99
feb-03	38,76	38,76	6,56	0,95	27,96
may-03	18,55	18,55	3,03	0,95	6,17
ago-03	2,97	2,97	3,36	0,95	1,10
nov-03	20,64	20,64	6,82	0,95	15,47
feb-04	38,18	38,18	6,56	0,95	27,54
may-04	18,14	18,14	3,03	0,95	6,04
jul-04	1,71	1,71	2,48	0,95	0,47
nov-04	23,19	23,19	6,82	0,95	17,38
feb-05	39,30	39,30	6,56	0,95	28,35
may-05	27,00	27,00	3,03	0,95	8,98
ago-05	0,18	0,18	3,36	0,95	0,07
nov-05	30,18	30,18	6,82	0,95	22,62
feb-06	47,70	47,70	6,56	0,95	34,41
may-06	30,21	30,21	3,03	0,95	10,05
jul-06	7,02	7,02	2,48	0,95	1,91
nov-06	33,56	33,56	6,82	0,95	25,15
feb-07	37,52	37,52	6,56	0,95	27,07
may-07	27,99	27,99	3,03	0,95	9,31
ago-07	1,71	1,71	3,36	0,95	0,63
oct-07	20,03	20,03	5,90	0,95	12,99
feb-08	40,58	40,58	6,56	0,95	29,27
abr-08	43,58	43,58	4,40	0,95	21,08
ago-08	4,14	4,14	3,36	0,95	1,53
oct-08	17,21	17,21	5,90	0,95	11,16
feb-09	43,95	43,95	6,56	0,95	31,70
may-09	44,19	44,19	3,03	0,95	14,70
jul-09	3,06	3,06	2,48	0,95	0,83
oct-09	29,31	29,31	5,90	0,95	19,01
feb-10	50,53	50,53	6,56	0,95	36,45
may-10	38,40	38,40	3,03	0,95	12,77
jul-10	1,08	1,08	2,48	0,95	0,29
nov-10	35,64	35,64	6,82	0,95	26,71

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
ene-11	42,25	42,25	7,22	0,95	33,53
abr-11	64,21	64,21	4,40	0,95	31,05
ago-11	6,75	6,75	3,36	0,95	2,49
nov-11	33,16	33,16	6,82	0,95	24,85
feb-12	62,68	62,68	6,56	0,95	45,21
may-12	30,97	30,97	3,03	0,95	10,30
ago-12	10,44	10,44	3,36	0,95	3,86
nov-12	32,07	32,07	6,82	0,95	24,03
feb-13	45,14	45,14	6,56	0,95	32,56
may-13	56,95	56,95	3,03	0,95	18,95
ago-13	22,79	22,79	3,36	0,95	8,42
nov-13	54,25	54,25	6,82	0,95	40,65
feb-14	70,21	70,21	6,56	0,95	50,65
may-14	53,87	53,87	3,03	0,95	17,92
ago-14	13,94	13,94	3,36	0,95	5,15
nov-14	57,85	57,85	6,82	0,95	43,35
ene-15	62,40	62,40	7,22	0,95	49,53
may-15	73,03	73,03	3,03	0,95	24,29
ago-15	19,46	19,46	3,36	0,95	7,19
nov-15	60,73	60,73	6,82	0,95	45,51
ene-16	65,57	65,57	7,22	0,95	52,04
may-16	55,96	55,96	3,03	0,95	18,62
ago-16	22,63	22,63	3,36	0,95	8,36
nov-16	56,59	56,59	6,82	0,95	42,40
feb-17	73,05	73,05	6,56	0,95	52,69
may-17	82,73	82,73	3,03	0,95	27,52
ago-17	31,54	31,54	3,36	0,95	11,66
nov-17	57,15	57,15	6,82	0,95	42,82
feb-18	78,37	78,37	6,56	0,95	56,53
may-18	50,96	50,96	3,03	0,95	16,95
jul-18	18,44	18,44	2,48	0,95	5,02
nov-18	55,92	55,92	6,82	0,95	41,90

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						3.250 – 3.350 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	61,48	44,58	6,56	1	33,85	may-94	36,44	26,42	3,03	1	9,25
abr-86	69,79	50,60	4,40	1	25,76	jul-94	16,97	12,30	2,48	1	3,53
ago-86	13,33	9,67	3,36	1	3,76	nov-94	44,07	31,95	6,82	1	25,20
nov-86	51,43	37,29	6,82	1	29,41	ene-95	63,59	46,11	7,22	1	38,52
ene-87	64,80	46,98	7,22	1	39,25	may-95	33,65	24,40	3,03	1	8,54
nov-87	51,43	37,29	6,82	1	29,41	ago-95	12,90	9,35	3,36	1	3,64
feb-88	67,88	49,21	6,56	1	37,37	oct-95	30,54	22,14	5,90	1	15,12
may-88	29,71	21,54	3,03	1	7,54	feb-96	51,82	37,57	6,56	1	28,53
ago-88	12,38	8,98	3,36	1	3,49	may-96	32,45	23,53	3,03	1	8,24
nov-88	29,38	21,30	6,82	1	16,80	jul-96	14,28	10,35	2,48	1	2,97
ene-89	53,19	38,56	7,22	1	32,22	nov-96	46,04	33,38	6,82	1	26,33
abr-89	46,84	33,96	4,40	1	17,29	ene-97	69,22	50,19	7,22	1	41,93
ago-89	10,62	7,70	3,36	1	2,99	may-97	49,31	35,75	3,03	1	12,52
oct-89	15,45	11,20	5,90	1	7,65	jul-97	20,60	14,94	2,48	1	4,28
feb-90	59,78	43,34	6,56	1	32,91	nov-97	51,16	37,09	6,82	1	29,26
abr-90	41,02	29,74	4,40	1	15,14	feb-98	72,14	52,30	6,56	1	39,71
jul-90	23,81	17,26	2,48	1	4,95	jun-98	28,91	20,96	2,28	1	5,54
nov-90	28,29	20,51	6,82	1	16,18	ago-98	18,30	13,27	3,36	1	5,16
feb-91	57,85	41,94	6,56	1	31,85	nov-98	42,21	30,60	6,82	1	24,14
may-91	36,11	26,18	3,03	1	9,17	ene-99	56,36	40,86	7,22	1	34,14
ago-91	4,56	3,31	3,36	1	1,29	may-99	31,92	23,15	3,03	1	8,10
nov-91	32,65	23,67	6,82	1	18,67	ago-99	11,62	8,42	3,36	1	3,28
ene-92	55,20	40,02	7,22	1	33,44	dic-99	52,02	37,71	7,36	1	32,11
abr-92	38,54	27,94	4,40	1	14,22	feb-00	55,94	40,55	6,56	1	30,79
ago-92	4,21	3,05	3,36	1	1,19	may-00	29,35	21,28	3,03	1	7,45
nov-92	41,59	30,15	6,82	1	23,78	jul-00	10,61	7,69	2,48	1	2,21
feb-93	60,03	43,52	6,56	1	33,05	nov-00	39,59	28,70	6,82	1	22,64
may-93	25,88	18,76	3,03	1	6,57	ene-01	57,97	42,02	7,22	1	35,11
ago-93	21,71	15,74	3,36	1	6,12	may-01	23,52	17,05	3,03	1	5,97
nov-93	42,11	30,53	6,82	1	24,08	ago-01	9,81	7,12	3,36	1	2,77
ene-94	54,60	39,59	7,22	1	33,07	nov-01	44,99	32,62	6,82	1	25,73

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	61,40	44,51	6,56	1	33,80
may-02	28,87	20,93	3,03	1	7,33
ago-02	14,24	10,33	3,36	1	4,02
oct-02	40,41	29,30	5,90	1	20,00
feb-03	62,80	45,53	6,56	1	34,57
may-03	33,48	24,27	3,03	1	8,50
ago-03	15,59	11,30	3,36	1	4,40
nov-03	28,92	20,97	6,82	1	16,54
feb-04	52,31	37,92	6,56	1	28,79
may-04	25,42	18,43	3,03	1	6,45
jul-04	10,46	7,58	2,48	1	2,17
nov-04	37,15	26,93	6,82	1	21,24
feb-05	46,12	33,44	6,56	1	25,39
may-05	42,59	30,87	3,03	1	10,81
ago-05	12,51	9,07	3,36	1	3,53
nov-05	34,58	25,07	6,82	1	19,77
feb-06	57,05	41,36	6,56	1	31,41
may-06	43,44	31,49	3,03	1	11,03
jul-06	16,79	12,17	2,48	1	3,49
nov-06	38,14	27,65	6,82	1	21,81
feb-07	56,94	41,28	6,56	1	31,34
may-07	37,05	26,86	3,03	1	9,41
ago-07	14,94	10,83	3,36	1	4,21
oct-07	20,02	14,51	5,90	1	9,91
feb-08	47,15	34,18	6,56	1	25,95
abr-08	45,10	32,69	4,40	1	16,64
ago-08	10,61	7,69	3,36	1	2,99
oct-08	16,01	11,61	5,90	1	7,92
feb-09	54,49	39,51	6,56	1	30,00
may-09	42,50	30,81	3,03	1	10,79
jul-09	14,70	10,66	2,48	1	3,05
oct-09	23,99	17,39	5,90	1	11,87
feb-10	60,80	44,08	6,56	1	33,47
may-10	39,54	28,67	3,03	1	10,04
jul-10	11,02	7,99	2,48	1	2,29

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	31,75	23,02	6,82	1	18,15
ene-11	48,29	35,01	7,22	1	29,25
abr-11	44,38	32,17	4,40	1	16,38
ago-11	13,85	10,04	3,36	1	3,91
nov-11	25,20	18,27	6,82	1	14,41
feb-12	28,68	20,80	6,56	1	15,79
may-12	28,64	20,77	3,03	1	7,27
ago-12	14,06	10,19	3,36	1	3,96
nov-12	33,38	24,20	6,82	1	19,09
feb-13	45,83	33,23	6,56	1	25,23
may-13	41,07	29,78	3,03	1	10,43
ago-13	28,00	20,30	3,36	1	7,90
nov-13	37,10	26,90	6,82	1	21,22
feb-14	66,52	48,23	6,56	1	36,62
may-14	42,16	30,57	3,03	1	10,70
ago-14	14,75	10,70	3,36	1	4,16
nov-14	40,72	29,53	6,82	1	23,29
ene-15	62,88	45,59	7,22	1	38,09
may-15	41,24	29,90	3,03	1	10,47
ago-15	23,09	16,74	3,36	1	6,51
nov-15	47,36	34,33	6,82	1	27,08
ene-16	62,29	45,16	7,22	1	37,73
may-16	37,45	27,15	3,03	1	9,51
ago-16	20,11	14,58	3,36	1	5,67
nov-16	40,14	29,10	6,82	1	22,96
feb-17	56,79	41,17	6,56	1	31,26
may-17	44,68	32,39	3,03	1	11,34
ago-17	24,86	18,02	3,36	1	7,01
nov-17	40,72	29,52	6,82	1	23,29
feb-18	52,20	37,84	6,56	1	28,73
may-18	29,83	21,63	3,03	1	7,57
jul-18	21,92	15,89	2,48	1	4,55
nov-18	33,34	24,17	6,82	1	19,07

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						3.350 – 3.450 m s.n.m. CULTIVOS 1 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	5,41	5,41	6,38	0,95	3,80	ene-95	5,52	5,52	7,02	0,95	4,27
abr-86	6,62	6,62	4,29	0,95	3,12	may-95	3,07	3,07	2,95	0,95	1,00
ago-86	0,90	0,90	3,28	0,95	0,32	ago-95	0,18	0,18	3,28	0,95	0,06
nov-86	4,51	4,51	6,63	0,95	3,29	oct-95	1,85	1,85	5,74	0,95	1,17
ene-87	6,67	6,67	7,02	0,95	5,15	feb-96	5,71	5,71	6,38	0,95	4,01
nov-87	4,95	4,95	6,63	0,95	3,61	may-96	2,08	2,08	2,95	0,95	0,67
feb-88	4,62	4,62	6,38	0,95	3,24	nov-96	2,44	2,44	6,63	0,95	1,78
may-88	3,33	3,33	2,95	0,95	1,08	ene-97	5,17	5,17	7,02	0,95	3,99
nov-88	1,44	1,44	6,63	0,95	1,05	may-97	4,63	4,63	2,95	0,95	1,50
ene-89	5,95	5,95	7,02	0,95	4,59	jul-97	0,01	0,01	2,42	0,95	0,00
abr-89	6,21	6,21	4,29	0,95	2,93	nov-97	2,74	2,74	6,63	0,95	2,00
ago-89	0,45	0,45	3,28	0,95	0,16	feb-98	4,59	4,59	6,38	0,95	3,22
oct-89	0,36	0,36	5,74	0,95	0,23	jun-98	0,36	0,36	2,23	0,95	0,09
feb-90	5,76	5,76	6,38	0,95	4,04	nov-98	1,98	1,98	6,63	0,95	1,44
abr-90	4,80	4,80	4,29	0,95	2,27	ene-99	4,26	4,26	7,02	0,95	3,29
jul-90	1,80	1,80	2,42	0,95	0,48	may-99	3,19	3,19	2,95	0,95	1,03
nov-90	4,09	4,09	6,63	0,95	2,99	dic-99	1,98	1,98	7,15	0,95	1,56
feb-91	6,48	6,48	6,38	0,95	4,55	feb-00	5,32	5,32	6,38	0,95	3,74
may-91	4,24	4,24	2,95	0,95	1,37	may-00	2,34	2,34	2,95	0,95	0,76
nov-91	2,70	2,70	6,63	0,95	1,97	nov-00	1,62	1,62	6,63	0,95	1,18
ene-92	5,16	5,16	7,02	0,95	3,99	ene-01	3,55	3,55	7,02	0,95	2,74
abr-92	4,53	4,53	4,29	0,95	2,14	may-01	1,98	1,98	2,95	0,95	0,64
nov-92	4,63	4,63	6,63	0,95	3,38	nov-01	1,44	1,44	6,63	0,95	1,05
feb-93	5,41	5,41	6,38	0,95	3,80	feb-02	3,70	3,70	6,38	0,95	2,59
may-93	2,61	2,61	2,95	0,95	0,85	may-02	1,90	1,90	2,95	0,95	0,62
ago-93	0,27	0,27	3,28	0,95	0,10	oct-02	1,99	1,99	5,74	0,95	1,25
nov-93	2,56	2,56	6,63	0,95	1,86	feb-03	2,97	2,97	6,38	0,95	2,08
ene-94	4,42	4,42	7,02	0,95	3,41	may-03	2,07	2,07	2,95	0,95	0,67
may-94	3,45	3,45	2,95	0,95	1,12	ago-03	0,27	0,27	3,28	0,95	0,10
jul-94	0,72	0,72	2,42	0,95	0,19	nov-03	2,53	2,53	6,63	0,95	1,84
nov-94	2,43	2,43	6,63	0,95	1,77	feb-04	3,53	3,53	6,38	0,95	2,48

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
may-04	2,62	2,62	2,95	0,95	0,85
jul-04	0,36	0,36	2,42	0,95	0,10
nov-04	1,45	1,45	6,63	0,95	1,06
feb-05	3,33	3,33	6,38	0,95	2,34
may-05	2,80	2,80	2,95	0,95	0,91
nov-05	1,63	1,63	6,63	0,95	1,19
feb-06	4,60	4,60	6,38	0,95	3,23
may-06	3,07	3,07	2,95	0,95	1,00
jul-06	0,18	0,18	2,42	0,95	0,05
nov-06	2,17	2,17	6,63	0,95	1,58
feb-07	2,80	2,80	6,38	0,95	1,97
may-07	2,07	2,07	2,95	0,95	0,67
feb-08	2,17	2,17	6,38	0,95	1,52
abr-08	3,16	3,16	4,29	0,95	1,49
ago-08	0,18	0,18	3,28	0,95	0,06
oct-08	0,63	0,63	5,74	0,95	0,40
feb-09	2,44	2,44	6,38	0,95	1,71
may-09	2,62	2,62	2,95	0,95	0,85
jul-09	0,09	0,09	2,42	0,95	0,02
oct-09	1,18	1,18	5,74	0,95	0,74
feb-10	2,75	2,75	6,38	0,95	1,93
may-10	2,36	2,36	2,95	0,95	0,77
nov-10	1,09	1,09	6,63	0,95	0,79
ene-11	2,08	2,08	7,02	0,95	1,60
abr-11	3,92	3,92	4,29	0,95	1,85
nov-11	0,73	0,73	6,63	0,95	0,53
feb-12	6,27	6,27	6,38	0,95	4,40
may-12	0,46	0,46	2,95	0,95	0,15
nov-12	0,54	0,54	6,63	0,95	0,39
feb-13	0,91	0,91	6,38	0,95	0,64
may-13	2,26	2,26	2,95	0,95	0,73
ago-13	1,72	1,72	3,28	0,95	0,62
nov-13	2,08	2,08	6,63	0,95	1,51
feb-14	4,24	4,24	6,38	0,95	2,97
may-14	2,80	2,80	2,95	0,95	0,91

[illegible]

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						3.350 – 3.450 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	34,45	24,98	6,38	1	18,46	may-94	34,28	24,85	2,95	1	8,49
abr-86	44,30	32,11	4,29	1	15,95	jul-94	11,94	8,65	2,42	1	2,42
ago-86	10,32	7,48	3,28	1	2,84	nov-94	27,95	20,26	6,63	1	15,56
nov-86	29,53	21,41	6,63	1	16,44	ene-95	37,42	27,13	7,02	1	22,06
ene-87	37,47	27,17	7,02	1	22,08	may-95	22,66	16,43	2,95	1	5,61
nov-87	29,71	21,54	6,63	1	16,54	ago-95	11,37	8,25	3,28	1	3,13
feb-88	39,34	28,52	6,38	1	21,08	oct-95	20,23	14,67	5,74	1	9,75
may-88	22,99	16,67	2,95	1	5,69	feb-96	32,73	23,73	6,38	1	17,53
ago-88	8,06	5,84	3,28	1	2,22	may-96	24,78	17,97	2,95	1	6,14
nov-88	17,58	12,75	6,63	1	9,79	jul-96	13,96	10,12	2,42	1	2,84
ene-89	35,75	25,92	7,02	1	21,07	nov-96	28,22	20,46	6,63	1	15,71
abr-89	33,45	24,25	4,29	1	12,04	ene-97	38,10	27,62	7,02	1	22,45
ago-89	10,05	7,29	3,28	1	2,77	may-97	30,50	22,11	2,95	1	7,56
oct-89	10,92	7,91	5,74	1	5,26	jul-97	13,49	9,78	2,42	1	2,74
feb-90	36,08	26,16	6,38	1	19,33	nov-97	31,98	23,19	6,63	1	17,80
abr-90	28,65	20,77	4,29	1	10,32	feb-98	42,28	30,65	6,38	1	22,65
jul-90	18,07	13,10	2,42	1	3,67	jun-98	22,80	16,53	2,23	1	4,26
nov-90	18,97	13,75	6,63	1	10,56	ago-98	15,36	11,14	3,28	1	4,23
feb-91	36,59	26,53	6,38	1	19,60	nov-98	26,61	19,29	6,63	1	14,81
may-91	25,52	18,50	2,95	1	6,32	may-99	22,80	16,53	2,95	1	5,65
ago-91	4,28	3,10	3,28	1	1,18	ago-99	11,06	8,02	3,28	1	3,04
nov-91	18,08	13,11	6,63	1	10,06	dic-99	33,20	24,07	7,15	1	19,93
ene-92	33,03	23,94	7,02	1	19,46	feb-00	33,82	24,52	6,38	1	18,12
abr-92	23,55	17,07	4,29	1	8,48	may-00	26,07	18,90	2,95	1	6,46
ago-92	3,81	2,76	3,28	1	1,05	jul-00	11,00	7,97	2,42	1	2,23
nov-92	26,01	18,86	6,63	1	14,48	nov-00	27,84	20,19	6,63	1	15,50
feb-93	36,72	26,62	6,38	1	19,67	ene-01	37,51	27,19	7,02	1	22,11
may-93	18,74	13,59	2,95	1	4,64	may-01	21,42	15,53	2,95	1	5,31
ago-93	13,95	10,12	3,28	1	3,84	ago-01	12,70	9,21	3,28	1	3,50
nov-93	28,06	20,35	6,63	1	15,62	nov-01	29,89	21,67	6,63	1	16,63
ene-94	34,85	25,27	7,02	1	20,54	feb-02	38,77	28,11	6,38	1	20,77

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
may-02	31,50	22,84	2,95	1	7,80
ago-02	15,49	11,23	3,28	1	4,26
oct-02	27,48	19,92	5,74	1	13,24
feb-03	38,26	27,74	6,38	1	20,50
may-03	29,46	21,36	2,95	1	7,30
ago-03	18,60	13,48	3,28	1	5,12
nov-03	22,59	16,38	6,63	1	12,57
feb-04	33,76	24,48	6,38	1	18,09
may-04	22,73	16,48	2,95	1	5,63
jul-04	11,07	8,02	2,42	1	2,25
nov-04	25,13	18,22	6,63	1	13,99
feb-05	26,54	19,24	6,38	1	14,22
may-05	32,07	23,25	2,95	1	7,94
ago-05	11,36	8,23	3,28	1	3,13
nov-05	20,07	14,55	6,63	1	11,17
feb-06	31,69	22,98	6,38	1	16,98
may-06	30,59	22,18	2,95	1	7,58
jul-06	17,65	12,80	2,42	1	3,59
nov-06	24,53	17,78	6,63	1	13,65
feb-07	31,21	22,63	6,38	1	16,72
may-07	27,02	19,59	2,95	1	6,69
ago-07	11,32	8,20	3,28	1	3,11
oct-07	16,66	12,08	5,74	1	8,03
feb-08	29,01	21,03	6,38	1	15,54
abr-08	27,64	20,04	4,29	1	9,95
ago-08	10,63	7,70	3,28	1	2,93
oct-08	13,73	9,95	5,74	1	6,62
feb-09	32,13	23,30	6,38	1	17,22
may-09	30,21	21,91	2,95	1	7,48
jul-09	13,36	9,68	2,42	1	2,71
oct-09	15,50	11,24	5,74	1	7,47
feb-10	35,97	26,08	6,38	1	19,27
may-10	31,92	23,14	2,95	1	7,91
jul-10	10,03	7,27	2,42	1	2,04
nov-10	20,21	14,65	6,63	1	11,25

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
ene-11	26,48	19,20	7,02	1	15,61
abr-11	30,71	22,26	4,29	1	11,06
ago-11	10,13	7,35	3,28	1	2,79
nov-11	15,49	11,23	6,63	1	8,62
feb-12	29,90	21,67	6,38	1	16,02
may-12	20,87	15,13	2,95	1	5,17
ago-12	12,12	8,78	3,28	1	3,33
nov-12	22,23	16,12	6,63	1	12,37
feb-13	26,39	19,14	6,38	1	14,14
may-13	33,98	24,64	2,95	1	8,42
ago-13	27,45	19,90	3,28	1	7,56
nov-13	24,81	17,98	6,63	1	13,81
feb-14	40,01	29,00	6,38	1	21,43
may-14	33,05	23,96	2,95	1	8,19
ago-14	17,47	12,67	3,28	1	4,81
nov-14	30,37	22,02	6,63	1	16,90
ene-15	40,25	29,18	7,02	1	23,73
may-15	37,32	27,06	2,95	1	9,25
ago-15	25,00	18,12	3,28	1	6,88
nov-15	34,12	24,73	6,63	1	18,99
ene-16	41,53	30,11	7,02	1	24,48
may-16	31,94	23,16	2,95	1	7,91
ago-16	24,10	17,48	3,28	1	6,64
nov-16	29,96	21,72	6,63	1	16,67
feb-17	37,61	27,27	6,38	1	20,15
may-17	42,16	30,57	2,95	1	10,44
ago-17	29,45	21,35	3,28	1	8,11
nov-17	31,49	22,83	6,63	1	17,53
feb-18	35,96	26,07	6,38	1	19,26
may-18	31,35	22,73	2,95	1	7,77
jul-18	26,40	19,14	2,42	1	5,36
nov-18	29,29	21,24	6,63	1	16,30

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						3.450 – 3.550 m s.n.m. CULTIVOS 1 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	1,44	1,44	6,21	0,95	0,98	may-95	1,75	1,75	2,88	0,95	0,55
abr-86	3,62	3,62	4,18	0,95	1,67	ago-95	0,21	0,21	3,20	0,95	0,07
ago-86	0,18	0,18	3,20	0,95	0,06	oct-95	0,46	0,46	5,59	0,95	0,28
nov-86	1,88	1,88	6,45	0,95	1,33	feb-96	1,81	1,81	6,21	0,95	1,24
ene-87	2,75	2,75	6,83	0,95	2,07	may-96	0,64	0,64	2,88	0,95	0,20
nov-87	1,93	1,93	6,45	0,95	1,37	jul-96	0,00	0,00	2,36	0,95	0,00
feb-88	1,73	1,73	6,21	0,95	1,18	nov-96	0,80	0,80	6,45	0,95	0,56
may-88	0,75	0,75	2,88	0,95	0,24	ene-97	1,58	1,58	6,83	0,95	1,19
nov-88	0,47	0,47	6,45	0,95	0,33	may-97	2,12	2,12	2,88	0,95	0,67
ene-89	1,01	1,01	6,83	0,95	0,76	jul-97	0,39	0,39	2,36	0,95	0,10
abr-89	2,12	2,12	4,18	0,95	0,97	nov-97	0,19	0,19	6,45	0,95	0,13
ago-89	0,00	0,00	3,20	0,95	0,00	feb-98	0,81	0,81	6,21	0,95	0,55
feb-90	1,98	1,98	6,21	0,95	1,35	jun-98	0,21	0,21	2,18	0,95	0,05
abr-90	0,76	0,76	4,18	0,95	0,35	nov-98	0,89	0,89	6,45	0,95	0,63
jul-90	0,37	0,37	2,36	0,95	0,10	ene-99	1,02	1,02	6,83	0,95	0,77
nov-90	1,34	1,34	6,45	0,95	0,95	may-99	0,77	0,77	2,88	0,95	0,24
feb-91	1,70	1,70	6,21	0,95	1,16	ago-99	0,03	0,03	3,20	0,95	0,01
may-91	1,74	1,74	2,88	0,95	0,55	dic-99	0,64	0,64	6,95	0,95	0,49
nov-91	0,86	0,86	6,45	0,95	0,61	feb-00	1,66	1,66	6,21	0,95	1,13
ene-92	2,38	2,38	6,83	0,95	1,78	may-00	1,01	1,01	2,88	0,95	0,32
abr-92	1,09	1,09	4,18	0,95	0,50	jul-00	0,12	0,12	2,36	0,95	0,03
nov-92	1,85	1,85	6,45	0,95	1,31	nov-00	0,99	0,99	6,45	0,95	0,70
feb-93	1,74	1,74	6,21	0,95	1,19	ene-01	1,12	1,12	6,83	0,95	0,84
may-93	0,84	0,84	2,88	0,95	0,27	may-01	0,56	0,56	2,88	0,95	0,18
ago-93	0,09	0,09	3,20	0,95	0,03	ago-01	0,03	0,03	3,20	0,95	0,01
nov-93	1,39	1,39	6,45	0,95	0,98	nov-01	0,90	0,90	6,45	0,95	0,64
ene-94	1,48	1,48	6,83	0,95	1,11	feb-02	1,34	1,34	6,21	0,95	0,92
may-94	0,68	0,68	2,88	0,95	0,22	may-02	1,28	1,28	2,88	0,95	0,41
jul-94	0,12	0,12	2,36	0,95	0,03	oct-02	1,37	1,37	5,59	0,95	0,84
nov-94	0,84	0,84	6,45	0,95	0,59	feb-03	1,92	1,92	6,21	0,95	1,31
ene-95	1,48	1,48	6,83	0,95	1,11	may-03	1,11	1,11	2,88	0,95	0,35

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
ago-03	0,18	0,18	3,20	0,95	0,06
nov-03	1,01	1,01	6,45	0,95	0,72
feb-04	1,80	1,80	6,21	0,95	1,23
may-04	0,59	0,59	2,88	0,95	0,19
jul-04	0,18	0,18	2,36	0,95	0,05
nov-04	1,39	1,39	6,45	0,95	0,99
feb-05	1,11	1,11	6,21	0,95	0,76
may-05	1,29	1,29	2,88	0,95	0,41
nov-05	1,36	1,36	6,45	0,95	0,97
feb-06	2,26	2,26	6,21	0,95	1,54
may-06	1,74	1,74	2,88	0,95	0,55
jul-06	0,18	0,18	2,36	0,95	0,05
nov-06	0,60	0,60	6,45	0,95	0,43
feb-07	1,60	1,60	6,21	0,95	1,09
may-07	1,48	1,48	2,88	0,95	0,47
oct-07	0,09	0,09	5,59	0,95	0,06
feb-08	1,82	1,82	6,21	0,95	1,24
abr-08	1,27	1,27	4,18	0,95	0,58
feb-09	1,83	1,83	6,21	0,95	1,25
may-09	1,09	1,09	2,88	0,95	0,35
jul-09	0,18	0,18	2,36	0,95	0,05
oct-09	0,44	0,44	5,59	0,95	0,27
feb-10	1,99	1,99	6,21	0,95	1,36
may-10	1,84	1,84	2,88	0,95	0,58
nov-10	0,97	0,97	6,45	0,95	0,69
ene-11	1,31	1,31	6,83	0,95	0,98
abr-11	2,30	2,30	4,18	0,95	1,06
nov-11	0,78	0,78	6,45	0,95	0,55
feb-12	3,48	3,48	6,21	0,95	2,38
may-12	0,80	0,80	2,88	0,95	0,25
feb-13	0,35	0,35	6,21	0,95	0,24
may-13	1,23	1,23	2,88	0,95	0,39
ago-13	0,35	0,35	3,20	0,95	0,12
nov-13	1,15	1,15	6,45	0,95	0,81
feb-14	1,79	1,79	6,21	0,95	1,22

[illegible]

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						3.450 – 3.550 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	30,74	22,29	6,21	1	16,02	may-94	19,91	14,44	2,88	1	4,81
abr-86	33,46	24,26	4,18	1	11,75	jul-94	14,85	10,76	2,36	1	2,95
ago-86	12,94	9,38	3,20	1	3,47	nov-94	23,95	17,36	6,45	1	12,96
nov-86	29,51	21,40	6,45	1	15,97	ene-95	30,10	21,83	6,83	1	17,25
ene-87	33,14	24,03	6,83	1	18,99	may-95	25,12	18,21	2,88	1	6,07
nov-87	27,55	19,97	6,45	1	14,91	ago-95	16,50	11,96	3,20	1	4,43
feb-88	32,12	23,28	6,21	1	16,73	oct-95	15,45	11,20	5,59	1	7,24
may-88	24,06	17,45	2,88	1	5,81	feb-96	29,77	21,58	6,21	1	15,51
ago-88	9,69	7,03	3,20	1	2,60	may-96	24,84	18,01	2,88	1	6,00
nov-88	18,52	13,43	6,45	1	10,03	jul-96	13,64	9,89	2,36	1	2,71
ene-89	27,55	19,98	6,83	1	15,79	nov-96	26,29	19,06	6,45	1	14,23
abr-89	26,35	19,10	4,18	1	9,25	ene-97	34,19	24,79	6,83	1	19,59
ago-89	11,40	8,26	3,20	1	3,06	may-97	25,42	18,43	2,88	1	6,14
oct-89	7,72	5,60	5,59	1	3,62	jul-97	16,73	12,13	2,36	1	3,32
feb-90	29,47	21,36	6,21	1	15,35	nov-97	27,76	20,13	6,45	1	15,03
abr-90	25,25	18,31	4,18	1	8,87	feb-98	35,87	26,01	6,21	1	18,69
jul-90	22,07	16,00	2,36	1	4,38	jun-98	22,92	16,62	2,18	1	4,19
nov-90	14,95	10,84	6,45	1	8,09	ago-98	15,74	11,41	3,20	1	4,23
feb-91	30,84	22,36	6,21	1	16,07	nov-98	26,84	19,46	6,45	1	14,53
may-91	26,29	19,06	2,88	1	6,35	ene-99	30,15	21,86	6,83	1	17,27
ago-91	8,44	6,12	3,20	1	2,27	may-99	23,82	17,27	2,88	1	5,75
nov-91	16,79	12,17	6,45	1	9,09	ago-99	9,65	6,99	3,20	1	2,59
ene-92	27,98	20,29	6,83	1	16,03	dic-99	24,76	17,95	6,95	1	14,44
abr-92	20,25	14,68	4,18	1	7,11	feb-00	28,87	20,93	6,21	1	15,04
ago-92	5,66	4,11	3,20	1	1,52	may-00	25,81	18,71	2,88	1	6,23
nov-92	20,65	14,97	6,45	1	11,18	jul-00	10,84	7,86	2,36	1	2,15
feb-93	29,13	21,12	6,21	1	15,18	nov-00	22,96	16,65	6,45	1	12,43
may-93	22,53	16,33	2,88	1	5,44	ene-01	30,87	22,38	6,83	1	17,69
ago-93	19,50	14,14	3,20	1	5,23	may-01	21,40	15,52	2,88	1	5,17
nov-93	23,92	17,34	6,45	1	12,95	ago-01	10,71	7,77	3,20	1	2,88
ene-94	29,09	21,09	6,83	1	16,67	nov-01	21,36	15,49	6,45	1	11,56

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	24,19	17,54	6,21	1	12,60
may-02	26,85	19,47	2,88	1	6,49
ago-02	10,60	7,68	3,20	1	2,85
oct-02	18,66	13,53	5,59	1	8,75
feb-03	25,08	18,19	6,21	1	13,07
may-03	23,03	16,70	2,88	1	5,56
ago-03	10,80	7,83	3,20	1	2,90
nov-03	12,46	9,03	6,45	1	6,74
feb-04	21,36	15,48	6,21	1	11,13
may-04	14,57	10,57	2,88	1	3,52
jul-04	7,19	5,22	2,36	1	1,43
nov-04	17,91	12,98	6,45	1	9,69
feb-05	17,77	12,88	6,21	1	9,26
may-05	23,59	17,10	2,88	1	5,70
ago-05	7,18	5,21	3,20	1	1,93
nov-05	15,04	10,91	6,45	1	8,14
feb-06	25,11	18,20	6,21	1	13,08
may-06	23,96	17,37	2,88	1	5,79
jul-06	13,71	9,94	2,36	1	2,72
nov-06	17,63	12,78	6,45	1	9,54
feb-07	25,88	18,76	6,21	1	13,48
may-07	21,31	15,45	2,88	1	5,15
ago-07	10,44	7,57	3,20	1	2,80
oct-07	10,93	7,92	5,59	1	5,12
feb-08	23,10	16,75	6,21	1	12,03
abr-08	22,55	16,35	4,18	1	7,92
ago-08	6,80	4,93	3,20	1	1,83
oct-08	8,48	6,15	5,59	1	3,98
feb-09	25,72	18,65	6,21	1	13,40
may-09	24,35	17,65	2,88	1	5,88
jul-09	14,13	10,24	2,36	1	2,80
oct-09	11,28	8,18	5,59	1	5,29
feb-10	28,58	20,72	6,21	1	14,89
may-10	24,98	18,11	2,88	1	6,04
jul-10	9,17	6,65	2,36	1	1,82

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	17,92	12,99	6,45	1	9,70
ene-11	21,88	15,86	6,83	1	12,54
abr-11	22,70	16,46	4,18	1	7,97
ago-11	9,18	6,66	3,20	1	2,47
nov-11	15,00	10,87	6,45	1	8,12
feb-12	17,88	12,97	6,21	1	9,32
may-12	24,30	17,62	2,88	1	5,87
ago-12	11,71	8,49	3,20	1	3,14
nov-12	18,35	13,30	6,45	1	9,93
feb-13	22,00	15,95	6,21	1	11,46
may-13	28,38	20,57	2,88	1	6,86
ago-13	21,86	15,85	3,20	1	5,87
nov-13	22,29	16,16	6,45	1	12,07
feb-14	34,71	25,16	6,21	1	18,08
may-14	26,58	19,27	2,88	1	6,42
ago-14	15,80	11,45	3,20	1	4,24
nov-14	20,33	14,74	6,45	1	11,01
ene-15	31,33	22,72	6,83	1	17,95
may-15	26,87	19,48	2,88	1	6,49
ago-15	16,44	11,92	3,20	1	4,41
nov-15	24,37	17,67	6,45	1	13,19
ene-16	29,92	21,69	6,83	1	17,15
may-16	24,44	17,72	2,88	1	5,90
ago-16	17,83	12,92	3,20	1	4,79
nov-16	21,85	15,84	6,45	1	11,83
feb-17	26,89	19,49	6,21	1	14,01
may-17	39,33	28,51	2,88	1	9,50
ago-17	27,44	19,90	3,20	1	7,37
nov-17	28,31	20,52	6,45	1	15,32
feb-18	29,61	21,47	6,21	1	15,43
may-18	24,73	17,93	2,88	1	5,97
jul-18	21,36	15,49	2,36	1	4,24
nov-18	26,07	18,90	6,45	1	14,11

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						3.550 – 3.650 m s.n.m. CULTIVOS 1 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	20,60	20,60	6,03	0,95	13,67	nov-94	19,23	19,23	6,27	0,95	13,26
abr-86	22,29	22,29	4,08	0,95	9,99	ene-95	18,41	18,41	6,63	0,95	13,43
ago-86	0,09	0,09	3,12	0,95	0,03	may-95	20,47	20,47	2,81	0,95	6,32
nov-86	23,13	23,13	6,27	0,95	15,94	ago-95	2,49	2,49	3,12	0,95	0,85
ene-87	14,15	14,15	6,63	0,95	10,32	oct-95	8,80	8,80	5,43	0,95	5,25
nov-87	22,91	22,91	6,27	0,95	15,79	feb-96	21,95	21,95	6,03	0,95	14,56
feb-88	19,69	19,69	6,03	0,95	13,06	may-96	8,26	8,26	2,81	0,95	2,55
may-88	14,01	14,01	2,81	0,95	4,32	jul-96	0,36	0,36	2,31	0,95	0,09
ago-88	0,09	0,09	3,12	0,95	0,03	nov-96	19,98	19,98	6,27	0,95	13,77
nov-88	8,17	8,17	6,27	0,95	5,63	ene-97	19,30	19,30	6,63	0,95	14,08
ene-89	11,68	11,68	6,63	0,95	8,52	may-97	24,24	24,24	2,81	0,95	7,48
abr-89	20,20	20,20	4,08	0,95	9,06	jul-97	4,00	4,00	2,31	0,95	1,02
ago-89	0,63	0,63	3,12	0,95	0,22	nov-97	13,85	13,85	6,27	0,95	9,55
oct-89	0,18	0,18	5,43	0,95	0,11	feb-98	17,90	17,90	6,03	0,95	11,87
feb-90	20,87	20,87	6,03	0,95	13,85	jun-98	6,00	6,00	2,12	0,95	1,40
abr-90	13,73	13,73	4,08	0,95	6,16	ago-98	0,63	0,63	3,12	0,95	0,22
jul-90	3,95	3,95	2,31	0,95	1,00	nov-98	18,01	18,01	6,27	0,95	12,41
nov-90	17,82	17,82	6,27	0,95	12,28	ene-99	11,49	11,49	6,63	0,95	8,38
feb-91	21,96	21,96	6,03	0,95	14,57	may-99	10,75	10,75	2,81	0,95	3,32
may-91	19,95	19,95	2,81	0,95	6,16	ago-99	0,69	0,69	3,12	0,95	0,24
nov-91	14,89	14,89	6,27	0,95	10,26	dic-99	20,33	20,33	6,75	0,95	15,08
ene-92	17,06	17,06	6,63	0,95	12,45	feb-00	26,41	26,41	6,03	0,95	17,52
abr-92	15,56	15,56	4,08	0,95	6,97	may-00	14,56	14,56	2,81	0,95	4,49
nov-92	23,97	23,97	6,27	0,95	16,52	jul-00	0,42	0,42	2,31	0,95	0,11
feb-93	16,42	16,42	6,03	0,95	10,90	nov-00	17,28	17,28	6,27	0,95	11,91
may-93	10,05	10,05	2,81	0,95	3,10	ene-01	16,43	16,43	6,63	0,95	11,99
ago-93	0,54	0,54	3,12	0,95	0,19	may-01	5,83	5,83	2,81	0,95	1,80
nov-93	22,82	22,82	6,27	0,95	15,73	ago-01	0,42	0,42	3,12	0,95	0,14
ene-94	13,00	13,00	6,63	0,95	9,49	nov-01	18,54	18,54	6,27	0,95	12,78
may-94	11,92	11,92	2,81	0,95	3,68	feb-02	21,69	21,69	6,03	0,95	14,39
jul-94	1,95	1,95	2,31	0,95	0,49	may-02	15,35	15,35	2,81	0,95	4,74

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
oct-02	17,79	17,79	5,43	0,95	10,62
feb-03	19,67	19,67	6,03	0,95	13,05
may-03	12,66	12,66	2,81	0,95	3,91
ago-03	0,36	0,36	3,12	0,95	0,12
nov-03	17,61	17,61	6,27	0,95	12,14
feb-04	23,03	23,03	6,03	0,95	15,28
may-04	12,63	12,63	2,81	0,95	3,90
jul-04	0,72	0,72	2,31	0,95	0,18
nov-04	18,31	18,31	6,27	0,95	12,62
feb-05	20,04	20,04	6,03	0,95	13,29
may-05	17,33	17,33	2,81	0,95	5,35
nov-05	12,22	12,22	6,27	0,95	8,42
feb-06	21,94	21,94	6,03	0,95	14,56
may-06	13,28	13,28	2,81	0,95	4,10
jul-06	0,99	0,99	2,31	0,95	0,25
nov-06	14,87	14,87	6,27	0,95	10,25
feb-07	17,56	17,56	6,03	0,95	11,65
may-07	13,55	13,55	2,81	0,95	4,18
feb-08	13,48	13,48	6,03	0,95	8,94
abr-08	16,81	16,81	4,08	0,95	7,54
feb-09	13,55	13,55	6,03	0,95	8,99
may-09	13,93	13,93	2,81	0,95	4,30
jul-09	0,27	0,27	2,31	0,95	0,07
oct-09	0,72	0,72	5,43	0,95	0,43
feb-10	15,73	15,73	6,03	0,95	10,44
may-10	12,19	12,19	2,81	0,95	3,76
nov-10	3,62	3,62	6,27	0,95	2,49
ene-11	12,01	12,01	6,63	0,95	8,76
abr-11	16,42	16,42	4,08	0,95	7,36
nov-11	2,54	2,54	6,27	0,95	1,75
feb-12	22,05	22,05	6,03	0,95	14,62
may-12	10,17	10,17	2,81	0,95	3,14
ago-12	0,27	0,27	3,12	0,95	0,09
nov-12	3,42	3,42	6,27	0,95	2,36
feb-13	7,29	7,29	6,03	0,95	4,84

[illegible]

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						3.550 – 3.650 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	61,74	44,76	6,03	1	31,26	may-94	46,86	33,98	2,81	1	11,03
abr-86	65,51	47,49	4,08	1	22,41	jul-94	29,76	21,58	2,31	1	5,77
ago-86	18,08	13,11	3,12	1	4,73	nov-94	49,76	36,08	6,27	1	26,17
nov-86	54,29	39,36	6,27	1	28,56	ene-95	59,37	43,05	6,63	1	33,05
ene-87	61,48	44,58	6,63	1	34,22	may-95	52,00	37,70	2,81	1	12,24
nov-87	50,92	36,92	6,27	1	26,78	ago-95	29,40	21,32	3,12	1	7,70
feb-88	61,03	44,25	6,03	1	30,90	oct-95	31,07	22,53	5,43	1	14,16
may-88	44,81	32,49	2,81	1	10,55	feb-96	56,03	40,62	6,03	1	28,36
ago-88	14,04	10,18	3,12	1	3,68	may-96	44,32	32,13	2,81	1	10,44
nov-88	31,54	22,86	6,27	1	16,59	jul-96	19,73	14,31	2,31	1	3,82
ene-89	51,33	37,22	6,63	1	28,58	nov-96	47,34	34,32	6,27	1	24,90
abr-89	54,53	39,54	4,08	1	18,66	ene-97	64,40	46,69	6,63	1	35,85
ago-89	12,99	9,41	3,12	1	3,40	may-97	52,67	38,19	2,81	1	12,40
oct-89	10,18	7,38	5,43	1	4,64	jul-97	30,40	22,04	2,31	1	5,89
feb-90	57,96	42,02	6,03	1	29,34	nov-97	48,64	35,27	6,27	1	25,59
abr-90	50,88	36,89	4,08	1	17,41	feb-98	59,31	43,00	6,03	1	30,03
jul-90	37,43	27,14	2,31	1	7,25	jun-98	42,32	30,68	2,12	1	7,54
nov-90	34,79	25,23	6,27	1	18,30	ago-98	28,33	20,54	3,12	1	7,42
feb-91	61,32	44,46	6,03	1	31,04	nov-98	48,41	35,09	6,27	1	25,46
may-91	52,14	37,80	2,81	1	12,28	ene-99	56,10	40,67	6,63	1	31,23
ago-91	13,07	9,48	3,12	1	3,42	may-99	44,48	32,25	2,81	1	10,47
nov-91	35,27	25,57	6,27	1	18,55	ago-99	16,62	12,05	3,12	1	4,35
ene-92	53,34	38,67	6,63	1	29,69	dic-99	50,01	36,26	6,75	1	28,31
abr-92	42,68	30,95	4,08	1	14,60	feb-00	61,72	44,75	6,03	1	31,25
ago-92	7,88	5,71	3,12	1	2,06	may-00	48,66	35,28	2,81	1	11,46
nov-92	43,46	31,51	6,27	1	22,86	jul-00	19,39	14,06	2,31	1	3,76
feb-93	58,44	42,37	6,03	1	29,59	nov-00	44,19	32,04	6,27	1	23,24
may-93	46,31	33,57	2,81	1	10,90	ene-01	57,98	42,04	6,63	1	32,27
ago-93	26,83	19,45	3,12	1	7,02	may-01	43,51	31,55	2,81	1	10,24
nov-93	47,19	34,22	6,27	1	24,82	ago-01	16,69	12,10	3,12	1	4,37
ene-94	55,73	40,40	6,63	1	31,02	nov-01	41,60	30,16	6,27	1	21,88

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	51,41	37,27	6,03	1	26,02
may-02	48,45	35,13	2,81	1	11,41
ago-02	17,29	12,54	3,12	1	4,53
oct-02	36,61	26,55	5,43	1	16,68
feb-03	53,40	38,72	6,03	1	27,03
may-03	44,84	32,51	2,81	1	10,56
ago-03	28,01	20,30	3,12	1	7,33
nov-03	34,95	25,34	6,27	1	18,38
feb-04	49,97	36,23	6,03	1	25,29
may-04	38,74	28,09	2,81	1	9,12
jul-04	19,91	14,43	2,31	1	3,86
nov-04	41,68	30,22	6,27	1	21,93
feb-05	41,44	30,04	6,03	1	20,98
may-05	46,45	33,67	2,81	1	10,94
ago-05	14,68	10,65	3,12	1	3,84
nov-05	37,14	26,93	6,27	1	19,54
feb-06	54,11	39,23	6,03	1	27,39
may-06	48,43	35,11	2,81	1	11,40
jul-06	31,03	22,49	2,31	1	6,01
nov-06	39,98	28,99	6,27	1	21,03
feb-07	49,93	36,20	6,03	1	25,28
may-07	46,68	33,84	2,81	1	10,99
ago-07	22,16	16,07	3,12	1	5,80
oct-07	25,47	18,46	5,43	1	11,61
feb-08	48,06	34,85	6,03	1	24,33
abr-08	42,03	30,47	4,08	1	14,38
ago-08	12,13	8,79	3,12	1	3,17
oct-08	16,17	11,72	5,43	1	7,37
feb-09	52,21	37,85	6,03	1	26,43
may-09	45,99	33,34	2,81	1	10,83
jul-09	26,21	19,00	2,31	1	5,08
oct-09	27,30	19,79	5,43	1	12,44
feb-10	53,85	39,04	6,03	1	27,26
may-10	48,87	35,43	2,81	1	11,51
jul-10	18,50	13,41	2,31	1	3,58

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	32,45	23,53	6,27	1	17,07
ene-11	43,92	31,84	6,63	1	24,45
abr-11	41,70	30,23	4,08	1	14,27
ago-11	12,14	8,80	3,12	1	3,18
nov-11	21,16	15,34	6,27	1	11,13
feb-12	42,53	30,83	6,03	1	21,53
may-12	46,91	34,01	2,81	1	11,04
ago-12	16,12	11,68	3,12	1	4,22
nov-12	31,13	22,57	6,27	1	16,38
feb-13	41,05	29,76	6,03	1	20,78
may-13	55,74	40,41	2,81	1	13,12
ago-13	44,85	32,52	3,12	1	11,74
nov-13	46,51	33,72	6,27	1	24,46
feb-14	65,95	47,82	6,03	1	33,39
may-14	54,63	39,61	2,81	1	12,86
ago-14	33,79	24,50	3,12	1	8,85
nov-14	47,54	34,47	6,27	1	25,01
ene-15	63,08	45,73	6,63	1	35,11
may-15	51,21	37,13	2,81	1	12,06
ago-15	32,12	23,29	3,12	1	8,41
nov-15	49,44	35,84	6,27	1	26,01
ene-16	57,02	41,34	6,63	1	31,74
may-16	47,88	34,71	2,81	1	11,27
ago-16	32,91	23,86	3,12	1	8,61
nov-16	42,79	31,02	6,27	1	22,51
feb-17	50,07	36,30	6,03	1	25,35
may-17	65,47	47,47	2,81	1	15,42
ago-17	48,99	35,52	3,12	1	12,82
nov-17	49,94	36,20	6,27	1	26,27
feb-18	54,12	39,24	6,03	1	27,40
may-18	46,74	33,89	2,81	1	11,00
jul-18	35,72	25,90	2,31	1	6,92
nov-18	46,71	33,86	6,27	1	24,57

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						3.650 – 3.750 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	39,32	28,51	5,86	1	19,33	may-94	17,11	12,41	2,73	1	3,92
abr-86	46,30	33,57	3,97	1	15,42	jul-94	9,63	6,98	2,25	1	1,82
ago-86	6,67	4,84	3,04	1	1,70	nov-94	22,44	16,27	6,09	1	11,46
nov-86	28,73	20,83	6,09	1	14,67	ene-95	32,97	23,91	6,44	1	17,82
ene-87	33,51	24,30	6,44	1	18,11	may-95	18,90	13,71	2,73	1	4,33
nov-87	28,12	20,39	6,09	1	14,36	ago-95	10,27	7,45	3,04	1	2,62
feb-88	36,26	26,29	5,86	1	17,82	oct-95	13,24	9,60	5,27	1	5,86
may-88	22,05	15,98	2,73	1	5,06	feb-96	27,78	20,14	5,86	1	13,65
ago-88	8,43	6,11	3,04	1	2,15	may-96	16,78	12,17	2,73	1	3,85
nov-88	15,96	11,57	6,09	1	8,15	jul-96	7,55	5,47	2,25	1	1,43
ene-89	23,30	16,89	6,44	1	12,59	nov-96	19,69	14,28	6,09	1	10,06
abr-89	32,45	23,53	3,97	1	10,81	ene-97	34,37	24,92	6,44	1	18,57
ago-89	13,39	9,70	3,04	1	3,41	may-97	26,47	19,19	2,73	1	6,07
oct-89	6,07	4,40	5,27	1	2,69	jul-97	12,57	9,12	2,25	1	2,38
feb-90	31,76	23,03	5,86	1	15,61	nov-97	26,43	19,16	6,09	1	13,50
abr-90	23,06	16,72	3,97	1	7,68	feb-98	35,87	26,00	5,86	1	17,63
jul-90	12,80	9,28	2,25	1	2,42	jun-98	15,75	11,42	2,07	1	2,74
nov-90	14,79	10,72	6,09	1	7,55	ago-98	14,43	10,46	3,04	1	3,68
feb-91	37,90	27,48	5,86	1	18,63	nov-98	22,93	16,62	6,09	1	11,71
may-91	21,33	15,46	2,73	1	4,89	ene-99	29,15	21,14	6,44	1	15,75
ago-91	4,05	2,94	3,04	1	1,03	may-99	19,48	14,12	2,73	1	4,47
nov-91	17,65	12,79	6,09	1	9,01	ago-99	10,31	7,48	3,04	1	2,63
ene-92	29,47	21,36	6,44	1	15,92	dic-99	25,93	18,80	6,54	1	14,24
abr-92	19,06	13,82	3,97	1	6,35	feb-00	29,80	21,60	5,86	1	14,64
ago-92	1,79	1,30	3,04	1	0,46	may-00	25,77	18,69	2,73	1	5,91
nov-92	20,49	14,85	6,09	1	10,46	jul-00	8,21	5,95	2,25	1	1,55
feb-93	32,62	23,65	5,86	1	16,03	nov-00	22,31	16,18	6,09	1	11,39
may-93	17,89	12,97	2,73	1	4,10	ene-01	33,06	23,97	6,44	1	17,86
ago-93	10,75	7,79	3,04	1	2,74	may-01	27,04	19,60	2,73	1	6,20
nov-93	24,96	18,10	6,09	1	12,75	ago-01	10,52	7,63	3,04	1	2,68
ene-94	30,17	21,88	6,44	1	16,30	nov-01	21,66	15,70	6,09	1	11,06

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	28,89	20,94	5,86	1	14,20
may-02	33,80	24,50	2,73	1	7,75
ago-02	9,82	7,12	3,04	1	2,50
oct-02	22,46	16,28	5,27	1	9,94
feb-03	35,24	25,55	5,86	1	17,32
may-03	24,78	17,97	2,73	1	5,68
ago-03	15,00	10,88	3,04	1	3,82
nov-03	16,69	12,10	6,09	1	8,52
feb-04	29,01	21,03	5,86	1	14,26
may-04	19,35	14,03	2,73	1	4,44
jul-04	9,07	6,58	2,25	1	1,72
nov-04	21,07	15,27	6,09	1	10,76
feb-05	23,61	17,12	5,86	1	11,60
may-05	27,17	19,70	2,73	1	6,23
ago-05	7,59	5,50	3,04	1	1,94
nov-05	18,45	13,38	6,09	1	9,42
feb-06	34,77	25,21	5,86	1	17,09
may-06	29,30	21,25	2,73	1	6,72
jul-06	14,92	10,82	2,25	1	2,82
nov-06	18,46	13,38	6,09	1	9,43
feb-07	30,08	21,81	5,86	1	14,78
may-07	23,64	17,14	2,73	1	5,42
ago-07	9,26	6,71	3,04	1	2,36
oct-07	13,58	9,85	5,27	1	6,01
feb-08	26,25	19,03	5,86	1	12,90
abr-08	27,46	19,91	3,97	1	9,15
ago-08	5,54	4,02	3,04	1	1,41
oct-08	8,68	6,29	5,27	1	3,84
feb-09	27,73	20,10	5,86	1	13,63
may-09	27,08	19,63	2,73	1	6,21
jul-09	11,87	8,61	2,25	1	2,24
oct-09	13,53	9,81	5,27	1	5,99
feb-10	30,31	21,98	5,86	1	14,90
may-10	26,61	19,29	2,73	1	6,10
jul-10	8,75	6,35	2,25	1	1,66

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	16,82	12,20	6,09	1	8,59
ene-11	21,43	15,54	6,44	1	11,58
abr-11	26,26	19,04	3,97	1	8,75
ago-11	6,64	4,81	3,04	1	1,69
nov-11	12,37	8,97	6,09	1	6,32
feb-12	45,33	32,87	5,86	1	22,28
may-12	45,20	32,77	2,73	1	10,37
ago-12	16,20	11,75	3,04	1	4,13
nov-12	15,20	11,02	6,09	1	7,77
feb-13	20,90	15,15	5,86	1	10,27
may-13	61,88	44,86	2,73	1	14,19
ago-13	25,10	18,20	3,04	1	6,40
nov-13	26,63	19,30	6,09	1	13,60
feb-14	42,31	30,67	5,86	1	20,79
may-14	33,80	24,50	2,73	1	7,75
ago-14	17,06	12,37	3,04	1	4,35
nov-14	26,70	19,36	6,09	1	13,63
ene-15	39,43	28,58	6,44	1	21,30
may-15	34,82	25,25	2,73	1	7,98
ago-15	22,44	16,27	3,04	1	5,72
nov-15	31,49	22,83	6,09	1	16,08
ene-16	35,52	25,75	6,44	1	19,19
may-16	29,31	21,25	2,73	1	6,72
ago-16	21,04	15,26	3,04	1	5,37
nov-16	23,43	16,99	6,09	1	11,97
feb-17	27,41	19,87	5,86	1	13,47
may-17	60,26	43,69	2,73	1	13,82
ago-17	43,77	31,73	3,04	1	11,16
nov-17	31,56	22,88	6,09	1	16,12
feb-18	33,07	23,98	5,86	1	16,25
may-18	34,81	25,24	2,73	1	7,98
jul-18	26,81	19,44	2,25	1	5,07
nov-18	25,81	18,71	6,09	1	13,18

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						3.750 – 3.850 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	27,36	19,83	5,68	1	13,04	may-94	9,98	7,23	2,66	1	2,23
abr-86	33,68	24,41	3,86	1	10,92	jul-94	4,78	3,47	2,20	1	0,88
ago-86	7,44	5,39	2,96	1	1,85	nov-94	18,30	13,27	5,90	1	9,07
nov-86	22,98	16,66	5,90	1	11,39	ene-95	26,70	19,36	6,24	1	13,99
ene-87	27,12	19,66	6,24	1	14,21	may-95	15,59	11,31	2,66	1	3,48
nov-87	18,38	13,32	5,90	1	9,10	ago-95	8,34	6,05	2,96	1	2,07
feb-88	26,55	19,25	5,68	1	12,66	oct-95	11,86	8,60	5,12	1	5,09
may-88	14,13	10,25	2,66	1	3,15	feb-96	23,20	16,82	5,68	1	11,06
ago-88	6,76	4,90	2,96	1	1,68	may-96	12,40	8,99	2,66	1	2,77
nov-88	10,94	7,93	5,90	1	5,42	jul-96	6,00	4,35	2,20	1	1,11
ene-89	19,33	14,01	6,24	1	10,13	nov-96	13,70	9,93	5,90	1	6,79
abr-89	22,22	16,11	3,86	1	7,20	ene-97	30,45	22,08	6,24	1	15,95
ago-89	4,68	3,39	2,96	1	1,16	may-97	20,90	15,16	2,66	1	4,66
oct-89	4,56	3,31	5,12	1	1,96	jul-97	7,45	5,40	2,20	1	1,37
feb-90	28,14	20,40	5,68	1	13,42	nov-97	20,49	14,85	5,90	1	10,15
abr-90	20,78	15,06	3,86	1	6,74	feb-98	32,46	23,53	5,68	1	15,47
jul-90	6,85	4,97	2,20	1	1,26	jun-98	12,01	8,70	2,02	1	2,03
nov-90	9,84	7,13	5,90	1	4,88	ago-98	8,02	5,82	2,96	1	1,99
feb-91	30,09	21,81	5,68	1	14,34	nov-98	16,48	11,95	5,90	1	8,16
may-91	15,92	11,54	2,66	1	3,55	ene-99	24,68	17,89	6,24	1	12,93
ago-91	1,83	1,33	2,96	1	0,46	may-99	13,14	9,53	2,66	1	2,93
nov-91	10,37	7,52	5,90	1	5,14	ago-99	4,59	3,32	2,96	1	1,14
ene-92	21,40	15,52	6,24	1	11,21	dic-99	16,17	11,73	6,34	1	8,60
abr-92	11,95	8,66	3,86	1	3,87	feb-00	18,74	13,58	5,68	1	8,93
ago-92	0,94	0,68	2,96	1	0,23	may-00	17,35	12,58	2,66	1	3,87
nov-92	13,28	9,63	5,90	1	6,58	jul-00	4,39	3,19	2,20	1	0,81
feb-93	25,51	18,50	5,68	1	12,16	nov-00	14,35	10,40	5,90	1	7,11
may-93	12,62	9,15	2,66	1	2,82	ene-01	26,26	19,04	6,24	1	13,76
ago-93	9,68	7,02	2,96	1	2,40	may-01	16,95	12,29	2,66	1	3,78
nov-93	15,38	11,15	5,90	1	7,62	ago-01	5,96	4,32	2,96	1	1,48
ene-94	23,38	16,95	6,24	1	12,25	nov-01	14,96	10,85	5,90	1	7,41

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	25,75	18,67	5,68	1	12,27
may-02	20,77	15,06	2,66	1	4,63
ago-02	4,27	3,09	2,96	1	1,06
oct-02	13,90	10,08	5,12	1	5,97
feb-03	29,46	21,36	5,68	1	14,05
may-03	20,13	14,60	2,66	1	4,49
ago-03	9,03	6,55	2,96	1	2,24
nov-03	11,03	7,99	5,90	1	5,46
feb-04	24,58	17,82	5,68	1	11,72
may-04	13,61	9,87	2,66	1	3,04
jul-04	5,47	3,96	2,20	1	1,01
nov-04	14,67	10,63	5,90	1	7,27
feb-05	15,52	11,25	5,68	1	7,40
may-05	21,45	15,55	2,66	1	4,79
ago-05	5,64	4,09	2,96	1	1,40
nov-05	10,41	7,55	5,90	1	5,16
feb-06	25,42	18,43	5,68	1	12,12
may-06	20,36	14,76	2,66	1	4,54
jul-06	9,19	6,66	2,20	1	1,70
nov-06	12,78	9,26	5,90	1	6,33
feb-07	24,40	17,69	5,68	1	11,63
may-07	17,56	12,73	2,66	1	3,92
ago-07	4,82	3,50	2,96	1	1,20
oct-07	6,04	4,38	5,12	1	2,60
feb-08	15,84	11,48	5,68	1	7,55
abr-08	18,34	13,30	3,86	1	5,95
ago-08	2,24	1,63	2,96	1	0,56
oct-08	4,25	3,08	5,12	1	1,83
feb-09	23,12	16,76	5,68	1	11,02
may-09	18,35	13,30	2,66	1	4,09
jul-09	7,80	5,66	2,20	1	1,44
oct-09	7,63	5,53	5,12	1	3,28
feb-10	27,65	20,05	5,68	1	13,18
may-10	20,91	15,16	2,66	1	4,67
jul-10	4,24	3,07	2,20	1	0,78

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	11,15	8,08	5,90	1	5,52
ene-11	20,40	14,79	6,24	1	10,69
abr-11	17,87	12,95	3,86	1	5,79
ago-11	7,19	5,21	2,96	1	1,78
nov-11	10,85	7,87	5,90	1	5,38
feb-12	20,25	14,68	5,68	1	9,65
may-12	32,31	23,42	2,66	1	7,21
ago-12	9,62	6,98	2,96	1	2,39
nov-12	15,95	11,57	5,90	1	7,90
feb-13	17,62	12,77	5,68	1	8,40
may-13	32,86	23,83	2,66	1	7,33
ago-13	20,77	15,06	2,96	1	5,16
nov-13	23,93	17,35	5,90	1	11,86
feb-14	40,08	29,06	5,68	1	19,11
may-14	26,45	19,17	2,66	1	5,90
ago-14	15,45	11,20	2,96	1	3,83
nov-14	25,40	18,42	5,90	1	12,59
ene-15	37,68	27,32	6,24	1	19,74
may-15	26,87	19,48	2,66	1	6,00
ago-15	18,04	13,08	2,96	1	4,48
nov-15	26,31	19,08	5,90	1	13,04
ene-16	31,69	22,98	6,24	1	16,60
may-16	24,27	17,59	2,66	1	5,41
ago-16	17,78	12,89	2,96	1	4,41
nov-16	20,96	15,19	5,90	1	10,38
feb-17	23,28	16,87	5,68	1	11,10
may-17	43,48	31,52	2,66	1	9,70
ago-17	28,07	20,35	2,96	1	6,97
nov-17	21,29	15,43	5,90	1	10,55
feb-18	24,57	17,82	5,68	1	11,71
may-18	31,32	22,71	2,66	1	6,99
jul-18	20,36	14,76	2,20	1	3,76
nov-18	22,59	16,38	5,90	1	11,19

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						3.850 – 3.950 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	20,20	14,65	5,51	1	9,33	may-94	11,91	8,64	2,59	1	2,59
abr-86	30,75	22,29	3,76	1	9,69	jul-94	7,06	5,12	2,14	1	1,27
ago-86	4,04	2,93	2,88	1	0,97	nov-94	13,37	9,70	5,72	1	6,42
nov-86	17,38	12,60	5,72	1	8,34	ene-95	21,01	15,23	6,05	1	10,66
ene-87	26,73	19,38	6,05	1	13,57	may-95	17,49	12,68	2,59	1	3,80
nov-87	14,20	10,30	5,72	1	6,82	ago-95	5,55	4,03	2,88	1	1,34
feb-88	24,32	17,63	5,51	1	11,23	oct-95	10,10	7,32	4,96	1	4,20
may-88	12,50	9,06	2,59	1	2,71	feb-96	22,43	16,26	5,51	1	10,36
ago-88	3,29	2,38	2,88	1	0,79	may-96	12,20	8,85	2,59	1	2,65
nov-88	6,17	4,47	5,72	1	2,96	jul-96	6,88	4,99	2,14	1	1,24
ene-89	12,05	8,73	6,05	1	6,11	nov-96	12,07	8,75	5,72	1	5,79
abr-89	22,50	16,31	3,76	1	7,09	ene-97	24,75	17,94	6,05	1	12,56
ago-89	4,49	3,26	2,88	1	1,09	may-97	22,63	16,41	2,59	1	4,91
oct-89	4,26	3,09	4,96	1	1,77	jul-97	9,19	6,66	2,14	1	1,65
feb-90	22,62	16,40	5,51	1	10,45	nov-97	14,71	10,66	5,72	1	7,06
abr-90	16,13	11,69	3,76	1	5,08	feb-98	27,58	19,99	5,51	1	12,74
jul-90	11,89	8,62	2,14	1	2,14	jun-98	13,48	9,77	1,97	1	2,23
nov-90	8,06	5,84	5,72	1	3,87	ago-98	8,44	6,12	2,88	1	2,04
feb-91	30,58	22,17	5,51	1	14,13	nov-98	11,07	8,03	5,72	1	5,32
may-91	14,97	10,86	2,59	1	3,25	ene-99	19,73	14,31	6,05	1	10,02
ago-91	1,01	0,73	2,88	1	0,24	may-99	14,97	10,85	2,59	1	3,25
nov-91	6,58	4,77	5,72	1	3,16	ago-99	6,86	4,97	2,88	1	1,66
ene-92	14,99	10,87	6,05	1	7,61	dic-99	17,05	12,36	6,14	1	8,78
abr-92	10,87	7,88	3,76	1	3,43	feb-00	16,40	11,89	5,51	1	7,58
ago-92	0,59	0,43	2,88	1	0,14	may-00	18,39	13,34	2,59	1	3,99
nov-92	11,39	8,26	5,72	1	5,47	jul-00	5,50	3,99	2,14	1	0,99
feb-93	22,05	15,98	5,51	1	10,18	nov-00	13,19	9,56	5,72	1	6,33
may-93	13,15	9,53	2,59	1	2,85	ene-01	26,47	19,19	6,05	1	13,43
ago-93	9,70	7,03	2,88	1	2,34	may-01	13,35	9,68	2,59	1	2,90
nov-93	13,18	9,55	5,72	1	6,33	ago-01	5,44	3,94	2,88	1	1,31
ene-94	18,80	13,63	6,05	1	9,54	nov-01	13,26	9,61	5,72	1	6,37

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	25,21	18,28	5,51	1	11,65
may-02	22,42	16,25	2,59	1	4,86
ago-02	6,60	4,79	2,88	1	1,59
oct-02	16,13	11,69	4,96	1	6,71
feb-03	26,71	19,36	5,51	1	12,34
may-03	21,07	15,28	2,59	1	4,57
ago-03	11,99	8,69	2,88	1	2,90
nov-03	13,37	9,69	5,72	1	6,42
feb-04	26,01	18,86	5,51	1	12,02
may-04	18,59	13,48	2,59	1	4,04
jul-04	8,70	6,30	2,14	1	1,56
nov-04	15,54	11,26	5,72	1	7,46
feb-05	16,22	11,76	5,51	1	7,49
may-05	22,59	16,38	2,59	1	4,90
ago-05	3,53	2,56	2,88	1	0,85
nov-05	9,78	7,09	5,72	1	4,70
feb-06	28,34	20,55	5,51	1	13,09
may-06	25,95	18,82	2,59	1	5,63
jul-06	9,55	6,93	2,14	1	1,72
nov-06	13,16	9,54	5,72	1	6,32
feb-07	20,74	15,04	5,51	1	9,58
may-07	19,31	14,00	2,59	1	4,19
ago-07	6,39	4,63	2,88	1	1,54
oct-07	6,94	5,03	4,96	1	2,89
feb-08	18,91	13,71	5,51	1	8,74
abr-08	20,33	14,74	3,76	1	6,41
ago-08	4,30	3,12	2,88	1	1,04
oct-08	5,94	4,31	4,96	1	2,47
feb-09	19,66	14,26	5,51	1	9,08
may-09	19,05	13,81	2,59	1	4,13
jul-09	6,24	4,52	2,14	1	1,12
oct-09	6,38	4,63	4,96	1	2,66
feb-10	21,11	15,30	5,51	1	9,75
may-10	20,56	14,91	2,59	1	4,46
jul-10	4,22	3,06	2,14	1	0,76

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	10,26	7,44	5,72	1	4,93
ene-11	16,99	12,32	6,05	1	8,63
abr-11	21,66	15,70	3,76	1	6,83
ago-11	6,08	4,41	2,88	1	1,47
nov-11	9,53	6,91	5,72	1	4,58
feb-12	65,43	47,44	5,51	1	30,23
may-12	63,66	46,16	2,59	1	13,82
ago-12	17,96	13,02	2,88	1	4,34
nov-12	21,52	15,60	5,72	1	10,33
feb-13	12,28	8,90	5,51	1	5,67
may-13	81,90	59,37	2,59	1	17,77
ago-13	20,80	15,08	2,88	1	5,02
nov-13	20,95	15,19	5,72	1	10,06
feb-14	42,06	30,49	5,51	1	19,43
may-14	34,36	24,91	2,59	1	7,46
ago-14	17,45	12,65	2,88	1	4,21
nov-14	23,08	16,73	5,72	1	11,08
ene-15	33,08	23,98	6,05	1	16,79
may-15	41,03	29,75	2,59	1	8,90
ago-15	23,54	17,07	2,88	1	5,68
nov-15	27,58	20,00	5,72	1	13,24
ene-16	35,97	26,08	6,05	1	18,26
may-16	34,78	25,22	2,59	1	7,55
ago-16	21,07	15,28	2,88	1	5,09
nov-16	20,55	14,90	5,72	1	9,87
feb-17	27,20	19,72	5,51	1	12,56
may-17	80,90	58,65	2,59	1	17,56
ago-17	32,32	23,44	2,88	1	7,80
nov-17	44,60	32,33	5,72	1	21,41
feb-18	30,95	22,44	5,51	1	14,30
may-18	46,47	33,69	2,59	1	10,08
jul-18	24,82	18,00	2,14	1	4,46
nov-18	20,89	15,15	5,72	1	10,03

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						3.950 – 4.050 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	42,20	30,60	5,33	1	18,87	may-94	25,70	18,64	2,51	1	5,42
abr-86	46,49	33,71	3,65	1	14,24	jul-94	15,10	10,94	2,09	1	2,64
ago-86	5,72	4,15	2,80	1	1,34	nov-94	24,61	17,84	5,54	1	11,44
nov-86	31,48	22,82	5,54	1	14,63	ene-95	38,38	27,82	5,85	1	18,85
ene-87	47,90	34,73	5,85	1	23,53	may-95	31,76	23,02	2,51	1	6,70
nov-87	28,85	20,92	5,54	1	13,41	ago-95	14,59	10,58	2,80	1	3,42
feb-88	40,07	29,05	5,33	1	17,92	oct-95	18,05	13,08	4,81	1	7,28
may-88	28,66	20,78	2,51	1	6,04	feb-96	39,63	28,73	5,33	1	17,72
ago-88	11,08	8,03	2,80	1	2,60	may-96	23,26	16,86	2,51	1	4,90
nov-88	17,58	12,75	5,54	1	8,17	jul-96	12,42	9,00	2,09	1	2,18
ene-89	31,15	22,59	5,85	1	15,30	nov-96	24,62	17,85	5,54	1	11,45
abr-89	43,22	31,33	3,65	1	13,23	ene-97	43,69	31,68	5,85	1	21,46
ago-89	14,73	10,68	2,80	1	3,46	may-97	42,11	30,53	2,51	1	8,88
oct-89	16,75	12,14	4,81	1	6,75	jul-97	18,67	13,54	2,09	1	3,27
feb-90	42,55	30,85	5,33	1	19,03	nov-97	29,93	21,70	5,54	1	13,91
abr-90	35,78	25,94	3,65	1	10,96	feb-98	48,48	35,14	5,33	1	21,68
jul-90	26,72	19,37	2,09	1	4,68	jun-98	23,58	17,10	1,91	1	3,79
nov-90	24,73	17,93	5,54	1	11,50	ago-98	14,15	10,26	2,80	1	3,32
feb-91	53,46	38,76	5,33	1	23,91	nov-98	26,08	18,91	5,54	1	12,12
may-91	35,83	25,98	2,51	1	7,56	ene-99	35,41	25,67	5,85	1	17,39
ago-91	9,41	6,82	2,80	1	2,21	may-99	27,95	20,26	2,51	1	5,89
nov-91	23,93	17,35	5,54	1	11,13	ago-99	12,24	8,88	2,80	1	2,87
ene-92	35,52	25,75	5,85	1	17,45	dic-99	31,18	22,61	5,93	1	15,53
abr-92	26,23	19,01	3,65	1	8,03	feb-00	32,99	23,91	5,33	1	14,75
ago-92	6,42	4,65	2,80	1	1,51	may-00	31,63	22,93	2,51	1	6,67
nov-92	26,29	19,06	5,54	1	12,22	jul-00	8,95	6,49	2,09	1	1,57
feb-93	44,79	32,48	5,33	1	20,03	nov-00	22,02	15,96	5,54	1	10,23
may-93	25,28	18,33	2,51	1	5,33	ene-01	42,79	31,02	5,85	1	21,02
ago-93	15,19	11,01	2,80	1	3,56	may-01	20,67	14,99	2,51	1	4,36
nov-93	21,83	15,83	5,54	1	10,15	ago-01	9,28	6,73	2,80	1	2,18
ene-94	34,92	25,31	5,85	1	17,15	nov-01	22,71	16,47	5,54	1	10,56

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	37,38	27,10	5,33	1	16,72
may-02	35,41	25,67	2,51	1	7,47
ago-02	11,21	8,13	2,80	1	2,63
oct-02	28,64	20,76	4,81	1	11,55
feb-03	45,97	33,33	5,33	1	20,56
may-03	33,75	24,47	2,51	1	7,12
ago-03	14,90	10,80	2,80	1	3,50
nov-03	22,32	16,18	5,54	1	10,38
feb-04	43,14	31,27	5,33	1	19,29
may-04	31,45	22,80	2,51	1	6,63
jul-04	14,53	10,53	2,09	1	2,54
nov-04	25,37	18,39	5,54	1	11,79
feb-05	33,37	24,19	5,33	1	14,92
may-05	39,74	28,81	2,51	1	8,38
ago-05	10,35	7,51	2,80	1	2,43
nov-05	18,53	13,44	5,54	1	8,62
feb-06	53,15	38,54	5,33	1	23,77
may-06	46,72	33,87	2,51	1	9,85
jul-06	19,37	14,04	2,09	1	3,39
nov-06	24,55	17,80	5,54	1	11,41
feb-07	38,83	28,15	5,33	1	17,36
may-07	34,17	24,77	2,51	1	7,20
ago-07	10,28	7,45	2,80	1	2,41
oct-07	11,44	8,29	4,81	1	4,61
feb-08	38,90	28,20	5,33	1	17,40
abr-08	37,57	27,24	3,65	1	11,50
ago-08	8,21	5,95	2,80	1	1,93
oct-08	9,38	6,80	4,81	1	3,78
feb-09	39,16	28,39	5,33	1	17,51
may-09	36,97	26,80	2,51	1	7,80
jul-09	5,83	4,23	2,09	1	1,02
oct-09	10,89	7,89	4,81	1	4,39
feb-10	41,65	30,19	5,33	1	18,62
may-10	36,32	26,34	2,51	1	7,66
jul-10	7,03	5,10	2,09	1	1,23

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	19,74	14,31	5,54	1	9,17
ene-11	32,19	23,34	5,85	1	15,81
abr-11	42,53	30,84	3,65	1	13,02
ago-11	9,57	6,94	2,80	1	2,24
nov-11	18,45	13,37	5,54	1	8,57
feb-12	44,62	32,35	5,33	1	19,95
may-12	36,84	26,71	2,51	1	7,77
ago-12	23,47	17,02	2,80	1	5,51
nov-12	24,92	18,07	5,54	1	11,58
feb-13	30,83	22,35	5,33	1	13,79
may-13	68,58	49,72	2,51	1	14,46
ago-13	27,32	19,81	2,80	1	6,41
nov-13	35,97	26,08	5,54	1	16,72
feb-14	64,54	46,80	5,33	1	28,86
may-14	53,28	38,63	2,51	1	11,24
ago-14	25,64	18,59	2,80	1	6,02
nov-14	41,13	29,82	5,54	1	19,12
ene-15	57,62	41,78	5,85	1	28,30
may-15	61,82	44,82	2,51	1	13,04
ago-15	34,91	25,31	2,80	1	8,19
nov-15	45,85	33,24	5,54	1	21,31
ene-16	58,25	42,23	5,85	1	28,61
may-16	54,77	39,71	2,51	1	11,55
ago-16	33,89	24,57	2,80	1	7,95
nov-16	38,60	27,99	5,54	1	17,94
feb-17	50,36	36,51	5,33	1	22,52
may-17	89,24	64,70	2,51	1	18,82
ago-17	42,94	31,13	2,80	1	10,08
nov-17	54,21	39,30	5,54	1	25,20
feb-18	53,88	39,06	5,33	1	24,10
may-18	60,69	44,00	2,51	1	12,80
jul-18	49,27	35,72	2,09	1	8,63
nov-18	36,99	26,82	5,54	1	17,20

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						4.050 – 4.150 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	78,95	57,24	5,15	1	34,14	may-94	67,50	48,94	2,44	1	13,82
abr-86	86,91	63,01	3,54	1	25,83	jul-94	45,28	32,83	2,03	1	7,72
ago-86	33,44	24,25	2,72	1	7,62	nov-94	68,55	49,70	5,36	1	30,82
nov-86	69,61	50,47	5,36	1	31,29	ene-95	81,71	59,24	5,66	1	38,80
ene-87	82,68	59,95	5,66	1	39,26	may-95	76,86	55,72	2,44	1	15,73
nov-87	61,69	44,73	5,36	1	27,73	ago-95	51,99	37,69	2,72	1	11,85
feb-88	76,11	55,18	5,15	1	32,91	oct-95	59,13	42,87	4,65	1	23,07
may-88	64,21	46,55	2,44	1	13,15	feb-96	84,19	61,04	5,15	1	36,41
ago-88	34,92	25,32	2,72	1	7,96	may-96	65,91	47,79	2,44	1	13,49
nov-88	48,91	35,46	5,36	1	21,99	jul-96	46,57	33,76	2,03	1	7,94
ene-89	66,59	48,27	5,66	1	31,62	nov-96	58,09	42,11	5,36	1	26,11
abr-89	77,52	56,20	3,54	1	23,04	ene-97	85,53	62,01	5,66	1	40,61
ago-89	40,65	29,47	2,72	1	9,27	may-97	81,58	59,15	2,44	1	16,70
oct-89	41,98	30,44	4,65	1	16,38	jul-97	56,47	40,94	2,03	1	9,63
feb-90	77,91	56,48	5,15	1	33,69	nov-97	72,82	52,79	5,36	1	32,74
abr-90	69,15	50,13	3,54	1	20,55	feb-98	90,74	65,79	5,15	1	39,24
jul-90	54,25	39,33	2,03	1	9,25	jun-98	62,76	45,50	1,86	1	9,81
nov-90	55,60	40,31	5,36	1	24,99	ago-98	47,73	34,60	2,72	1	10,88
feb-91	88,46	64,13	5,15	1	38,25	nov-98	66,26	48,04	5,36	1	29,79
may-91	68,71	49,81	2,44	1	14,07	ene-99	77,38	56,10	5,66	1	36,75
ago-91	27,70	20,08	2,72	1	6,31	may-99	67,72	49,10	2,44	1	13,86
nov-91	53,64	38,89	5,36	1	24,12	ago-99	45,15	32,73	2,72	1	10,29
ene-92	69,59	50,45	5,66	1	33,05	dic-99	68,88	49,94	5,73	1	33,12
abr-92	45,72	33,15	3,54	1	13,59	feb-00	76,65	55,57	5,15	1	33,15
ago-92	21,46	15,56	2,72	1	4,89	may-00	69,11	50,10	2,44	1	14,15
nov-92	57,43	41,64	5,36	1	25,82	jul-00	37,54	27,22	2,03	1	6,40
feb-93	79,76	57,83	5,15	1	34,49	nov-00	59,37	43,04	5,36	1	26,69
may-93	65,84	47,73	2,44	1	13,48	ene-01	76,86	55,73	5,66	1	36,50
ago-93	48,50	35,16	2,72	1	11,05	may-01	70,19	50,88	2,44	1	14,37
nov-93	64,51	46,77	5,36	1	29,00	ago-01	38,29	27,76	2,72	1	8,73
ene-94	79,60	57,71	5,66	1	37,80	nov-01	58,96	42,75	5,36	1	26,51

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	72,31	52,42	5,15	1	31,27
may-02	76,96	55,80	2,44	1	15,76
ago-02	46,65	33,82	2,72	1	10,63
oct-02	64,02	46,41	4,65	1	24,98
feb-03	81,33	58,96	5,15	1	35,17
may-03	76,12	55,19	2,44	1	15,58
ago-03	44,23	32,07	2,72	1	10,08
nov-03	56,34	40,84	5,36	1	25,33
feb-04	76,46	55,44	5,15	1	33,07
may-04	66,64	48,31	2,44	1	13,64
jul-04	40,01	29,00	2,03	1	6,82
nov-04	60,43	43,81	5,36	1	27,17
feb-05	65,15	47,23	5,15	1	28,17
may-05	77,60	56,26	2,44	1	15,89
ago-05	39,31	28,50	2,72	1	8,96
nov-05	55,43	40,19	5,36	1	24,92
feb-06	80,73	58,53	5,15	1	34,91
may-06	79,27	57,47	2,44	1	16,23
jul-06	50,16	36,37	2,03	1	8,55
nov-06	62,06	44,99	5,36	1	27,90
feb-07	58,76	42,60	5,15	1	25,41
may-07	67,85	49,19	2,44	1	13,89
ago-07	37,66	27,30	2,72	1	8,58
oct-07	44,16	32,01	4,65	1	17,23
feb-08	72,59	52,63	5,15	1	31,39
abr-08	73,57	53,34	3,54	1	21,87
ago-08	33,23	24,09	2,72	1	7,57
oct-08	38,76	28,10	4,65	1	15,12
feb-09	75,96	55,07	5,15	1	32,85
may-09	71,67	51,96	2,44	1	14,67
jul-09	28,60	20,74	2,03	1	4,88
oct-09	43,31	31,40	4,65	1	16,90
feb-10	77,92	56,49	5,15	1	33,70
may-10	72,68	52,69	2,44	1	14,88
jul-10	22,18	16,08	2,03	1	3,78

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	50,20	36,39	5,36	1	22,57
ene-11	66,65	48,32	5,66	1	31,65
abr-11	74,36	53,91	3,54	1	22,10
ago-11	34,01	24,66	2,72	1	7,75
nov-11	54,51	39,52	5,36	1	24,51
feb-12	103,91	75,34	5,15	1	44,94
may-12	58,17	42,17	2,44	1	11,91
ago-12	34,82	25,25	2,72	1	7,94
nov-12	61,22	44,38	5,36	1	27,52
feb-13	65,35	47,38	5,15	1	28,26
may-13	103,69	75,18	2,44	1	21,23
ago-13	71,94	52,15	2,72	1	16,40
nov-13	77,04	55,85	5,36	1	34,63
feb-14	118,18	85,68	5,15	1	51,11
may-14	102,62	74,40	2,44	1	21,01
ago-14	72,68	52,69	2,72	1	16,57
nov-14	84,14	61,00	5,36	1	37,82
ene-15	109,26	79,21	5,66	1	51,88
may-15	116,27	84,29	2,44	1	23,80
ago-15	78,00	56,55	2,72	1	17,78
nov-15	85,72	62,15	5,36	1	38,53
ene-16	105,15	76,23	5,66	1	49,93
may-16	102,46	74,29	2,44	1	20,98
ago-16	76,05	55,14	2,72	1	17,33
nov-16	79,25	57,45	5,36	1	35,63
feb-17	95,40	69,16	5,15	1	41,25
may-17	151,44	109,79	2,44	1	31,00
ago-17	97,00	70,33	2,72	1	22,11
nov-17	81,70	59,23	5,36	1	36,73
feb-18	81,72	59,25	5,15	1	35,34
may-18	85,84	62,24	2,44	1	17,57
jul-18	72,72	52,72	2,03	1	12,40
nov-18	62,78	45,51	5,36	1	28,22

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						4.150 – 4.250 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	49,46	35,86	4,98	1	20,66	may-94	23,95	17,36	2,37	1	4,76
abr-86	55,94	40,56	3,44	1	16,12	jul-94	10,32	7,48	1,98	1	1,71
ago-86	2,10	1,52	2,64	1	0,46	nov-94	28,43	20,62	5,18	1	12,35
nov-86	27,76	20,13	5,18	1	12,06	ene-95	46,87	33,98	5,46	1	21,49
ene-87	51,25	37,15	5,46	1	23,50	may-95	26,03	18,87	2,37	1	5,17
nov-87	23,06	16,72	5,18	1	10,02	ago-95	8,49	6,16	2,64	1	1,88
feb-88	46,31	33,57	4,98	1	19,34	oct-95	16,11	11,68	4,49	1	6,07
may-88	23,90	17,33	2,37	1	4,75	feb-96	47,76	34,63	4,98	1	19,95
ago-88	6,31	4,58	2,64	1	1,40	may-96	19,05	13,81	2,37	1	3,78
nov-88	12,23	8,87	5,18	1	5,31	jul-96	6,62	4,80	1,98	1	1,10
ene-89	37,44	27,15	5,46	1	17,17	nov-96	18,02	13,06	5,18	1	7,83
abr-89	37,51	27,19	3,44	1	10,81	ene-97	46,53	33,74	5,46	1	21,33
ago-89	6,66	4,83	2,64	1	1,47	may-97	35,51	25,75	2,37	1	7,05
oct-89	7,91	5,74	4,49	1	2,98	jul-97	10,85	7,86	1,98	1	1,80
feb-90	52,53	38,08	4,98	1	21,94	nov-97	28,19	20,44	5,18	1	12,24
abr-90	34,93	25,32	3,44	1	10,07	feb-98	54,39	39,44	4,98	1	22,72
jul-90	14,86	10,77	1,98	1	2,46	jun-98	20,85	15,12	1,81	1	3,17
nov-90	17,14	12,43	5,18	1	7,44	ago-98	9,84	7,13	2,64	1	2,18
feb-91	52,96	38,40	4,98	1	22,12	nov-98	27,57	19,99	5,18	1	11,97
may-91	30,26	21,94	2,37	1	6,01	ene-99	38,58	27,97	5,46	1	17,69
ago-91	4,93	3,58	2,64	1	1,09	may-99	22,41	16,24	2,37	1	4,45
nov-91	17,08	12,39	5,18	1	7,42	ago-99	6,83	4,95	2,64	1	1,51
ene-92	36,53	26,49	5,46	1	16,75	dic-99	29,40	21,31	5,53	1	13,63
abr-92	20,11	14,58	3,44	1	5,80	feb-00	42,03	30,47	4,98	1	17,55
ago-92	1,76	1,28	2,64	1	0,39	may-00	22,88	16,59	2,37	1	4,54
nov-92	18,83	13,65	5,18	1	8,18	jul-00	4,40	3,19	1,98	1	0,73
feb-93	42,54	30,84	4,98	1	17,77	nov-00	16,68	12,10	5,18	1	7,24
may-93	23,22	16,84	2,37	1	4,61	ene-01	35,22	25,54	5,46	1	16,15
ago-93	9,37	6,79	2,64	1	2,07	may-01	27,49	19,93	2,37	1	5,46
nov-93	26,01	18,86	5,18	1	11,29	ago-01	4,92	3,57	2,64	1	1,09
ene-94	52,03	37,72	5,46	1	23,85	nov-01	16,83	12,20	5,18	1	7,31

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	35,61	25,82	4,98	1	14,87
may-02	31,35	22,73	2,37	1	6,22
ago-02	5,87	4,26	2,64	1	1,30
oct-02	18,69	13,55	4,49	1	7,05
feb-03	42,88	31,09	4,98	1	17,91
may-03	24,67	17,89	2,37	1	4,90
ago-03	8,09	5,86	2,64	1	1,79
nov-03	16,50	11,96	5,18	1	7,16
feb-04	43,47	31,51	4,98	1	18,16
may-04	24,47	17,74	2,37	1	4,86
jul-04	4,57	3,31	1,98	1	0,76
nov-04	22,12	16,04	5,18	1	9,60
feb-05	29,72	21,55	4,98	1	12,41
may-05	33,23	24,09	2,37	1	6,60
ago-05	3,68	2,67	2,64	1	0,81
nov-05	13,92	10,09	5,18	1	6,04
feb-06	48,29	35,01	4,98	1	20,17
may-06	36,14	26,20	2,37	1	7,18
jul-06	8,86	6,42	1,98	1	1,47
nov-06	18,70	13,56	5,18	1	8,12
feb-07	29,41	21,32	4,98	1	12,28
may-07	27,01	19,58	2,37	1	5,36
ago-07	4,52	3,28	2,64	1	1,00
oct-07	6,73	4,88	4,49	1	2,54
feb-08	33,77	24,48	4,98	1	14,10
abr-08	30,66	22,23	3,44	1	8,84
ago-08	2,39	1,73	2,64	1	0,53
oct-08	4,33	3,14	4,49	1	1,63
feb-09	38,17	27,67	4,98	1	15,94
may-09	28,76	20,85	2,37	1	5,71
jul-09	1,87	1,35	1,98	1	0,31
oct-09	6,17	4,47	4,49	1	2,33
feb-10	40,02	29,01	4,98	1	16,72
may-10	24,68	17,89	2,37	1	4,90
jul-10	1,67	1,21	1,98	1	0,28

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	12,49	9,06	5,18	1	5,43
ene-11	28,73	20,83	5,46	1	13,17
abr-11	35,43	25,69	3,44	1	10,21
ago-11	4,31	3,12	2,64	1	0,95
nov-11	14,14	10,25	5,18	1	6,14
feb-12	42,60	30,88	4,98	1	17,79
may-12	27,96	20,27	2,37	1	5,55
ago-12	4,14	3,00	2,64	1	0,92
nov-12	20,75	15,04	5,18	1	9,01
feb-13	35,09	25,44	4,98	1	14,66
may-13	49,12	35,61	2,37	1	9,75
ago-13	22,80	16,53	2,64	1	5,04
nov-13	28,91	20,96	5,18	1	12,55
feb-14	72,30	52,42	4,98	1	30,20
may-14	53,10	38,49	2,37	1	10,54
ago-14	23,27	16,87	2,64	1	5,15
nov-14	35,36	25,64	5,18	1	15,36
ene-15	65,08	47,18	5,46	1	29,84
may-15	60,59	43,93	2,37	1	12,03
ago-15	27,42	19,88	2,64	1	6,06
nov-15	43,28	31,38	5,18	1	18,80
ene-16	66,01	47,86	5,46	1	30,26
may-16	57,90	41,98	2,37	1	11,50
ago-16	25,50	18,49	2,64	1	5,64
nov-16	35,65	25,84	5,18	1	15,48
feb-17	57,94	42,01	4,98	1	24,20
may-17	82,06	59,49	2,37	1	16,29
ago-17	30,17	21,87	2,64	1	6,67
nov-17	32,53	23,58	5,18	1	14,13
feb-18	49,07	35,58	4,98	1	20,50
may-18	37,44	27,14	2,37	1	7,43
jul-18	37,19	26,96	1,98	1	6,17
nov-18	42,57	30,87	5,18	1	18,49

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						4.250 – 4.350 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	183,19	132,81	4,80	1	73,81	may-94	91,13	66,07	2,29	1	17,54
abr-86	162,15	117,56	3,33	1	45,28	jul-94	24,17	17,52	1,92	1	3,90
ago-86	0,98	0,71	2,55	1	0,21	nov-94	111,77	81,03	4,99	1	46,83
nov-86	109,88	79,66	4,99	1	46,04	ene-95	169,91	123,18	5,27	1	75,12
ene-87	172,09	124,76	5,27	1	76,08	may-95	90,15	65,36	2,29	1	17,35
nov-87	89,39	64,81	4,99	1	37,45	ago-95	28,77	20,86	2,55	1	6,17
feb-88	165,38	119,90	4,80	1	66,64	oct-95	73,60	53,36	4,34	1	26,79
may-88	86,38	62,63	2,29	1	16,62	feb-96	171,09	124,04	4,80	1	68,94
ago-88	27,61	20,02	2,55	1	5,92	may-96	82,79	60,02	2,29	1	15,93
nov-88	59,56	43,18	4,99	1	24,95	jul-96	20,98	15,21	1,92	1	3,38
ene-89	143,73	104,21	5,27	1	63,55	nov-96	102,87	74,58	4,99	1	43,10
abr-89	120,83	87,60	3,33	1	33,74	ene-97	189,91	137,68	5,27	1	83,96
ago-89	27,00	19,58	2,55	1	5,79	may-97	130,28	94,45	2,29	1	25,07
oct-89	31,54	22,87	4,34	1	11,48	jul-97	51,22	37,13	1,92	1	8,26
feb-90	170,55	123,65	4,80	1	68,72	nov-97	118,49	85,90	4,99	1	49,64
abr-90	111,49	80,83	3,33	1	31,13	feb-98	200,86	145,62	4,80	1	80,93
jul-90	14,46	10,49	1,92	1	2,33	jun-98	87,23	63,24	1,76	1	12,87
nov-90	72,73	52,73	4,99	1	30,47	ago-98	46,63	33,80	2,55	1	10,00
feb-91	168,50	122,16	4,80	1	67,89	nov-98	120,72	87,52	4,99	1	50,58
may-91	99,95	72,46	2,29	1	19,23	ene-99	163,10	118,25	5,27	1	72,11
ago-91	8,90	6,45	2,55	1	1,91	may-99	104,78	75,96	2,29	1	20,16
nov-91	76,23	55,27	4,99	1	31,94	ago-99	46,44	33,67	2,55	1	9,96
ene-92	155,34	112,62	5,27	1	68,68	dic-99	126,95	92,04	5,32	1	56,71
abr-92	97,19	70,46	3,33	1	27,14	feb-00	177,22	128,48	4,80	1	71,41
ago-92	10,56	7,65	2,55	1	2,26	may-00	101,43	73,54	2,29	1	19,52
nov-92	91,56	66,38	4,99	1	38,36	jul-00	7,77	5,63	1,92	1	1,25
feb-93	167,20	121,22	4,80	1	67,37	nov-00	87,24	63,25	4,99	1	36,55
may-93	84,27	61,09	2,29	1	16,22	ene-01	174,78	126,72	5,27	1	77,27
ago-93	33,98	24,64	2,55	1	7,29	may-01	96,51	69,97	2,29	1	18,57
nov-93	103,79	75,25	4,99	1	43,49	ago-01	25,79	18,70	2,55	1	5,53
ene-94	176,84	128,21	5,27	1	78,18	nov-01	105,94	76,81	4,99	1	44,39

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-02	178,45	129,38	4,80	1	71,90
may-02	135,22	98,03	2,29	1	26,02
ago-02	15,20	11,02	2,55	1	3,26
oct-02	112,68	81,69	4,34	1	41,01
feb-03	195,14	141,48	4,80	1	78,63
may-03	129,07	93,57	2,29	1	24,84
ago-03	52,80	38,28	2,55	1	11,32
nov-03	111,27	80,67	4,99	1	46,62
feb-04	205,06	148,67	4,80	1	82,63
may-04	121,37	87,99	2,29	1	23,35
jul-04	38,76	28,10	1,92	1	6,25
nov-04	134,75	97,70	4,99	1	56,46
feb-05	186,55	135,25	4,80	1	75,17
may-05	140,93	102,17	2,29	1	27,12
ago-05	52,10	37,78	2,55	1	11,17
nov-05	99,74	72,31	4,99	1	41,79
feb-06	202,81	147,04	4,80	1	81,72
may-06	155,98	113,09	2,29	1	30,02
jul-06	71,15	51,58	1,92	1	11,47
nov-06	125,94	91,31	4,99	1	52,77
feb-07	61,68	44,72	4,80	1	24,85
may-07	137,50	99,69	2,29	1	26,46
ago-07	55,78	40,44	2,55	1	11,96
oct-07	69,49	50,38	4,34	1	25,29
feb-08	192,89	139,84	4,80	1	77,72
abr-08	168,09	121,86	3,33	1	46,94
ago-08	22,78	16,52	2,55	1	4,88
oct-08	35,91	26,04	4,34	1	13,07
feb-09	189,72	137,55	4,80	1	76,44
may-09	150,51	109,12	2,29	1	28,96
jul-09	11,07	8,03	1,92	1	1,78
oct-09	37,09	26,89	4,34	1	13,50
feb-10	195,55	141,77	4,80	1	78,79
may-10	134,53	97,53	2,29	1	25,89
jul-10	5,44	3,95	1,92	1	0,88

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-10	53,29	38,64	4,99	1	22,33
ene-11	127,71	92,59	5,27	1	56,46
abr-11	148,70	107,81	3,33	1	41,53
ago-11	22,99	16,67	2,55	1	4,93
nov-11	57,61	41,77	4,99	1	24,14
feb-12	183,76	133,23	4,80	1	74,05
may-12	115,69	83,88	2,29	1	22,26
ago-12	33,03	23,94	2,55	1	7,08
nov-12	122,80	89,03	4,99	1	51,45
feb-13	185,08	134,18	4,80	1	74,58
may-13	149,78	108,59	2,29	1	28,82
ago-13	81,18	58,86	2,55	1	17,40
nov-13	116,34	84,35	4,99	1	48,74
feb-14	224,27	162,60	4,80	1	90,37
may-14	142,54	103,34	2,29	1	27,43
ago-14	73,81	53,51	2,55	1	15,82
nov-14	134,64	97,62	4,99	1	56,41
ene-15	218,64	158,51	5,27	1	96,66
may-15	156,88	113,74	2,29	1	30,19
ago-15	79,94	57,95	2,55	1	17,14
nov-15	138,97	100,75	4,99	1	58,22
ene-16	196,36	142,36	5,27	1	86,82
may-16	149,88	108,66	2,29	1	28,84
ago-16	72,15	52,31	2,55	1	15,47
nov-16	128,98	93,51	4,99	1	54,04
feb-17	211,27	153,17	4,80	1	85,13
may-17	164,67	119,39	2,29	1	31,69
ago-17	48,79	35,37	2,55	1	10,46
nov-17	123,17	89,30	4,99	1	51,61
feb-18	208,29	151,01	4,80	1	83,93
may-18	133,93	97,10	2,29	1	25,77
jul-18	64,73	46,93	1,92	1	10,43
nov-18	123,83	89,77	4,99	1	51,88

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						4.350 – 4.450 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	105,58	76,55	4,63	1	40,99	jul-94	23,88	17,31	1,87	1	3,74
abr-86	97,33	70,57	3,22	1	26,31	nov-94	72,69	52,70	4,81	1	29,35
nov-86	76,43	55,41	4,81	1	30,85	ene-95	96,49	69,96	5,07	1	41,08
ene-87	101,88	73,86	5,07	1	43,37	may-95	64,44	46,72	2,22	1	12,00
nov-87	69,14	50,12	4,81	1	27,91	ago-95	20,69	15,00	2,47	1	4,30
feb-88	102,61	74,39	4,63	1	39,83	oct-95	49,41	35,82	4,18	1	17,34
may-88	67,17	48,70	2,22	1	12,51	feb-96	96,59	70,03	4,63	1	37,49
ago-88	28,23	20,47	2,47	1	5,86	may-96	56,71	41,11	2,22	1	10,56
nov-88	54,07	39,20	4,81	1	21,83	jul-96	19,10	13,85	1,87	1	2,99
ene-89	89,79	65,10	5,07	1	38,23	nov-96	31,68	22,97	4,81	1	12,79
abr-89	80,57	58,41	3,22	1	21,78	ene-97	99,45	72,10	5,07	1	42,34
ago-89	22,98	16,66	2,47	1	4,77	may-97	73,33	53,16	2,22	1	13,66
oct-89	38,44	27,87	4,18	1	13,49	jul-97	30,30	21,97	1,87	1	4,74
feb-90	101,38	73,50	4,63	1	39,36	nov-97	69,31	50,25	4,81	1	27,98
abr-90	79,66	57,75	3,22	1	21,53	feb-98	104,85	76,02	4,63	1	40,70
jul-90	13,93	10,10	1,87	1	2,18	jun-98	53,18	38,56	1,71	1	7,61
nov-90	53,94	39,11	4,81	1	21,78	ago-98	33,96	24,62	2,47	1	7,05
feb-91	99,73	72,30	4,63	1	38,71	nov-98	68,55	49,70	4,81	1	27,67
may-91	70,72	51,27	2,22	1	13,17	ene-99	86,98	63,06	5,07	1	37,03
ago-91	2,27	1,64	2,47	1	0,47	may-99	60,14	43,60	2,22	1	11,20
nov-91	59,45	43,10	4,81	1	24,00	ago-99	24,71	17,92	2,47	1	5,13
ene-92	91,72	66,50	5,07	1	39,05	dic-99	71,29	51,68	5,12	1	30,63
abr-92	58,75	42,59	3,22	1	15,88	feb-00	85,07	61,68	4,63	1	33,02
ago-92	5,24	3,80	2,47	1	1,09	may-00	50,24	36,43	2,22	1	9,36
nov-92	63,27	45,87	4,81	1	25,54	jul-00	8,75	6,34	1,87	1	1,37
feb-93	97,54	70,72	4,63	1	37,86	nov-00	55,76	40,43	4,81	1	22,51
may-93	60,87	44,13	2,22	1	11,34	ene-01	87,53	63,46	5,07	1	37,27
ago-93	5,51	3,99	2,47	1	1,14	may-01	33,52	24,30	2,22	1	6,24
nov-93	68,84	49,91	4,81	1	27,79	ago-01	20,05	14,54	2,47	1	4,16
ene-94	102,62	74,40	5,07	1	43,69	nov-01	65,56	47,53	4,81	1	26,47
may-94	64,17	46,53	2,22	1	11,95	feb-02	89,26	64,71	4,63	1	34,65

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
may-02	68,41	49,60	2,22	1	12,74
ago-02	11,97	8,68	2,47	1	2,49
oct-02	60,31	43,73	4,18	1	21,16
feb-03	93,30	67,64	4,63	1	36,22
may-03	30,49	22,10	2,22	1	5,68
ago-03	14,05	10,18	2,47	1	2,92
nov-03	56,90	41,25	4,81	1	22,97
feb-04	94,54	68,54	4,63	1	36,70
may-04	60,94	44,18	2,22	1	11,35
jul-04	21,90	15,88	1,87	1	3,43
nov-04	65,80	47,71	4,81	1	26,56
feb-05	82,93	60,13	4,63	1	32,19
may-05	67,66	49,05	2,22	1	12,60
ago-05	23,84	17,28	2,47	1	4,95
nov-05	47,26	34,26	4,81	1	19,08
feb-06	90,37	65,52	4,63	1	35,08
may-06	71,63	51,93	2,22	1	13,34
jul-06	30,09	21,81	1,87	1	4,71
nov-06	55,33	40,12	4,81	1	22,34
feb-07	59,54	43,17	4,63	1	23,11
may-07	61,95	44,92	2,22	1	11,54
ago-07	23,45	17,00	2,47	1	4,87
oct-07	35,89	26,02	4,18	1	12,59
feb-08	86,26	62,54	4,63	1	33,48
abr-08	74,02	53,66	3,22	1	20,01
ago-08	14,61	10,59	2,47	1	3,03
oct-08	24,54	17,79	4,18	1	8,61
feb-09	74,46	53,98	4,63	1	28,90
may-09	66,58	48,27	2,22	1	12,40
jul-09	4,84	3,51	1,87	1	0,76
oct-09	27,49	19,93	4,18	1	9,65
feb-10	92,74	67,24	4,63	1	36,00
may-10	32,63	23,66	2,22	1	6,08
jul-10	9,03	6,54	1,87	1	1,41
nov-10	39,01	28,28	4,81	1	15,75

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
ene-11	65,34	47,37	5,07	1	27,82
abr-11	66,79	48,42	3,22	1	18,05
ago-11	7,31	5,30	2,47	1	1,52
nov-11	37,80	27,40	4,81	1	15,26
feb-12	70,60	51,18	4,63	1	27,40
may-12	48,67	35,29	2,22	1	9,07
ago-12	18,65	13,52	2,47	1	3,87
nov-12	51,30	37,19	4,81	1	20,71
feb-13	62,68	45,45	4,63	1	24,33
may-13	70,46	51,08	2,22	1	13,13
ago-13	42,65	30,92	2,47	1	8,85
nov-13	61,67	44,71	4,81	1	24,89
feb-14	110,00	79,75	4,63	1	42,70
may-14	74,34	53,90	2,22	1	13,85
ago-14	51,86	37,60	2,47	1	10,77
nov-14	70,87	51,38	4,81	1	28,61
ene-15	109,16	79,14	5,07	1	46,48
may-15	75,74	54,91	2,22	1	14,11
ago-15	38,63	28,01	2,47	1	8,02
nov-15	72,21	52,35	4,81	1	29,15
ene-16	99,82	72,37	5,07	1	42,50
may-16	77,84	56,43	2,22	1	14,50
ago-16	50,13	36,34	2,47	1	10,41
nov-16	71,90	52,13	4,81	1	29,02
feb-17	103,12	74,76	4,63	1	40,03
may-17	74,76	54,20	2,22	1	13,93
ago-17	18,51	13,42	2,47	1	3,84
nov-17	67,73	49,10	4,81	1	27,34
feb-18	97,67	70,81	4,63	1	37,91
may-18	158,29	114,76	2,22	1	29,49
jul-18	44,49	32,25	1,87	1	6,96
nov-18	68,78	49,86	4,81	1	27,76

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						4.450 – 4.550 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
feb-86	42,62	30,90	4,45	1	15,92	jul-94	6,32	4,58	1,81	1	0,96
abr-86	39,53	28,66	3,11	1	10,33	nov-94	30,23	21,92	4,63	1	11,74
nov-86	27,24	19,75	4,63	1	10,58	ene-95	42,76	31,00	4,88	1	17,51
ene-87	42,21	30,60	4,88	1	17,28	may-95	17,69	12,83	2,15	1	3,19
nov-87	20,84	15,11	4,63	1	8,10	ago-95	5,12	3,71	2,39	1	1,03
feb-88	44,26	32,09	4,45	1	16,53	oct-95	14,89	10,80	4,03	1	5,03
may-88	23,62	17,12	2,15	1	4,25	feb-96	43,57	31,59	4,45	1	16,27
ago-88	5,37	3,89	2,39	1	1,08	may-96	19,66	14,26	2,15	1	3,54
nov-88	14,76	10,70	4,63	1	5,73	jul-96	3,41	2,47	1,81	1	0,52
ene-89	40,21	29,16	4,88	1	16,46	nov-96	21,31	15,45	4,63	1	8,28
abr-89	30,36	22,01	3,11	1	7,93	ene-97	44,25	32,08	4,88	1	18,11
ago-89	3,08	2,24	2,39	1	0,62	may-97	29,11	21,10	2,15	1	5,24
oct-89	7,09	5,14	4,03	1	2,40	jul-97	6,38	4,62	1,81	1	0,97
feb-90	42,76	31,00	4,45	1	15,97	nov-97	26,61	19,29	4,63	1	10,34
abr-90	31,14	22,57	3,11	1	8,14	feb-98	46,33	33,59	4,45	1	17,30
jul-90	4,38	3,17	1,81	1	0,66	jun-98	18,29	13,26	1,65	1	2,54
nov-90	13,90	10,08	4,63	1	5,40	ago-98	7,00	5,07	2,39	1	1,41
feb-91	45,95	33,31	4,45	1	17,16	nov-98	28,29	20,51	4,63	1	10,99
may-91	24,58	17,82	2,15	1	4,43	ene-99	38,13	27,64	4,88	1	15,61
ago-91	0,45	0,33	2,39	1	0,09	may-99	17,64	12,79	2,15	1	3,18
nov-91	20,27	14,70	4,63	1	7,87	ago-99	3,74	2,71	2,39	1	0,75
ene-92	38,43	27,86	4,88	1	15,73	dic-99	28,76	20,85	4,92	1	11,87
abr-92	20,58	14,92	3,11	1	5,38	feb-00	37,52	27,20	4,45	1	14,01
ago-92	0,81	0,59	2,39	1	0,16	may-00	12,37	8,97	2,15	1	2,23
nov-92	23,21	16,83	4,63	1	9,01	jul-00	0,72	0,52	1,81	1	0,11
feb-93	40,88	29,64	4,45	1	15,27	nov-00	17,87	12,95	4,63	1	6,94
may-93	19,89	14,42	2,15	1	3,58	ene-01	39,89	28,92	4,88	1	16,33
ago-93	0,18	0,13	2,39	1	0,04	may-01	4,90	3,55	2,15	1	0,88
nov-93	25,18	18,26	4,63	1	9,78	ago-01	1,62	1,18	2,39	1	0,33
ene-94	44,27	32,10	4,88	1	18,12	nov-01	20,82	15,09	4,63	1	8,08
may-94	21,86	15,85	2,15	1	3,94	feb-02	37,13	26,92	4,45	1	13,86

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
may-02	16,90	12,25	2,15	1	3,04
ago-02	0,72	0,52	2,39	1	0,14
oct-02	17,02	12,34	4,03	1	5,75
feb-03	39,31	28,50	4,45	1	14,68
may-03	3,67	2,66	2,15	1	0,66
ago-03	0,45	0,33	2,39	1	0,09
nov-03	19,59	14,21	4,63	1	7,61
feb-04	40,62	29,45	4,45	1	15,17
may-04	19,70	14,28	2,15	1	3,55
jul-04	4,08	2,95	1,81	1	0,62
nov-04	24,25	17,58	4,63	1	9,42
feb-05	32,58	23,62	4,45	1	12,17
may-05	17,91	12,98	2,15	1	3,23
ago-05	3,03	2,20	2,39	1	0,61
nov-05	10,42	7,55	4,63	1	4,05
feb-06	37,37	27,09	4,45	1	13,95
may-06	23,62	17,12	2,15	1	4,25
jul-06	6,10	4,42	1,81	1	0,93
nov-06	16,53	11,98	4,63	1	6,42
feb-07	34,76	25,20	4,45	1	12,98
may-07	21,00	15,23	2,15	1	3,78
ago-07	2,17	1,57	2,39	1	0,44
oct-07	5,26	3,81	4,03	1	1,78
feb-08	34,37	24,91	4,45	1	12,83
abr-08	28,23	20,47	3,11	1	7,38
ago-08	1,20	0,87	2,39	1	0,24
oct-08	2,97	2,16	4,03	1	1,00
feb-09	31,64	22,94	4,45	1	11,82
may-09	22,40	16,24	2,15	1	4,04
oct-09	3,60	2,61	4,03	1	1,22
feb-10	37,42	27,13	4,45	1	13,97
may-10	6,28	4,55	2,15	1	1,13
jul-10	0,52	0,38	1,81	1	0,08
nov-10	7,08	5,13	4,63	1	2,75
ene-11	22,72	16,48	4,88	1	9,30

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
abr-11	21,14	15,33	3,11	1	5,53
ago-11	0,45	0,33	2,39	1	0,09
nov-11	7,04	5,11	4,63	1	2,74
feb-12	21,83	15,82	4,45	1	8,15
may-12	6,93	5,03	2,15	1	1,25
ago-12	1,08	0,78	2,39	1	0,22
nov-12	18,75	13,59	4,63	1	7,28
feb-13	12,30	8,92	4,45	1	4,59
may-13	25,19	18,26	2,15	1	4,54
ago-13	5,72	4,15	2,39	1	1,15
nov-13	18,37	13,32	4,63	1	7,14
feb-14	43,47	31,52	4,45	1	16,23
may-14	25,68	18,62	2,15	1	4,63
ago-14	11,07	8,02	2,39	1	2,22
nov-14	25,42	18,43	4,63	1	9,87
ene-15	44,17	32,02	4,88	1	18,08
may-15	24,41	17,70	2,15	1	4,40
ago-15	5,07	3,67	2,39	1	1,02
nov-15	26,85	19,46	4,63	1	10,43
ene-16	40,36	29,26	4,88	1	16,52
may-16	27,00	19,57	2,15	1	4,86
ago-16	11,69	8,47	2,39	1	2,35
nov-16	26,11	18,93	4,63	1	10,14
feb-17	43,21	31,33	4,45	1	16,14
may-17	26,00	18,85	2,15	1	4,68
ago-17	1,97	1,43	2,39	1	0,40
nov-17	23,47	17,01	4,63	1	9,11
feb-18	39,30	28,49	4,45	1	14,68
may-18	25,20	18,27	2,15	1	4,54
jul-18	11,54	8,37	1,81	1	1,75
nov-18	25,86	18,75	4,63	1	10,04

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						4.550 – 4.650 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	29,16	21,14	4,27	1	10,46	ene-95	26,73	19,38	4,68	1	10,51
abr-86	25,67	18,61	3,01	1	6,48	may-95	11,87	8,61	2,07	1	2,07
nov-86	20,43	14,81	4,45	1	7,62	ago-95	4,48	3,25	2,31	1	0,87
ene-87	28,22	20,46	4,68	1	11,09	oct-95	10,44	7,57	3,87	1	3,39
nov-87	16,91	12,26	4,45	1	6,31	feb-96	26,69	19,35	4,27	1	9,57
feb-88	28,00	20,30	4,27	1	10,04	may-96	14,55	10,55	2,07	1	2,53
may-88	16,41	11,90	2,07	1	2,85	jul-96	3,03	2,20	1,75	1	0,45
ago-88	4,76	3,45	2,31	1	0,92	nov-96	17,26	12,52	4,45	1	6,44
nov-88	13,42	9,73	4,45	1	5,01	ene-97	27,41	19,88	4,68	1	10,77
ene-89	27,38	19,85	4,68	1	10,76	may-97	17,64	12,79	2,07	1	3,07
abr-89	20,95	15,19	3,01	1	5,29	jul-97	6,00	4,35	1,75	1	0,88
ago-89	2,63	1,91	2,31	1	0,51	nov-97	16,92	12,27	4,45	1	6,31
oct-89	7,12	5,16	3,87	1	2,31	feb-98	31,44	22,79	4,27	1	11,28
feb-90	28,43	20,61	4,27	1	10,20	jun-98	12,77	9,26	1,60	1	1,71
abr-90	21,20	15,37	3,01	1	5,35	ago-98	6,68	4,84	2,31	1	1,30
jul-90	2,30	1,67	1,75	1	0,34	nov-98	18,52	13,43	4,45	1	6,91
nov-90	10,23	7,41	4,45	1	3,82	ene-99	25,07	18,17	4,68	1	9,85
feb-91	29,69	21,52	4,27	1	10,65	may-99	13,22	9,59	2,07	1	2,30
may-91	16,94	12,28	2,07	1	2,95	ago-99	3,94	2,86	2,31	1	0,76
nov-91	15,70	11,39	4,45	1	5,86	dic-99	19,12	13,86	4,71	1	7,56
ene-92	26,63	19,30	4,68	1	10,46	feb-00	24,24	17,58	4,27	1	8,69
abr-92	15,07	10,92	3,01	1	3,80	may-00	9,08	6,59	2,07	1	1,58
ago-92	0,09	0,07	2,31	1	0,02	jul-00	1,26	0,91	1,75	1	0,19
nov-92	17,15	12,43	4,45	1	6,40	nov-00	12,06	8,75	4,45	1	4,50
feb-93	26,20	19,00	4,27	1	9,40	ene-01	25,36	18,38	4,68	1	9,97
may-93	14,17	10,28	2,07	1	2,47	may-01	3,02	2,19	2,07	1	0,52
nov-93	17,57	12,74	4,45	1	6,56	ago-01	3,84	2,79	2,31	1	0,75
ene-94	28,42	20,60	4,68	1	11,17	nov-01	15,61	11,32	4,45	1	5,83
may-94	15,51	11,25	2,07	1	2,70	feb-02	25,45	18,45	4,27	1	9,13
jul-94	7,05	5,11	1,75	1	1,04	may-02	12,61	9,14	2,07	1	2,19
nov-94	18,98	13,76	4,45	1	7,08	ago-02	0,54	0,39	2,31	1	0,10

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
oct-02	14,18	10,28	3,87	1	4,60
feb-03	27,40	19,86	4,27	1	9,83
may-03	0,91	0,66	2,07	1	0,16
ago-03	0,52	0,37	2,31	1	0,10
nov-03	14,38	10,42	4,45	1	5,36
feb-04	27,65	20,05	4,27	1	9,92
may-04	14,87	10,78	2,07	1	2,59
jul-04	4,22	3,06	1,75	1	0,62
nov-04	17,93	13,00	4,45	1	6,69
feb-05	23,78	17,24	4,27	1	8,53
may-05	13,11	9,51	2,07	1	2,28
ago-05	4,41	3,20	2,31	1	0,86
nov-05	9,46	6,86	4,45	1	3,53
feb-06	24,89	18,04	4,27	1	8,93
may-06	16,68	12,09	2,07	1	2,90
jul-06	6,83	4,95	1,75	1	1,01
nov-06	12,51	9,07	4,45	1	4,67
feb-07	20,88	15,14	4,27	1	7,49
may-07	15,24	11,05	2,07	1	2,65
ago-07	2,70	1,96	2,31	1	0,52
oct-07	7,15	5,18	3,87	1	2,32
feb-08	25,27	18,32	4,27	1	9,06
abr-08	20,58	14,92	3,01	1	5,19
ago-08	3,56	2,58	2,31	1	0,69
oct-08	5,47	3,97	3,87	1	1,78
feb-09	25,91	18,79	4,27	1	9,29
may-09	16,39	11,88	2,07	1	2,85
jul-09	0,33	0,24	1,75	1	0,05
oct-09	7,03	5,10	3,87	1	2,28
feb-10	25,91	18,79	4,27	1	9,29
may-10	5,39	3,91	2,07	1	0,94
jul-10	1,10	0,80	1,75	1	0,16
nov-10	8,89	6,45	4,45	1	3,32
ene-11	19,31	14,00	4,68	1	7,59
abr-11	17,28	12,53	3,01	1	4,36

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
ago-11	0,33	0,24	2,31	1	0,06
nov-11	8,77	6,36	4,45	1	3,27
feb-12	19,34	14,02	4,27	1	6,94
may-12	9,04	6,56	2,07	1	1,57
ago-12	4,62	3,35	2,31	1	0,90
nov-12	15,41	11,17	4,45	1	5,75
feb-13	13,99	10,14	4,27	1	5,02
may-13	18,22	13,21	2,07	1	3,17
ago-13	6,47	4,69	2,31	1	1,26
nov-13	15,12	10,96	4,45	1	5,64
feb-14	28,70	20,80	4,27	1	10,29
may-14	18,72	13,57	2,07	1	3,26
ago-14	10,52	7,63	2,31	1	2,04
nov-14	20,27	14,69	4,45	1	7,56
ene-15	30,58	22,17	4,68	1	12,02
may-15	18,66	13,53	2,07	1	3,25
ago-15	4,70	3,41	2,31	1	0,91
nov-15	21,65	15,69	4,45	1	8,08
ene-16	24,28	17,60	4,68	1	9,54
may-16	19,45	14,10	2,07	1	3,38
ago-16	10,79	7,82	2,31	1	2,09
nov-16	20,73	15,03	4,45	1	7,74
feb-17	30,48	22,10	4,27	1	10,93
may-17	19,66	14,25	2,07	1	3,42
ago-17	2,46	1,78	2,31	1	0,48
nov-17	19,78	14,34	4,45	1	7,38
feb-18	28,28	20,50	4,27	1	10,14
may-18	19,16	13,89	2,07	1	3,33
jul-18	9,95	7,21	1,75	1	1,46
nov-18	20,03	14,52	4,45	1	7,47

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						4.650 – 4.750 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	27,17	19,70	4,10	1	9,35	ene-95	21,33	15,47	4,49	1	8,04
abr-86	23,41	16,97	2,90	1	5,70	may-95	10,38	7,53	2,00	1	1,74
nov-86	16,94	12,28	4,26	1	6,06	ago-95	2,48	1,80	2,23	1	0,46
ene-87	25,61	18,57	4,49	1	9,65	oct-95	10,39	7,53	3,71	1	3,24
nov-87	15,08	10,93	4,26	1	5,39	feb-96	21,68	15,72	4,10	1	7,46
feb-88	24,64	17,86	4,10	1	8,47	may-96	12,12	8,79	2,00	1	2,03
may-88	14,53	10,53	2,00	1	2,44	jul-96	1,46	1,06	1,70	1	0,21
ago-88	3,31	2,40	2,23	1	0,62	nov-96	14,03	10,17	4,26	1	5,02
nov-88	12,54	9,09	4,26	1	4,49	ene-97	22,71	16,46	4,49	1	8,55
ene-89	22,23	16,12	4,49	1	8,37	may-97	15,13	10,97	2,00	1	2,54
abr-89	18,30	13,27	2,90	1	4,45	jul-97	3,97	2,88	1,70	1	0,57
ago-89	1,96	1,42	2,23	1	0,37	nov-97	13,75	9,97	4,26	1	4,92
oct-89	8,15	5,91	3,71	1	2,54	feb-98	24,52	17,77	4,10	1	8,43
feb-90	23,16	16,79	4,10	1	7,97	jun-98	11,49	8,33	1,55	1	1,49
abr-90	16,56	12,01	2,90	1	4,03	ago-98	5,40	3,92	2,23	1	1,01
jul-90	0,82	0,59	1,70	1	0,12	nov-98	15,83	11,48	4,26	1	5,67
nov-90	10,16	7,36	4,26	1	3,63	ene-99	19,73	14,30	4,49	1	7,43
feb-91	25,02	18,14	4,10	1	8,61	may-99	12,22	8,86	2,00	1	2,05
may-91	14,50	10,51	2,00	1	2,43	ago-99	2,22	1,61	2,23	1	0,42
nov-91	13,47	9,77	4,26	1	4,82	dic-99	16,65	12,07	4,51	1	6,30
ene-92	21,67	15,71	4,49	1	8,16	feb-00	21,22	15,38	4,10	1	7,30
abr-92	12,85	9,31	2,90	1	3,13	may-00	5,98	4,33	2,00	1	1,00
ago-92	0,27	0,20	2,23	1	0,05	jul-00	0,72	0,52	1,70	1	0,10
nov-92	14,17	10,27	4,26	1	5,07	nov-00	11,80	8,56	4,26	1	4,22
feb-93	21,05	15,26	4,10	1	7,24	ene-01	21,68	15,72	4,49	1	8,17
may-93	12,77	9,26	2,00	1	2,14	may-01	2,01	1,45	2,00	1	0,34
nov-93	14,05	10,19	4,26	1	5,03	ago-01	2,75	1,99	2,23	1	0,51
ene-94	22,78	16,52	4,49	1	8,58	nov-01	15,27	11,07	4,26	1	5,46
may-94	13,06	9,47	2,00	1	2,19	feb-02	22,27	16,15	4,10	1	7,66
jul-94	4,59	3,33	1,70	1	0,65	may-02	8,57	6,21	2,00	1	1,44
nov-94	16,38	11,87	4,26	1	5,86	ago-02	0,09	0,07	2,23	1	0,02

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
oct-02	13,06	9,47	3,71	1	4,07
feb-03	24,26	17,58	4,10	1	8,34
may-03	0,45	0,33	2,00	1	0,08
ago-03	1,10	0,80	2,23	1	0,21
nov-03	14,56	10,55	4,26	1	5,21
feb-04	24,23	17,57	4,10	1	8,33
may-04	12,70	9,21	2,00	1	2,13
jul-04	2,89	2,09	1,70	1	0,41
nov-04	16,30	11,82	4,26	1	5,83
feb-05	21,41	15,52	4,10	1	7,36
may-05	11,95	8,66	2,00	1	2,01
ago-05	3,57	2,58	2,23	1	0,67
nov-05	10,66	7,73	4,26	1	3,81
feb-06	24,09	17,46	4,10	1	8,28
may-06	15,68	11,37	2,00	1	2,63
jul-06	4,85	3,52	1,70	1	0,69
nov-06	14,15	10,26	4,26	1	5,06
feb-07	19,30	13,99	4,10	1	6,64
may-07	15,33	11,11	2,00	1	2,57
ago-07	1,07	0,78	2,23	1	0,20
oct-07	7,81	5,66	3,71	1	2,43
feb-08	23,24	16,85	4,10	1	7,99
abr-08	19,06	13,82	2,90	1	4,64
ago-08	2,07	1,50	2,23	1	0,39
oct-08	7,09	5,14	3,71	1	2,21
feb-09	23,08	16,74	4,10	1	7,94
may-09	16,30	11,81	2,00	1	2,74
jul-09	1,20	0,87	1,70	1	0,17
oct-09	7,65	5,54	3,71	1	2,38
feb-10	23,90	17,33	4,10	1	8,22
may-10	3,37	2,45	2,00	1	0,57
jul-10	1,80	1,30	1,70	1	0,26
nov-10	10,68	7,75	4,26	1	3,82
ene-11	17,09	12,39	4,49	1	6,44
abr-11	15,67	11,36	2,90	1	3,81

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
ago-11	0,66	0,48	2,23	1	0,12
nov-11	9,92	7,19	4,26	1	3,55
feb-12	19,78	14,34	4,10	1	6,80
may-12	11,51	8,35	2,00	1	1,93
ago-12	2,75	2,00	2,23	1	0,52
nov-12	9,85	7,14	4,26	1	3,52
feb-13	19,40	14,07	4,10	1	6,67
may-13	17,76	12,87	2,00	1	2,98
ago-13	3,02	2,19	2,23	1	0,57
nov-13	14,98	10,86	4,26	1	5,36
feb-14	28,70	20,81	4,10	1	9,87
may-14	17,42	12,63	2,00	1	2,92
ago-14	6,96	5,05	2,23	1	1,30
nov-14	19,44	14,10	4,26	1	6,96
ene-15	29,12	21,11	4,49	1	10,97
may-15	17,73	12,85	2,00	1	2,98
ago-15	3,53	2,56	2,23	1	0,66
nov-15	19,50	14,14	4,26	1	6,98
ene-16	24,58	17,82	4,49	1	9,26
may-16	16,88	12,24	2,00	1	2,83
ago-16	7,47	5,42	2,23	1	1,40
nov-16	20,18	14,63	4,26	1	7,22
feb-17	27,41	19,87	4,10	1	9,43
may-17	18,13	13,14	2,00	1	3,04
ago-17	0,96	0,70	2,23	1	0,18
nov-17	18,76	13,60	4,26	1	6,71
feb-18	22,11	16,03	4,10	1	7,60
feb-18	3,95	2,86	4,10	1	1,36
may-18	14,98	10,86	2,00	1	2,52
may-18	2,86	2,07	2,00	1	0,48
jul-18	4,30	3,12	1,70	1	0,61
nov-18	18,49	13,40	4,26	1	6,62

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						4.750 – 4.850 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	18,58	13,47	3,92	1	6,12	oct-95	4,13	3,00	3,56	1	1,23
abr-86	15,65	11,34	2,79	1	3,67	feb-96	15,97	11,58	3,92	1	5,26
nov-86	8,68	6,29	4,08	1	2,97	may-96	5,39	3,91	1,93	1	0,87
ene-87	16,96	12,30	4,29	1	6,11	jul-96	0,09	0,07	1,64	1	0,01
nov-87	6,91	5,01	4,08	1	2,37	nov-96	10,16	7,37	4,08	1	3,48
feb-88	18,05	13,09	3,92	1	5,94	ene-97	16,88	12,24	4,29	1	6,08
may-88	7,18	5,21	1,93	1	1,16	may-97	10,45	7,58	1,93	1	1,69
ago-88	1,43	1,04	2,15	1	0,26	jul-97	1,40	1,02	1,64	1	0,19
nov-88	5,02	3,64	4,08	1	1,72	nov-97	7,20	5,22	4,08	1	2,46
ene-89	15,46	11,21	4,29	1	5,57	feb-98	19,61	14,22	3,92	1	6,45
abr-89	11,81	8,56	2,79	1	2,77	jun-98	5,39	3,91	1,50	1	0,68
oct-89	2,23	1,62	3,56	1	0,67	ago-98	1,42	1,03	2,15	1	0,26
feb-90	16,67	12,09	3,92	1	5,49	nov-98	10,40	7,54	4,08	1	3,56
abr-90	11,30	8,19	2,79	1	2,65	ene-99	14,68	10,64	4,29	1	5,29
nov-90	2,95	2,14	4,08	1	1,01	may-99	6,69	4,85	1,93	1	1,08
feb-91	18,20	13,20	3,92	1	5,99	ago-99	0,36	0,26	2,15	1	0,07
may-91	9,57	6,93	1,93	1	1,55	dic-99	11,84	8,58	4,31	1	4,28
nov-91	7,11	5,15	4,08	1	2,43	feb-00	16,32	11,83	3,92	1	5,37
ene-92	15,92	11,54	4,29	1	5,73	may-00	1,59	1,15	1,93	1	0,26
abr-92	6,75	4,89	2,79	1	1,58	nov-00	7,04	5,10	4,08	1	2,41
nov-92	7,92	5,74	4,08	1	2,71	ene-01	17,61	12,77	4,29	1	6,34
feb-93	16,07	11,65	3,92	1	5,29	ago-01	0,09	0,07	2,15	1	0,02
may-93	7,54	5,47	1,93	1	1,22	nov-01	9,65	6,99	4,08	1	3,30
nov-93	7,71	5,59	4,08	1	2,64	feb-02	17,60	12,76	3,92	1	5,79
ene-94	16,83	12,20	4,29	1	6,06	may-02	2,04	1,48	1,93	1	0,33
may-94	8,10	5,88	1,93	1	1,31	oct-02	8,50	6,16	3,56	1	2,54
jul-94	1,40	1,02	1,64	1	0,19	feb-03	18,61	13,49	3,92	1	6,12
nov-94	10,30	7,47	4,08	1	3,53	nov-03	9,54	6,91	4,08	1	3,27
ene-95	15,88	11,51	4,29	1	5,72	feb-04	17,75	12,87	3,92	1	5,84
may-95	3,62	2,63	1,93	1	0,59	may-04	7,69	5,58	1,93	1	1,24
ago-95	1,26	0,91	2,15	1	0,23	jul-04	0,36	0,26	1,64	1	0,05

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-04	11,83	8,58	4,08	1	4,05
feb-05	15,89	11,52	3,92	1	5,23
may-05	7,29	5,29	1,93	1	1,18
ago-05	1,05	0,76	2,15	1	0,19
nov-05	5,02	3,64	4,08	1	1,72
feb-06	18,00	13,05	3,92	1	5,93
may-06	10,79	7,83	1,93	1	1,75
jul-06	2,75	1,99	1,64	1	0,38
nov-06	9,13	6,62	4,08	1	3,13
feb-07	16,89	12,25	3,92	1	5,56
may-07	10,22	7,41	1,93	1	1,65
ago-07	0,18	0,13	2,15	1	0,03
oct-07	2,54	1,84	3,56	1	0,76
feb-08	17,42	12,63	3,92	1	5,73
abr-08	14,19	10,29	2,79	1	3,33
ago-08	0,64	0,46	2,15	1	0,12
oct-08	2,19	1,59	3,56	1	0,65
feb-09	17,85	12,94	3,92	1	5,88
may-09	11,61	8,42	1,93	1	1,88
oct-09	1,87	1,36	3,56	1	0,56
feb-10	17,73	12,86	3,92	1	5,84
may-10	0,50	0,36	1,93	1	0,08
jul-10	0,18	0,13	1,64	1	0,02
nov-10	5,26	3,81	4,08	1	1,80
ene-11	11,89	8,62	4,29	1	4,29
abr-11	9,56	6,93	2,79	1	2,24
nov-11	3,06	2,22	4,08	1	1,05
feb-12	14,30	10,37	3,92	1	4,71
may-12	4,69	3,40	1,93	1	0,76
ago-12	0,09	0,07	2,15	1	0,02
nov-12	6,64	4,82	4,08	1	2,27
feb-13	8,76	6,35	3,92	1	2,88
may-13	12,96	9,39	1,93	1	2,10
ago-13	0,45	0,33	2,15	1	0,08
nov-13	9,50	6,88	4,08	1	3,25

[illegible]

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						4.850 – 4.950 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	3,17	2,30	3,75	1	1,00	ene-97	3,47	2,52	4,10	1	1,19
abr-86	2,46	1,78	2,69	1	0,55	may-97	1,27	0,92	1,85	1	0,20
nov-86	0,62	0,45	3,90	1	0,20	nov-97	0,35	0,25	3,90	1	0,11
ene-87	3,35	2,43	4,10	1	1,15	feb-98	4,41	3,19	3,75	1	1,38
nov-87	0,46	0,33	3,90	1	0,15	jun-98	0,35	0,25	1,44	1	0,04
feb-88	2,64	1,91	3,75	1	0,83	nov-98	1,61	1,17	3,90	1	0,53
may-88	0,63	0,46	1,85	1	0,10	ene-99	2,88	2,09	4,10	1	0,99
nov-88	0,32	0,23	3,90	1	0,11	may-99	0,68	0,49	1,85	1	0,11
ene-89	2,17	1,57	4,10	1	0,75	dic-99	1,75	1,27	4,10	1	0,60
abr-89	1,27	0,92	2,69	1	0,29	feb-00	3,45	2,50	3,75	1	1,09
feb-90	2,58	1,87	3,75	1	0,81	may-00	0,09	0,06	1,85	1	0,01
abr-90	0,97	0,70	2,69	1	0,22	nov-00	0,68	0,49	3,90	1	0,22
nov-90	0,09	0,07	3,90	1	0,03	ene-01	3,42	2,48	4,10	1	1,18
feb-91	3,69	2,67	3,75	1	1,16	nov-01	0,91	0,66	3,90	1	0,30
may-91	0,99	0,72	1,85	1	0,15	feb-02	3,29	2,39	3,75	1	1,03
nov-91	0,35	0,25	3,90	1	0,11	may-02	0,10	0,07	1,85	1	0,01
ene-92	2,99	2,17	4,10	1	1,03	oct-02	0,62	0,45	3,40	1	0,18
abr-92	0,16	0,12	2,69	1	0,04	feb-03	4,14	3,00	3,75	1	1,30
nov-92	0,62	0,45	3,90	1	0,20	nov-03	1,16	0,84	3,90	1	0,38
feb-93	2,81	2,04	3,75	1	0,88	feb-04	4,28	3,10	3,75	1	1,35
may-93	0,46	0,33	1,85	1	0,07	may-04	0,62	0,45	1,85	1	0,10
nov-93	0,41	0,30	3,90	1	0,14	nov-04	1,61	1,17	3,90	1	0,53
ene-94	3,16	2,29	4,10	1	1,09	feb-05	4,19	3,04	3,75	1	1,32
may-94	0,35	0,25	1,85	1	0,05	may-05	0,26	0,19	1,85	1	0,04
nov-94	1,06	0,77	3,90	1	0,35	nov-05	0,35	0,25	3,90	1	0,11
ene-95	3,01	2,18	4,10	1	1,03	feb-06	4,63	3,36	3,75	1	1,46
may-95	0,10	0,07	1,85	1	0,01	may-06	1,57	1,14	1,85	1	0,24
oct-95	0,19	0,14	3,40	1	0,05	nov-06	1,61	1,17	3,90	1	0,53
feb-96	2,90	2,10	3,75	1	0,91	feb-07	4,11	2,98	3,75	1	1,29
may-96	0,32	0,23	1,85	1	0,05	may-07	1,30	0,94	1,85	1	0,20
nov-96	0,81	0,59	3,90	1	0,27	feb-08	3,94	2,85	3,75	1	1,24

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
abr-08	3,10	2,25	2,69	1	0,70
oct-08	0,09	0,07	3,40	1	0,03
feb-09	4,50	3,26	3,75	1	1,41
may-09	1,92	1,39	1,85	1	0,30
oct-09	0,09	0,07	3,40	1	0,03
feb-10	4,08	2,96	3,75	1	1,28
nov-10	0,44	0,32	3,90	1	0,14
ene-11	1,72	1,25	4,10	1	0,59
abr-11	0,73	0,53	2,69	1	0,16
nov-11	0,10	0,07	3,90	1	0,03
feb-12	1,83	1,32	3,75	1	0,57
may-12	0,23	0,17	1,85	1	0,04
nov-12	0,68	0,49	3,90	1	0,22
feb-13	0,09	0,07	3,75	1	0,03
may-13	1,47	1,06	1,85	1	0,23
ago-13	0,10	0,07	2,07	1	0,02
nov-13	0,68	0,50	3,90	1	0,22
feb-14	5,75	4,17	3,75	1	1,81
may-14	1,11	0,80	1,85	1	0,17
nov-14	2,03	1,47	3,90	1	0,67
ene-15	4,90	3,56	4,10	1	1,69
may-15	1,28	0,93	1,85	1	0,20
nov-15	1,87	1,36	3,90	1	0,61
ene-16	5,45	3,95	4,10	1	1,87
may-16	0,61	0,44	1,85	1	0,09
nov-16	2,53	1,83	3,90	1	0,83
feb-17	4,13	2,99	3,75	1	1,30
may-17	1,18	0,86	1,85	1	0,18
nov-17	2,10	1,52	3,90	1	0,69
feb-18	4,04	2,93	3,75	1	1,27
may-18	1,38	1,00	1,85	1	0,21
nov-18	1,24	0,90	3,90	1	0,41

BANDA ALTIMÉTRICA TIPO DE VEGETACIÓN FACTOR OCUPACIÓN VEGETACIÓN EN IMAGEN SATELITAL COEFICIENTE DE BANDEJA						>4.950 m s.n.m. BOFEDALES 0,725 0,75					
Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)	Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	K _c	ETR (L/s)
feb-86	2,79	2,02	3,57	1	0,84	ene-95	2,61	1,89	3,90	1	0,85
abr-86	2,61	1,89	2,58	1	0,56	may-95	1,35	0,98	1,78	1	0,20
nov-86	2,25	1,63	3,72	1	0,70	ago-95	0,81	0,59	1,99	1	0,14
ene-87	2,70	1,96	3,90	1	0,88	oct-95	1,62	1,17	3,24	1	0,44
nov-87	2,34	1,70	3,72	1	0,73	feb-96	2,70	1,96	3,57	1	0,81
feb-88	2,70	1,96	3,57	1	0,81	may-96	1,26	0,91	1,78	1	0,19
may-88	1,80	1,30	1,78	1	0,27	jul-96	0,72	0,52	1,53	1	0,09
ago-88	0,72	0,52	1,99	1	0,12	nov-96	0,27	0,20	3,72	1	0,08
nov-88	1,80	1,31	3,72	1	0,56	ene-97	2,70	1,96	3,90	1	0,88
ene-89	2,61	1,89	3,90	1	0,85	may-97	1,98	1,44	1,78	1	0,30
abr-89	2,34	1,70	2,58	1	0,51	jul-97	0,99	0,72	1,53	1	0,13
ago-89	0,72	0,52	1,99	1	0,12	nov-97	2,07	1,50	3,72	1	0,65
oct-89	1,08	0,78	3,24	1	0,29	feb-98	2,88	2,09	3,57	1	0,86
feb-90	2,61	1,89	3,57	1	0,78	jun-98	1,35	0,98	1,39	1	0,16
abr-90	1,80	1,31	2,58	1	0,39	ago-98	0,90	0,65	1,99	1	0,15
jul-90	0,09	0,07	1,53	1	0,01	nov-98	2,16	1,57	3,72	1	0,67
nov-90	1,98	1,44	3,72	1	0,62	ene-99	2,52	1,83	3,90	1	0,83
feb-91	2,61	1,89	3,57	1	0,78	may-99	1,80	1,31	1,78	1	0,27
may-91	1,89	1,37	1,78	1	0,28	ago-99	0,81	0,59	1,99	1	0,14
nov-91	2,07	1,50	3,72	1	0,65	dic-99	2,43	1,76	3,90	1	0,80
ene-92	2,61	1,89	3,90	1	0,85	feb-00	2,97	2,15	3,57	1	0,89
abr-92	2,16	1,57	2,58	1	0,47	may-00	1,44	1,04	1,78	1	0,22
ago-92	0,45	0,33	1,99	1	0,08	jul-00	0,81	0,59	1,53	1	0,10
nov-92	2,07	1,50	3,72	1	0,65	nov-00	2,25	1,63	3,72	1	0,70
feb-93	2,52	1,83	3,57	1	0,76	ene-01	2,88	2,09	3,90	1	0,94
may-93	1,53	1,11	1,78	1	0,23	may-01	1,26	0,91	1,78	1	0,19
nov-93	2,25	1,63	3,72	1	0,70	ago-01	0,99	0,72	1,99	1	0,17
ene-94	2,52	1,83	3,90	1	0,83	nov-01	2,43	1,76	3,72	1	0,76
may-94	1,44	1,04	1,78	1	0,22	feb-02	2,88	2,09	3,57	1	0,86
jul-94	0,81	0,59	1,53	1	0,10	may-02	0,36	0,26	1,78	1	0,05
nov-94	2,25	1,63	3,72	1	0,70	ago-02	0,45	0,33	1,99	1	0,08

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
oct-02	2,52	1,83	3,24	1	0,69
feb-03	3,42	2,48	3,57	1	1,02
may-03	0,18	0,13	1,78	1	0,03
ago-03	0,63	0,46	1,99	1	0,11
nov-03	2,61	1,89	3,72	1	0,81
feb-04	3,87	2,81	3,57	1	1,16
may-04	1,80	1,31	1,78	1	0,27
jul-04	0,18	0,13	1,53	1	0,02
nov-04	2,34	1,70	3,72	1	0,73
feb-05	3,06	2,22	3,57	1	0,92
ago-05	1,17	0,85	1,99	1	0,20
nov-05	2,07	1,50	3,72	1	0,65
feb-06	3,33	2,41	3,57	1	1,00
may-06	2,07	1,50	1,78	1	0,31
jul-06	1,17	0,85	1,53	1	0,15
nov-06	1,71	1,24	3,72	1	0,53
feb-07	3,42	2,48	3,57	1	1,02
may-07	2,34	1,70	1,78	1	0,35
ago-07	0,72	0,52	1,99	1	0,12
oct-07	1,71	1,24	3,24	1	0,47
feb-08	3,51	2,54	3,57	1	1,05
abr-08	3,24	2,35	2,58	1	0,70
ago-08	0,99	0,72	1,99	1	0,17
oct-08	1,44	1,04	3,24	1	0,39
feb-09	3,24	2,35	3,57	1	0,97
may-09	2,70	1,96	1,78	1	0,40
jul-09	0,63	0,46	1,53	1	0,08
oct-09	1,35	0,98	3,24	1	0,37
feb-10	3,87	2,81	3,57	1	1,16
may-10	0,54	0,39	1,78	1	0,08
jul-10	0,63	0,46	1,53	1	0,08
nov-10	1,80	1,31	3,72	1	0,56
ene-11	2,61	1,89	3,90	1	0,85
abr-11	2,34	1,70	2,58	1	0,51
ago-11	0,72	0,52	1,99	1	0,12

Fecha	Área Imagen (Ha)	Área Real (Ha)	E ₀ (mm/d)	Kc	ETR (L/s)
nov-11	1,62	1,17	3,72	1	0,51
feb-12	2,88	2,09	3,57	1	0,86
may-12	1,80	1,31	1,78	1	0,27
ago-12	1,08	0,78	1,99	1	0,18
nov-12	2,88	2,09	3,72	1	0,90
feb-13	2,88	2,09	3,57	1	0,86
may-13	2,52	1,83	1,78	1	0,38
ago-13	0,54	0,39	1,99	1	0,09
nov-13	2,61	1,89	3,72	1	0,81
feb-14	4,59	3,33	3,57	1	1,38
may-14	2,61	1,89	1,78	1	0,39
ago-14	0,81	0,59	1,99	1	0,14
nov-14	2,79	2,02	3,72	1	0,87
ene-15	4,68	3,39	3,90	1	1,53
may-15	2,25	1,63	1,78	1	0,34
ago-15	0,63	0,46	1,99	1	0,11
nov-15	3,24	2,35	3,72	1	1,01
ene-16	3,78	2,74	3,90	1	1,24
may-16	2,97	2,15	1,78	1	0,44
ago-16	1,08	0,78	1,99	1	0,18
nov-16	3,51	2,54	3,72	1	1,09
feb-17	5,13	3,72	3,57	1	1,54
may-17	3,24	2,35	1,78	1	0,48
ago-17	0,27	0,20	1,99	1	0,05
nov-17	3,69	2,68	3,72	1	1,15
feb-18	5,04	3,65	3,57	1	1,51
may-18	2,97	2,15	1,78	1	0,44
nov-18	2,74	1,98	3,72	1	0,85

MC1-VII. INFORMES DE BATIMETRÍA DE LAGUNAS




	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-P1F1-0002 Versión : 00 Página : 1 de 40
---	-------------------------------------	--

INFORME TÉCNICO

“Topografía Especializada, Aerofotogrametría y Batimetría Laguna Barros Negros”

Sociedad Química y Minera de Chile – SQM

	SERVICIOS ÁREA DE TOPOGRAFÍA SOCIEDAD TOPOLAND INGENIERÍA S.A.		
	Contrato/Proyecto: Código: SQM-P1F1-0002	Revisión: 0 Fecha: 25-10-2018	Página: 1 de 40
Elaborado por: M.L.D.	Revisado por: F.A.R.	Aprobado por: M.A.Q.	
Revisado por SQM:		Aprobado por SQM:	

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-P1F1-0002 Versión : 00 Página : 2 de 40
---	-------------------------------------	--

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	ACERCA DE NUESTRA EMPRESA.....	3
3.	OBJETIVOS	4
3.1	General.....	4
3.2	Específicos	4
4.	ANTECEDENTES GENERALES DEL SERVICIO.....	5
4.1	Antecedentes generales	5
4.2	Emplazamiento zona de estudio	6
5.	METODOLOGÍA TRABAJOS EN TERRENO	8
5.1	Primera campaña, aerofotogrametría.....	8
5.2	Segunda campaña, batimetría.	12
5.3	Tercera campaña, vuelo térmico.....	17
6.	PROCESAMIENTO DE DATOS CRUDOS	19
6.1	Datos GPS.....	19
6.2	Imágenes aerofotogrametría.....	20
6.3	Datos bote autónomo.....	23
6.4	Imágenes vuelo térmico.....	24
7.	POST PROCESO Y EDICIÓN DEL MODELO 3D(MDT)	26
8.	RESULTADOS.....	28
8.1	Obtención de resultados.....	28
9.	EQUIPOS UTILIZADOS.....	37
9.1	Instalación de base, puntos de apoyo y mediciones directas del fondo de laguna	37
9.2	Batimetría no convencional.....	38
9.3	Aerofotogrametría.....	39
9.4	Batimetría convencional o tradicional.....	39
10.	PERSONAL ENCARGADO DEL SERVICIO	40
10.1	Personal de terreno	40
10.2	Personal de gabinete	40

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-P1F1-0002 Versión : 00 Página : 3 de 40
---	-------------------------------------	--

1. INTRODUCCIÓN

Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) ha solicitado a Topoland Ingeniería, la realización del levantamiento batimétrico, aerofotogramétrico y térmico de la laguna Barros Negros, ubicada en el salar de Atacama y que está dentro de su plan de seguimiento ambiental, para el resguardo de los sistemas sensibles del salar. Esta laguna forma parte de una red hídrica, conformada por un conjunto de lagunas unidas entre sí, por canales superficiales, donde el río Burro Muerto, que escurre de Norte a Sur, une las lagunas Chaxa, y Barros Negros. Además, conectada subsuperficialmente con este sistema, se encuentra la laguna Puilar.

En el presente informe entregamos una secuencia de los trabajos realizados, tanto en terreno como en gabinete, para llevar a cabo los trabajos de batimetría convencional y no convencional, así como los vuelos aerofotogramétricos y térmicos con equipos autónomos (UAV).

2. ACERCA DE NUESTRA EMPRESA

TopoLand Ingeniería es una empresa con más de diez años en el mercado chileno y especializada en el campo de las Ciencias de la Tierra.

Empresa de ingeniería con estándares internacionales de calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional, certificados bajo norma ISO.

Se caracteriza por la aplicación y desarrollo de tecnologías de vanguardia para satisfacer los requerimientos de sus clientes.

Tiene personal capacitado y certificado por organismos nacionales como la DGAC (dirección general de aeronáutica civil) y fabricantes de equipos autónomos de varios países, incluyendo Norteamérica, Europa y China.

Para estas labores TopoLand Ingeniería utilizó vehículos autónomos para el relevamiento batimétrico (USV) y aéreo (UAV), validando su compromiso con la automatización de equipos y procesos en el desempeño de sus servicios.

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-P1F1-0002 Versión : 00 Página : 4 de 40
---	-------------------------------------	--

3. OBJETIVOS

3.1 General

El servicio tiene como finalidad realizar una batimetría, un vuelo aerofotogramétrico y un vuelo térmico que cubra el área de la laguna y sectores aledaños.

3.2 Específicos

Realizar mediciones batimétricas en Laguna Barros Negros

Realizar vuelo aerofotogramétrico y térmico del sector de laguna Barros Negros y áreas circundantes

Generar un modelo digital de terreno (MDT).

Generar un ortomosaico georreferenciado de la zona de estudio

Presentación de metodologías utilizadas y entrega de resultados.

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-P1F1-0002 Versión : 00 Página : 5 de 40
---	-------------------------------------	--

4. ANTECEDENTES GENERALES DEL SERVICIO

4.1 Antecedentes generales

Nombre : “Servicio de Batimetría y Aerofotogrametría”

Servicio : Batimetría y Aerofotogrametría “Laguna Barros Negros”

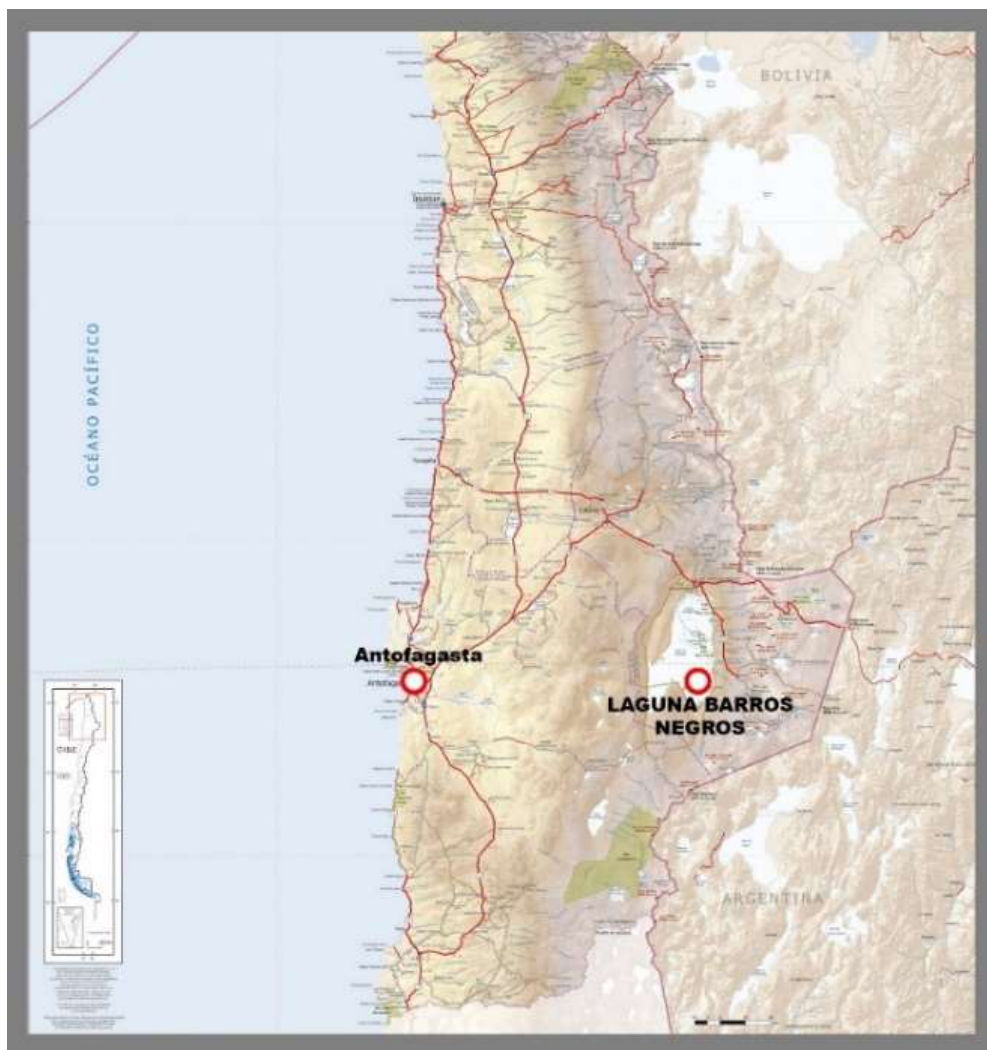
Lugar : Salar de Atacama – II Región

Profesional Responsable : Sres. Marcelo Morales M. y Juan Carlos Reinoso

Fecha Inicio Servicio : 04/05/2018

4.2 Emplazamiento zona de estudio

La Laguna Barros Negros, se encuentra emplazada al norte de Chile, en el salar de Atacama a 316 km de la capital regional de Antofagasta y a unos 2300m de altura sobre el nivel medio del mar (SNMM).



Segunda Región de Antofagasta, Chile
Ubicación geográfica Laguna del Salar Barros Negros

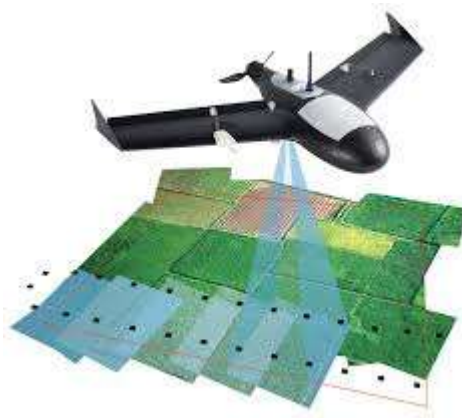
La zona de estudio comprende la laguna completa y el perímetro de ésta, incluyendo las lagunas de cola de pez y desborde sur



5. METODOLOGÍA TRABAJOS EN TERRENO

5.1 Primera campaña, aerofotogrametría

Aerofotogrametría: técnica que permite obtener o realizar mediciones correctas en base a fotografías aéreas, a fin de determinar las características métricas y geométricas de los objetos fotografiados



Representación gráfica: captura de imágenes por equipos autónomos

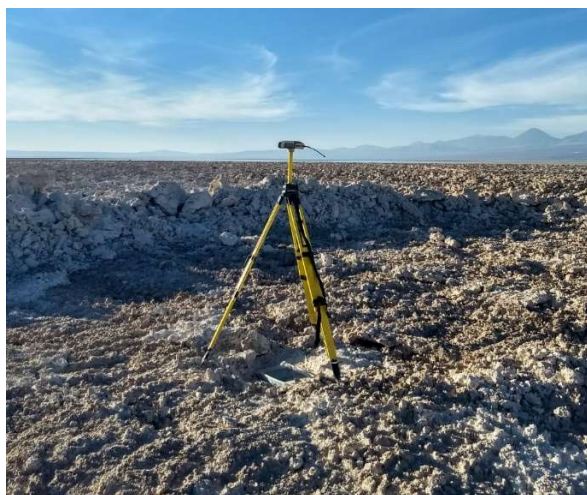
Debido a la gran cantidad de hectáreas a volar y presencia de flamencos en el sector, se utiliza para los vuelos y captura de imágenes un UAV de tipo ala fija, el que por sus características está diseñado para cubrir áreas extensas y además produce una baja emisión de ruido.



Equipo autónomo utilizado para la toma de imágenes aéreas, Ebee Plus

Los trabajos comienzan el día 4 de mayo de 2018, alrededor de las 10:00 Am con la construcción de un monolito de concreto con un perno central, el que será utilizado como punto base (**040518SQM**) para la georreferenciación de éste y posteriores trabajos en el sector.

Sobre este monolito, se procede a instalar un equipo GPS Geodésico de doble frecuencia (marca Topcon), el que realiza observaciones simultáneamente, con los relevamientos hechos por el UAV.



Equipo de medición GPS sobre monolito de hormigón.

Para generar la coordenada de referencia, se realizó observación prolongada sobre el vértice, y de esta manera generar un “point position”. La elevación relativa a nivel medio del mar (NMM) se obtuvo mediante la determinación de ondulación geoidal, obtenida de modelo EGM96

Este sistema, consta de dos receptores, que además permiten realizar mediciones de coordenadas en tiempo real, utilizando un equipo como base estática sobre punto conocido y otro como móvil.

040518SQM				
Norte (m)	Este (m)	Altura Ell.(m)	Ond. EGM96(m)	El. s.n.m.m.
7415502.751	586206.327	2338.126	37.907	2300.219

Nota: Este punto, corresponde a Monolito de hormigón con perno central y coordenadas WGS 84 HUSO 19.

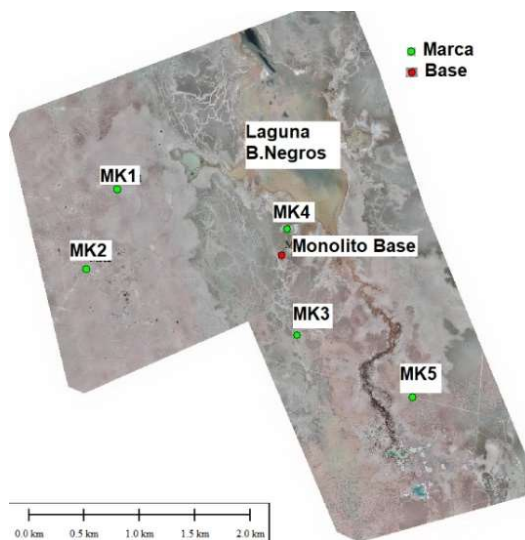
Luego de la construcción del monolito e instalación del GPS se realiza un reconocimiento del sector y un recorrido alrededor de la laguna, con el fin de determinar las posiciones de las marcas de apoyo a instalar. Estas marcas corresponden a rectángulos de polietileno de color anaranjado de 60x60 cm, utilizadas como referencia en el post proceso de los datos Aerofotogramétricos.



Marcas de apoyo.

Una vez instaladas las marcas de apoyo, se procede a la toma de coordenadas, correspondientes a la posición de éstas. Para esto se utiliza equipo GPS con las mismas características que la instalación base, en modalidad rover o móvil, y configurado para tomar medidas en tiempo real (RTK).

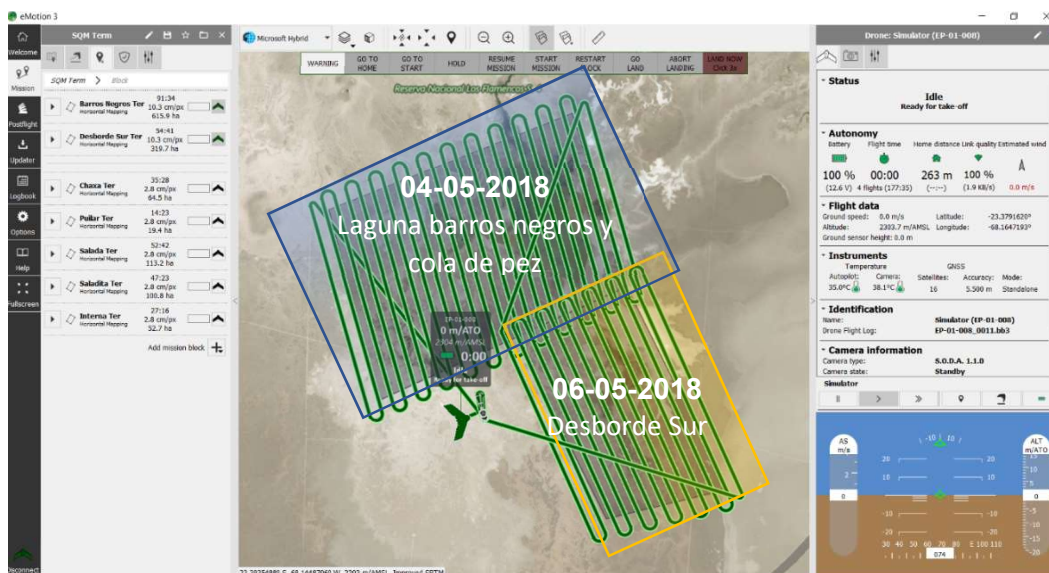
Estos puntos de apoyo están vinculados al punto 040518SQM.



Ubicación monolito base y marcas de apoyo.

	<p align="center">Sistema de Gestión Integrado</p>	<p>Código : SQM-P1F1-0002</p> <p>Versión : 00</p> <p>Página : 11 de 40</p>
---	---	--

Posterior a la medición de las marcas de apoyo, se realiza la planificación del vuelo



Planificación del Vuelo

Una vez realizada la planificación de vuelo y al observar que el terreno no era uniforme se instala una pista de aterrizaje, en la zona más plana posible.



Instalación de pista de aterrizaje para UAV de ala fija

Los vuelos se programaron para tomar imágenes a una altura de 437 metros sobre el terreno con una resolución de 10.3cm de pixel, se calibra la cámara del UAV para adaptarla a la luminosidad de la zona existente al momento del vuelo.

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-P1F1-0002 Versión : 00 Página : 12 de 40
---	-------------------------------------	---

Los vuelos tuvieron una duración total de 144 minutos y cubrieron un área total programada de 934ha según el polígono solicitado. Una vez terminados, se extraen las imágenes para su revisión y posterior envío a gabinete. Se obtuvieron un total de 708 fotografías de alta resolución.



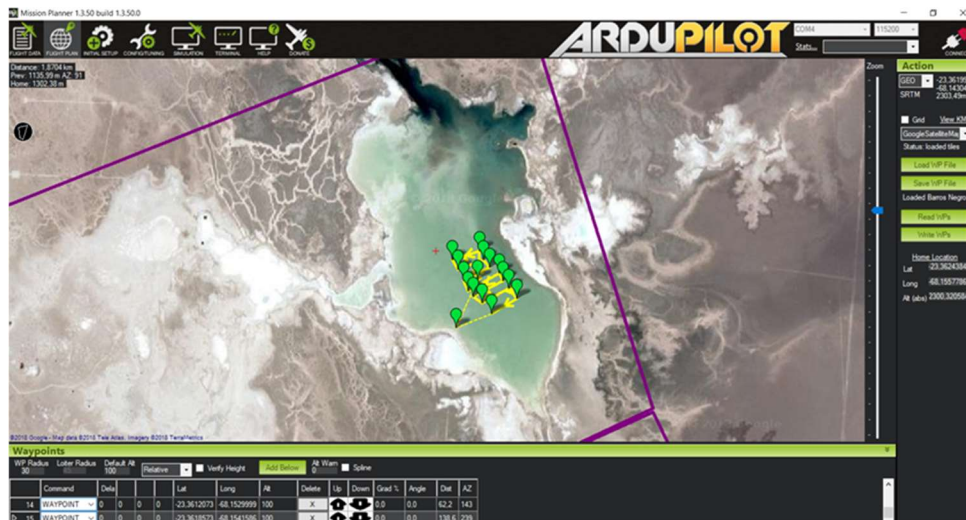
Aterrizaje de UAV

5.2 Segunda campaña, batimetría.

Batimetría: Es el levantamiento del relieve de Superficies Subacuáticas, ya estemos hablando del fondo marino, como cursos de aguas, lagos, embalses, tranques de relave, etc., es decir, se refiere a la cartografía de los fondos, como si se tratara de un terreno seco.

Los trabajos correspondientes a los levantamientos batimétricos se inician el día 5 de mayo de 2018, se realizan las siguientes actividades preliminares: Inspección de área e instalación de GPS base sobre monolito de hormigón, construido el día 04 de mayo(**040518SQM**)

Una vez instalado el equipo GPS se procede a realizar la planificación de la batimetría con equipo autónomo tipo catamarán (Foxbathy).



Planificación de Batimetría con equipo autónomo

Paralelamente se procede a realizar las mediciones de la cota del pelo de agua con equipo GPS en modalidad rover o móvil, y configurado para tomar medidas en tiempo real (RTK).



Sector de Orilla donde se toma la elevación del pelo de agua



Bote autónomo Foxbathy realizando mediciones

Se procede a realizar las mediciones con bote autónomo según la planificación. Sin embargo, luego de realizar algunas mediciones, uno de los motores del equipo autónomo presento problemas por lo que tuvo que completarse la toma de datos con batimetría convencional.

La batimetría convencional se realiza en la zona navegable sobre bote tipo Zodiac. En el resto de las áreas, donde no se realiza navegación por baja profundidad, se realiza a pie. Para la medición de datos se utiliza equipo GPS con jalón de fibra de carbono con punta modificada para reducir penetración en el fondo del cuerpo de agua.



Batimetría convencional



Izquierda: Jalón y equipo GPS utilizado para las mediciones

Derecha: Tope de goma en punta de jalón para prevenir hundimiento de éste en fondo de laguna

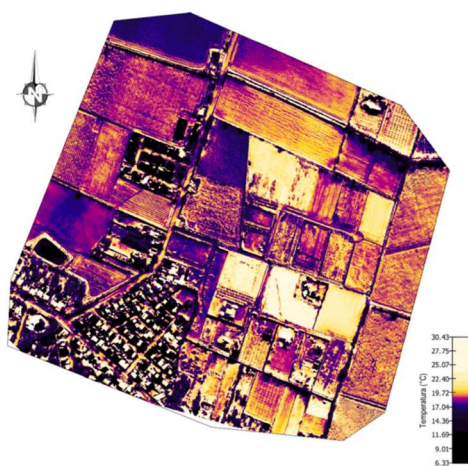
	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-P1F1-0002 Versión : 00 Página : 16 de 40
---	-------------------------------------	--

La batimetría convencional se llevó a cabo a través de las siguientes actividades:

- Armado de bote, inflado con bombín de pie: El bote tipo Zodiac es tripulado por el patrón de bote, quien se encarga de transportar al geomensor, durante la toma de mediciones. Para producir el menor impacto posible en el entorno, el método de propulsión del bote se realiza a través de remos.
- Mediciones con receptor GPS en tiempo real o RTK: Con un jalón unido al receptor GPS se miden las coordenadas geográficas del fondo .
- Medición a pie, el geomensor realiza la toma de puntos caminando en las partes con bajo nivel de agua, provisto de botas de agua, realiza la medición del fondo .

5.3 Tercera campaña, vuelo térmico.

Los vuelos térmicos son los que permiten a través de cámaras especiales(térmicas), la captura de las emisiones infrarrojas del espectro electromagnético en una zona de interés. Lo que permite ver en imágenes, la irradiación en función de la temperatura de la zona de estudio.



Ejemplo mapa termal

Los trabajos correspondientes al vuelo térmico se realizan el día 12 de septiembre de 2018, entre las 07:25am y las 10:20am, con una temperatura ambiente promedio de 4.3°C.

Para el vuelo se utiliza el equipo UAV de ala fija eBee Plus con cámara térmica Thermo MAP



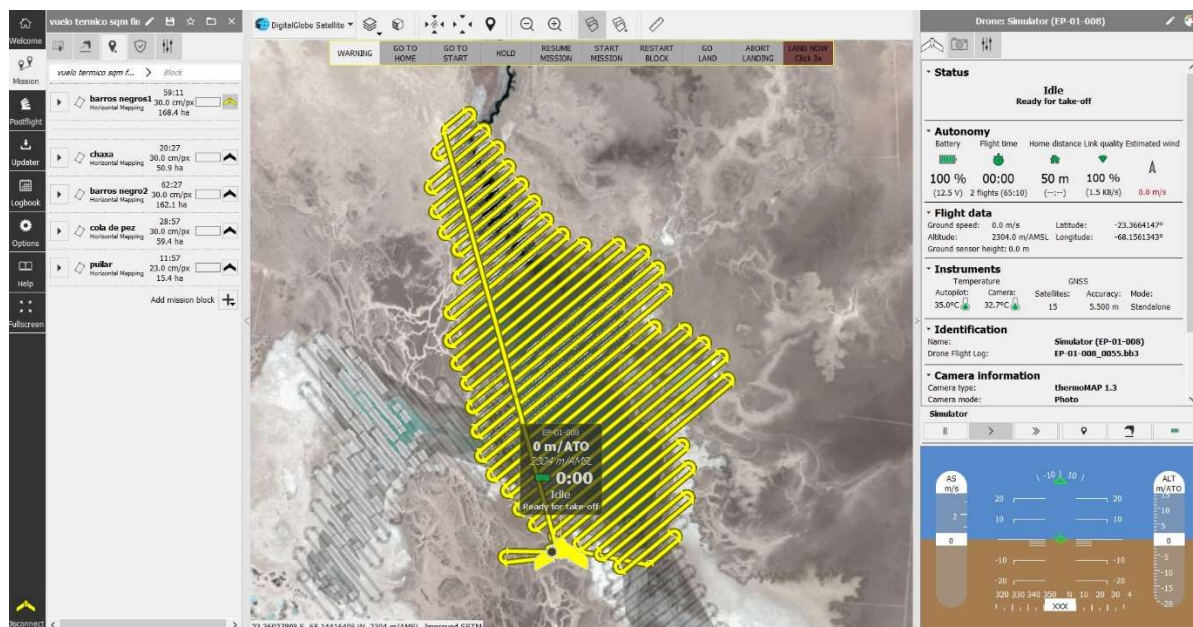
Equipo autónomo utilizado para la toma de imágenes aéreas, Ebee Plus y cámara thermoMAP

El vuelo térmico fue ejecutado con los siguientes datos:

Altura de vuelo: 158m

Cm/píxel: 30cm/píxel

Cantidad de imágenes: 10823



Planificación del vuelo

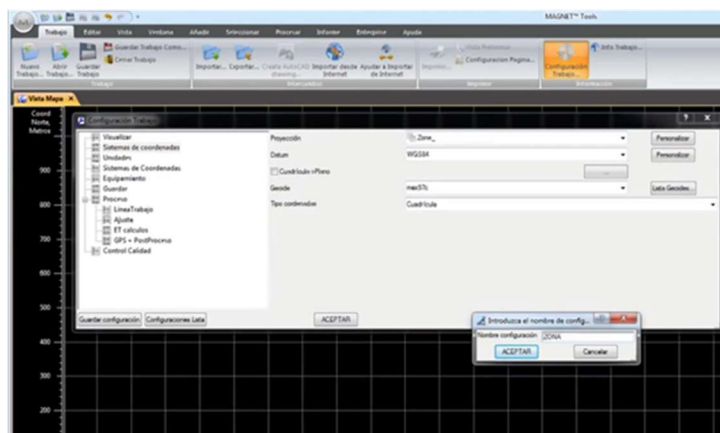
	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-P1F1-0002 Versión : 00 Página : 19 de 40
---	-------------------------------------	---

6. PROCESAMIENTO DE DATOS CRUDOS

Luego de ejecutar las mediciones en terreno, se deben descargar los datos obtenidos en un ordenador, donde se lleva a cabo el procesamiento de los datos crudos, esto consiste en la transformación de los datos obtenidos por los distintos equipos utilizados, en información legible, compatible e intercambiable con los distintos programas de post proceso utilizados para la obtención de modelos 3D. Un ejemplo de esto son los datos tomados por el GPS, los que una vez procesados se transforman en archivos de extensión .CSV o .XYZ los que contienen información de coordenada y cota de los puntos levantados. Estos archivos son compatibles con la mayoría de los programas de modelamiento, los que utilizan esa información para generar un modelo 3D de las superficies levantadas.

6.1 Datos GPS

Con el software Topcon Magnet Tools se procesan los datos de instalación y mediciones directas tomadas con GPS: Marcas de apoyo, fondo laguna, cota pelo de agua.



Software: Topcon Magnet Tools

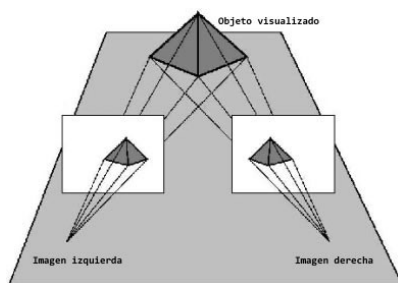
A continuación, un ejemplo de puntos coordenados obtenidos luego del proceso

```
MARCA 1 BN,7416099.245,584719.425,2338.077
MARCA 2 BN,7415378.145,584438.335,2337.486
MARCA 3 BN,7414779.755,586340.984,2338.032
MARCA 4 BN,7415742.185,586252.254,2337.917
MARCA 5 BN,7414218.936,587382.853,2338.285
```

Resultados: Archivo Extensión .CSV, Listado de Puntos Coordenados

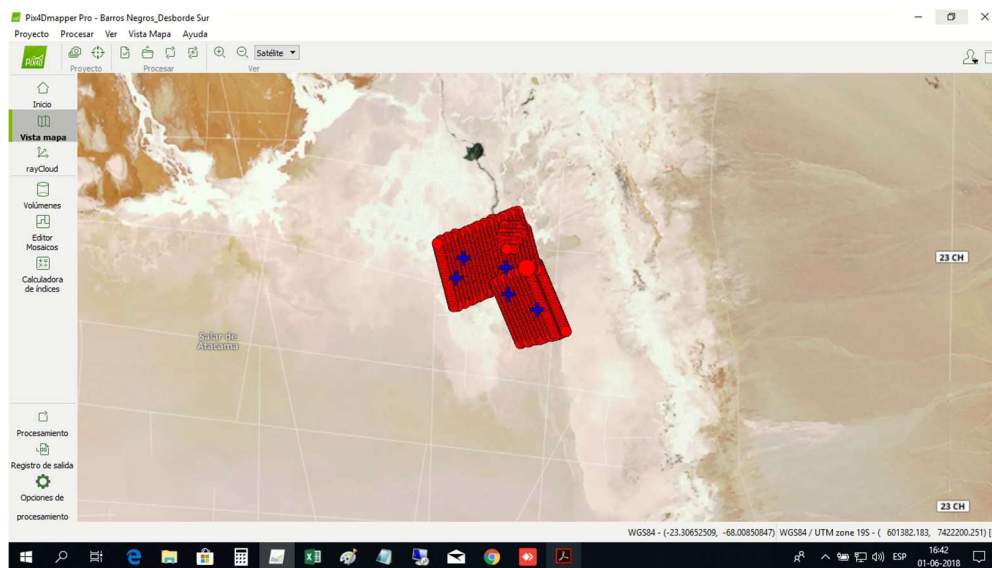
6.2 Imágenes aerofotogrametría

Las imágenes obtenidas del vuelo con dron se procesan en el software pix4D Mapper, el que trabaja con los principios de la fotogrametría, la que obtiene a través del traslape o superposición de las imágenes una visión estereoscópica de los puntos en común y así determina la geometría en tres dimensiones de los objetos.

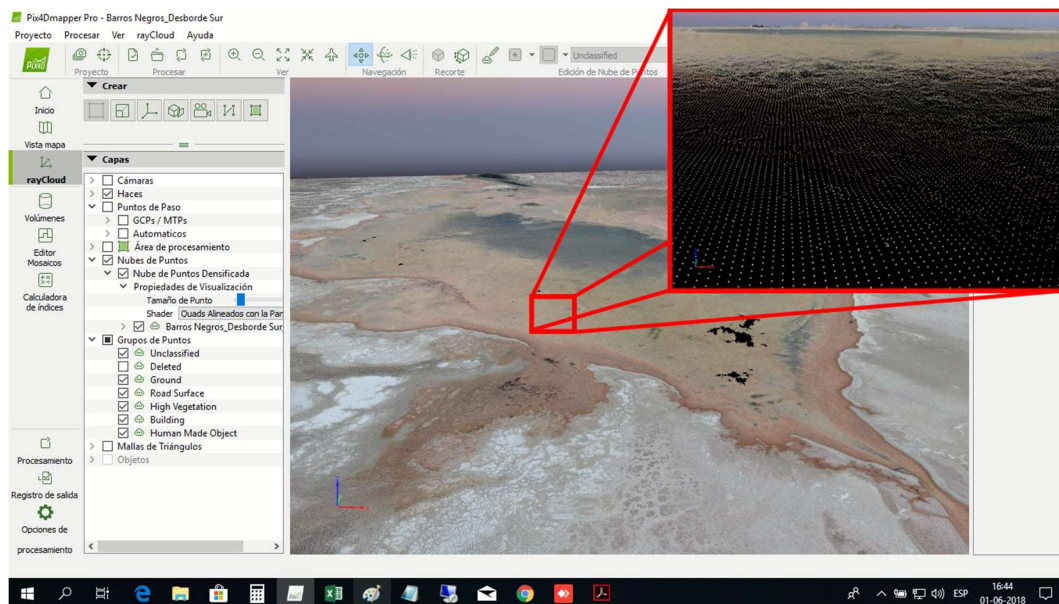


Esquema de visión estereoscópica

Este proceso genera puntos 3D con coordenadas Norte, Este y Elevación, los que son ajustados a las posiciones de las marcas de apoyo levantadas con GPS, de esta forma se relaciona dimensionalmente los datos de terreno (GPS) y su representación gráfica, obteniendo así un modelo georreferenciado.



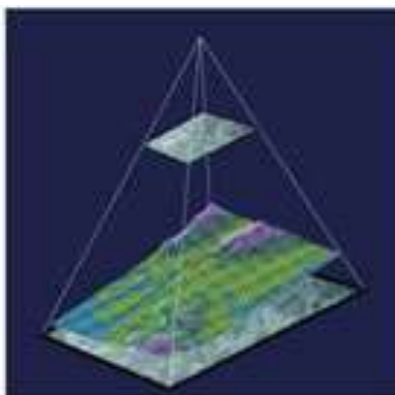
*Software Pix4D Mapper
Posicionamiento de cámaras*



Nube de puntos 3D obtenida del proceso

Luego de la generacion de puntos 3D el software genera un modelo digital del terreno, el que junto con las imágenes sirven para generar la ortofotografía

Obtención de la Ortofotografía: Cada fotografía correctamente orientada junto con el Modelo Digital del Terreno permite llevar a cabo el proceso de ortoproyección, proporcionando una ortofotografía, es decir, una imagen georreferenciada, ortorectificada y a escala.



Esquema de ortoproyección

Una vez generados el modelo de terreno y la ortofoto se exportan los resultados en los distintos formatos compatibles con los softwares de post proceso. Estos son:

- Ortofoto en formatos de extensión .TIF y .ECW
- Grilla de puntos 3D en archivo de extensión .LAS. Los archivos de extensión .LAS corresponden a un tipo de formato estándar para la contención de grandes cantidades de datos, el cual puede ser leído por distintos softwares. En definitiva, es un archivo de puntos, similar al de extensión .XYZ que entrega el proceso de los datos GPS.

Quality Check



🔍 Images	median of 16595 keypoints per image	✓
🔍 Dataset	1016 out of 1016 images calibrated (100%), all images enabled	✓
🔍 Camera Optimization	0.77% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
🔍 Matching	median of 11634.8 matches per calibrated image	✓
🔍 Georeferencing	yes, 5 GCPs (5 3D), mean RMS error = 0.012 m	✓

🔍 Preview

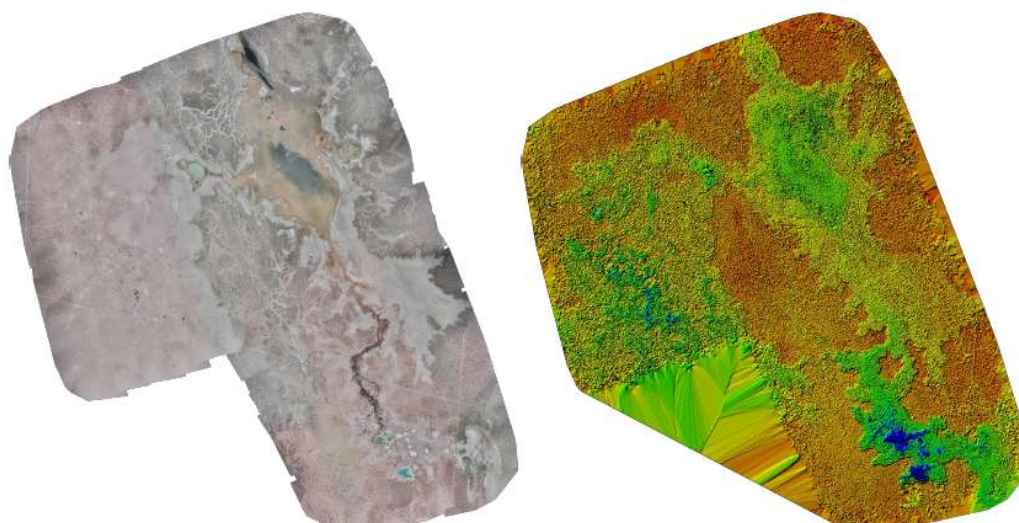


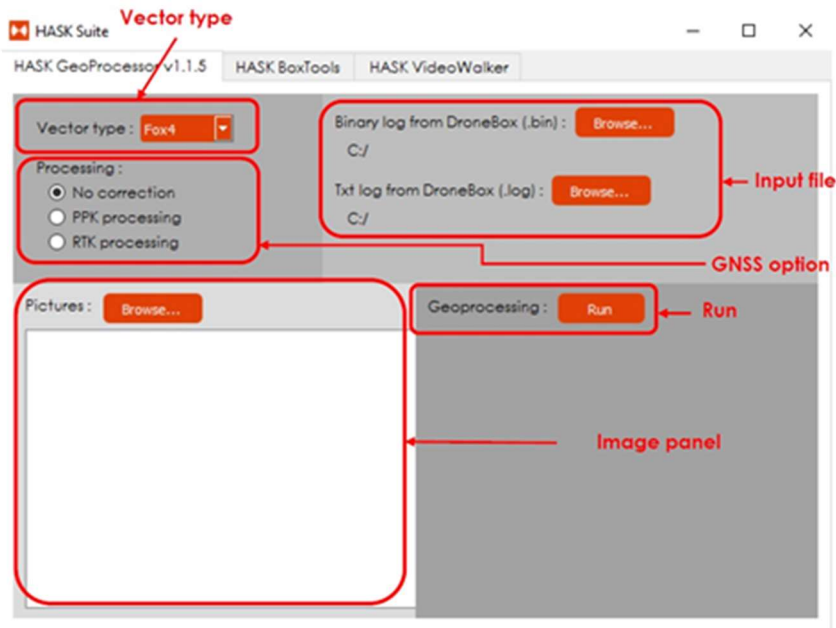
Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

Resultados: Ortomosaico y nube de puntos (.LAS)

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-P1F1-0002 Versión : 00 Página : 23 de 40
---	-------------------------------------	---

6.3 Datos bote autónomo

Con el software HASK GeoProcessor se procesan los datos obtenidos por el bote autónomo.



Software: HASK GeoProcessor

```
#lat,lon,alt,depthalt,depth,qual_flag,qual_descr
-23.36277573,-68.15422540,2333.8089,2333.4089,0.4000,1,fix
-23.36277336,-68.15422439,2333.8041,2333.4041,0.4000,1,fix
-23.36277122,-68.15422350,2333.8089,2333.4089,0.4000,1,fix
-23.36276257,-68.15422036,2333.8060,2333.4060,0.4000,1,fix
-23.36276031,-68.15421909,2333.7989,2333.3989,0.4000,1,fix
-23.36275817,-68.15421782,2333.8060,2333.4060,0.4000,1,fix
-23.36275652,-68.15421706,2333.8031,2333.4031,0.4000,1,fix
-23.36275426,-68.15421617,2333.8031,2333.4031,0.4000,1,fix
-23.36275283,-68.15421490,2333.7970,2333.3970,0.4000,1,fix
-23.36275094,-68.15421453,2333.8031,2333.4031,0.4000,1,fix
-23.36274963,-68.15421326,2333.7940,2333.3940,0.4000,1,fix
-23.36274844,-68.15421148,2333.7989,2333.3989,0.4000,1,fix
-23.36274807,-68.15420968,2333.7950,2333.3950,0.4000,1,fix
-23.36274711,-68.15420699,2333.7889,2333.3889,0.4000,1,fix
-23.36274674,-68.15420405,2333.7970,2333.3970,0.4000,1,fix
-23.36274601,-68.15420020,2333.7979,2333.3979,0.4000,1,fix
-23.36274552,-68.15419713,2333.7940,2333.3940,0.4000,1,fix
-23.36274503,-68.15419432,2333.7979,2333.3979,0.4000,1,fix
-23.36274429,-68.15418983,2333.7960,2333.3960,0.4000,1,fix
-23.36274393,-68.15418765,2333.7979,2333.3979,0.4000,1,fix
-23.36274369,-68.15418637,2333.7960,2333.3960,0.4000,1,fix
```

Resultados: Archivo extensión .XYZ, nube de puntos coordenados batimetría

6.4 Imágenes vuelo térmico

Las imágenes obtenidas del vuelo térmico se procesan en el software pix4D Mapper, el que combina la información del espectro infrarrojo capturada en cada imagen y genera un mapa de reflectancia del sector. En este caso, debido a una falla técnica relacionada con la memoria de la cámara, se perdió información de imágenes, por lo que solo se obtuvo un mapa de reflectancia parcial de la laguna Barros negros.



▼ 1. Mapa de reflectancia

Generar Ayuda

Banda	nm	Mín	Media	Máx	DesvEstand:	Var
thermal_ir	10000.5	9717.82	10914.33	13397.58	516.94	267226.18

Esta información es utilizada por el mismo software para transformar los datos a grados centígrados y obtener así un mapa de índice con las temperaturas de la laguna.

▼ 3. Mapa de índice

Nombre Fórmula

temperature [°C] = thermal_ir / 100 - 100

Editar... Lista de índices... Generar Ayuda

Banda	Mín	Media	Máx	DesvEstandar	Var
banda1	3.21	13.34	29.68	5.11	26.16

▼ 3. Mapa de índice

Nombre Fórmula

temperature [°C] = thermal_ir / 100 - 100

Editar... Lista de índices... Generar Ayuda

Banda	Mín	Media	Máx	DesvEstandar	Var
banda1	2.90	7.17	13.08	2.05	4.21

▼ 3. Mapa de índice

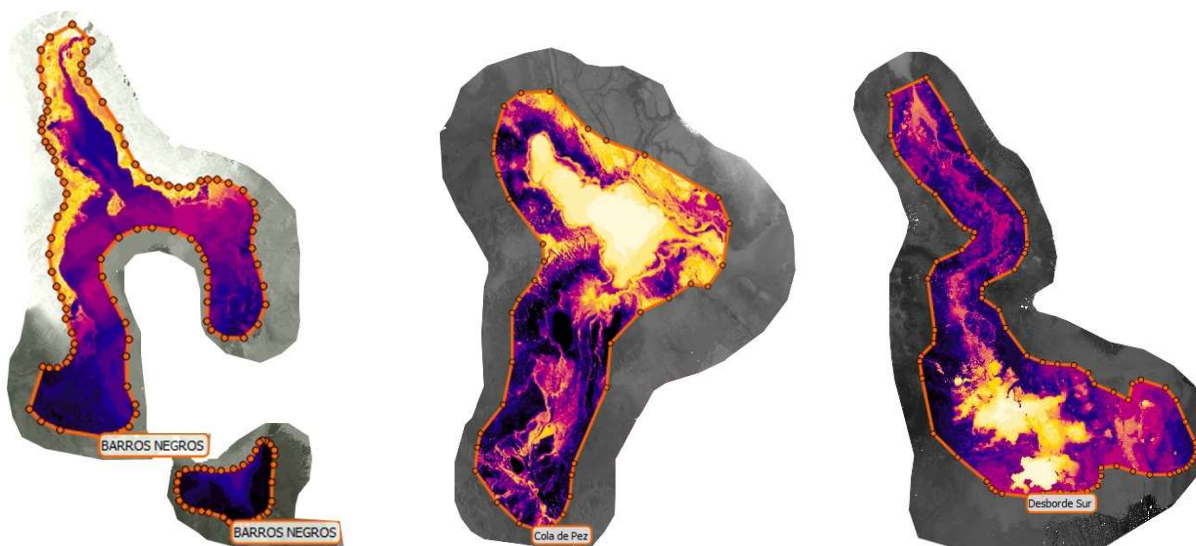
Nombre Fórmula

temperature [°C] = thermal_ir / 100 - 100

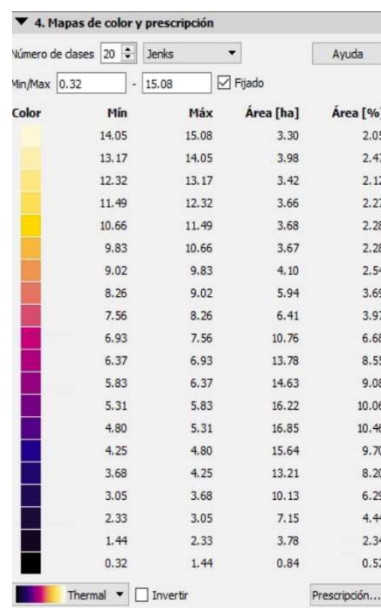
Editar... Lista de índices... Generar Ayuda

Banda	Mín	Media	Máx	DesvEstandar	Var
banda1	0.32	6.37	15.10	2.90	8.43

Una vez transformados los datos a grados centígrados se genera el mapa térmico de la laguna



Mapas térmicos de lagunas: Barros Negros, Cola de pez y Desborde Sur



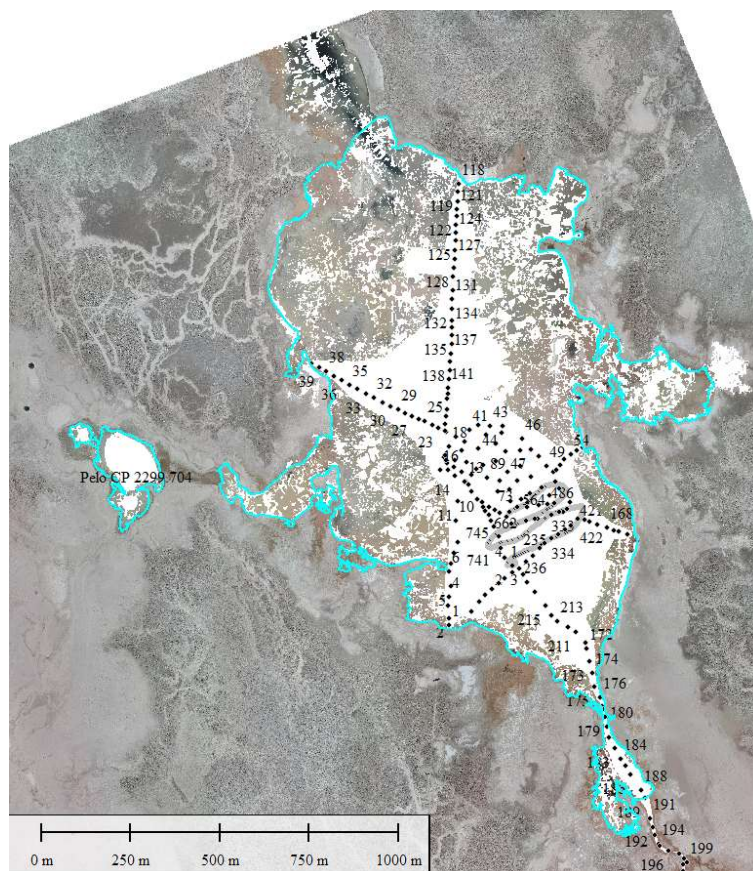
Escala de grados por color

7. POST PROCESO Y EDICIÓN DEL MODELO 3D(MDT)

Esta etapa es donde se genera el modelo 3d o Malla Digital de Terreno (MDT), utilizando la información obtenida del proceso de datos crudos.

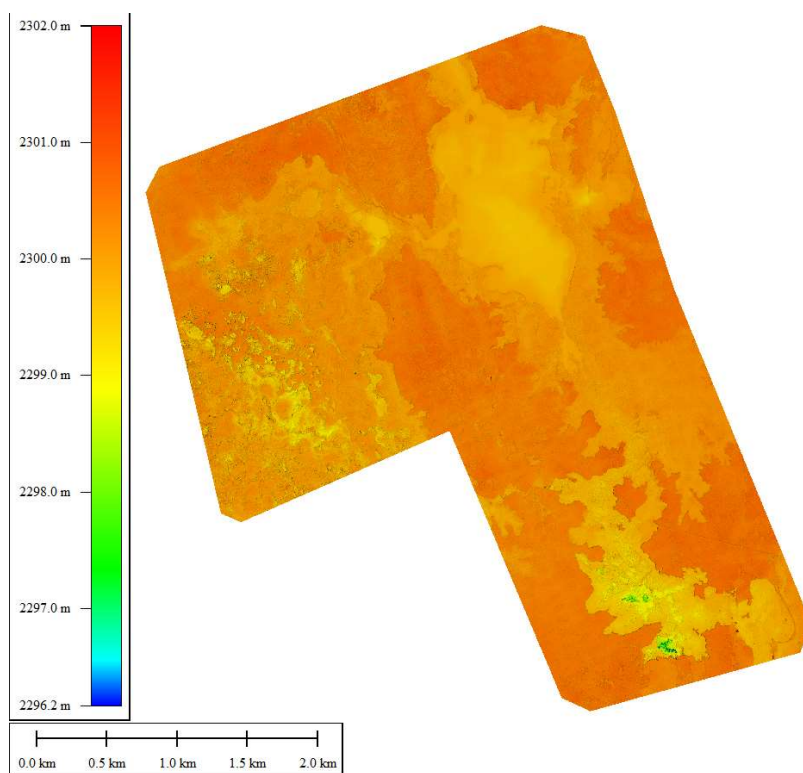
Se unen los archivos de puntos extraídos del proceso de la aerofotogrametría y los datos batimétricos, junto con el contorno del pelo de agua previamente definido sobre la ortofoto.

Datos importados:



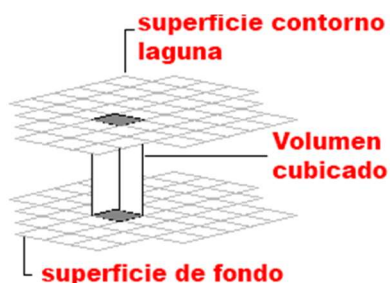
Nube de puntos de aerofotogrametría filtrados, datos de batimetrías y contorno del pelo de agua para generación de modelo digital de terreno MDT

Con toda la información reunida, previamente importada editada y purgada, se genera el MDT (modelo digital de Terreno) el cual corresponde a una malla digital de la superficie del fondo de la laguna y del terreno circundante a éstas.



Modelo 3d (DTM) Fondo laguna y terreno

Al obtener un modelo 3D del terreno se pueden extraer los volúmenes de las lagunas, comparando la superficie del terreno vs una superficie creada con el contorno y elevación del pelo de agua de las lagunas



	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-P1F1-0002 Versión : 00 Página : 28 de 40
---	-------------------------------------	--

8. RESULTADOS

8.1 Obtención de resultados

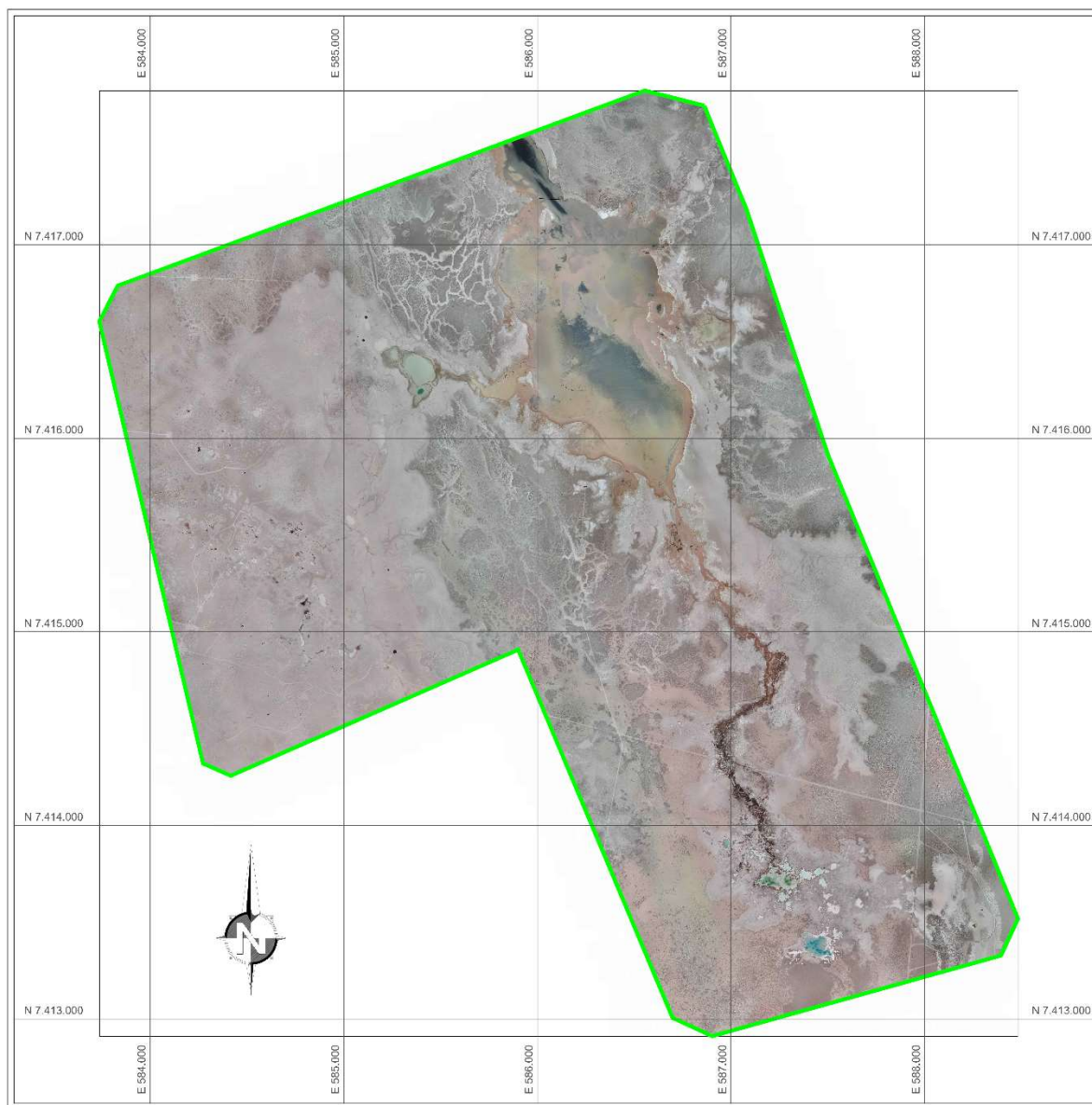
Para poder generar un modelo completo del fondo de la laguna, se ha combinado la información obtenida de las distintas etapas de extracción de datos; Batimetría convencional, Batimetría No convencional (bote autónomo) y Aerofotogrametría. Estos datos se han vinculado al vértice de amarre existente P1F1 y se han post procesado en software especializado para obtener un modelo 3D del fondo de la laguna y áreas circundantes, este modelo está referenciado en elevación al geoide EGM96, por medio de la diferencia entre el elipsoide y el geoide(ondulación), obteniendo un modelo con elevaciones referidas al nivel medio del mar.

Los datos utilizados, correspondientes a la batimetría tradicional, son los puntos medidos con jalón en el fondo de la laguna.

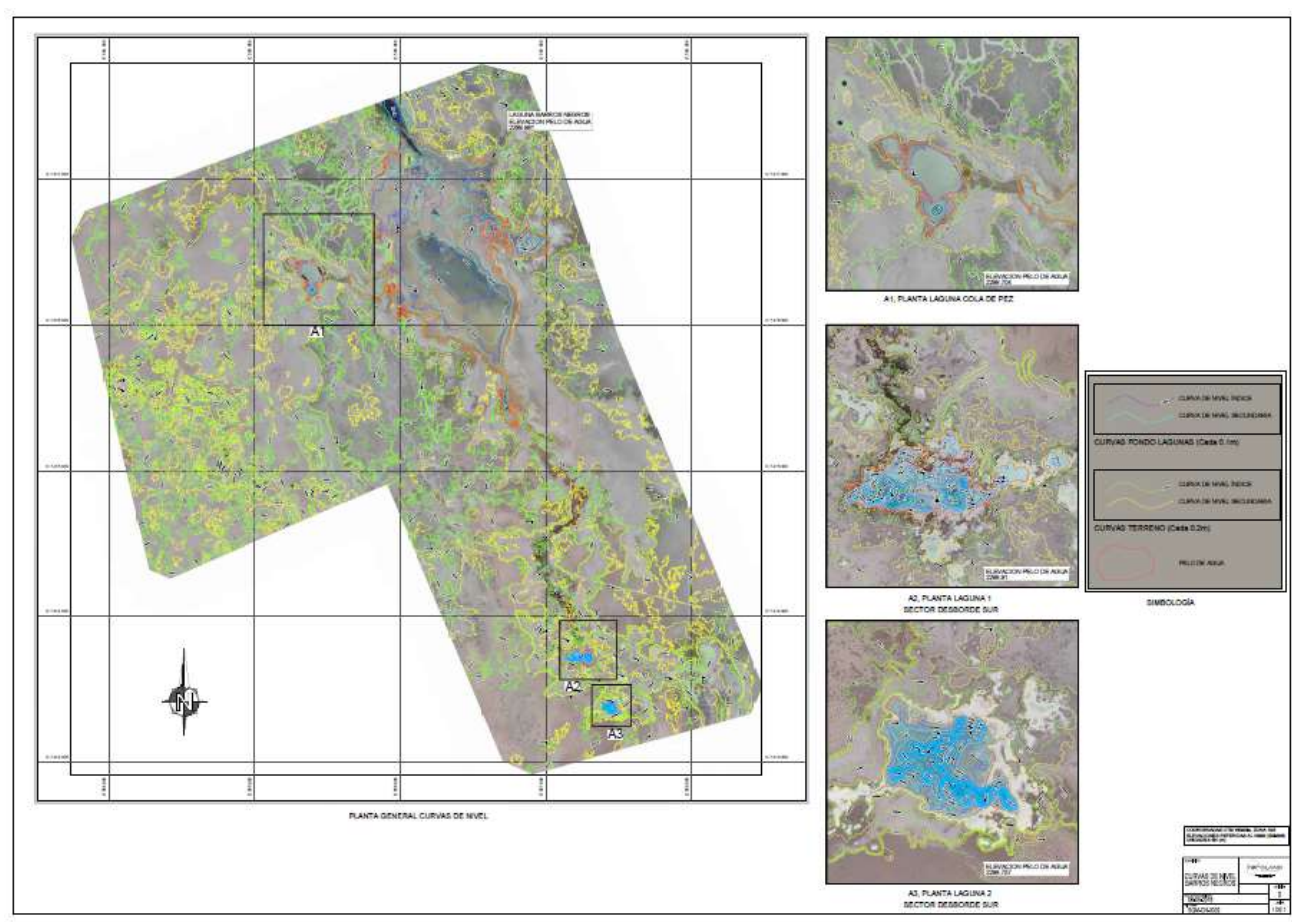
Los datos obtenidos de la batimetría no tradicional corresponden a la información recolectada por el bote autónomo a través del ecosonda, que registra la profundidad del fondo de la laguna

En los sectores donde no se levantaron datos batimétricos se utilizaron los puntos .LAS obtenidos del proceso de aerofotogrametría, la cual puede ser utilizada en sectores de aguas claras y de baja profundidad (alrededor de los 50cm). Estos puntos que contienen información coordenada (Norte, Este, Elevación) son filtrados por elevación y además son purgados para eliminar del modelo, cualquier punto fuera del rango de elevaciones del fondo, rango corroborado por los datos levantados con batimetría convencional y/o no convencional.

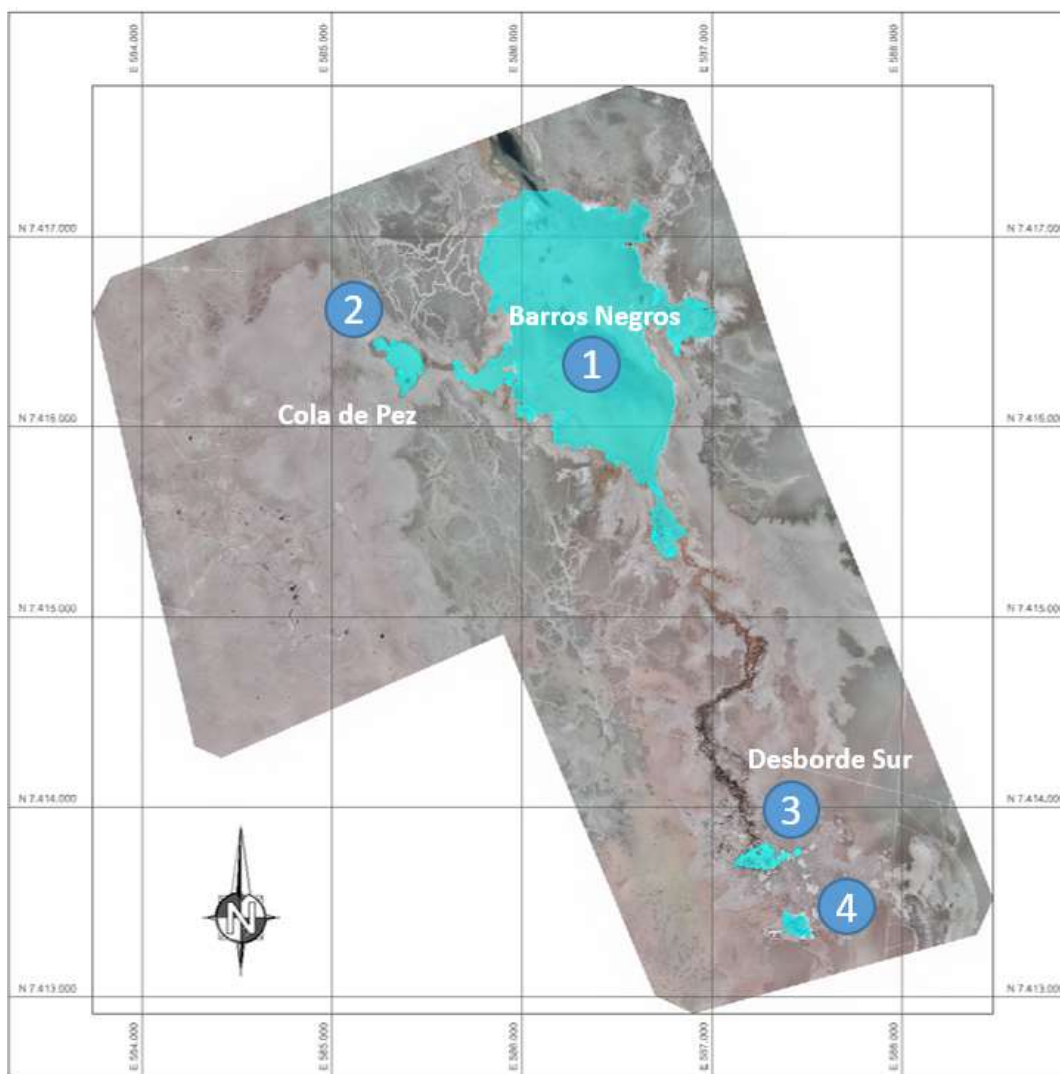
Las lagunas de Cola de pez y las lagunas del sector de Desborde sur, fueron modeladas completamente con los datos obtenidos del vuelo aerofotogramétrico (puntos .LAS), esto debido a que no se realizaron mediciones batimétricas en esas lagunas.



Ortofoto, área total 1282.26ha



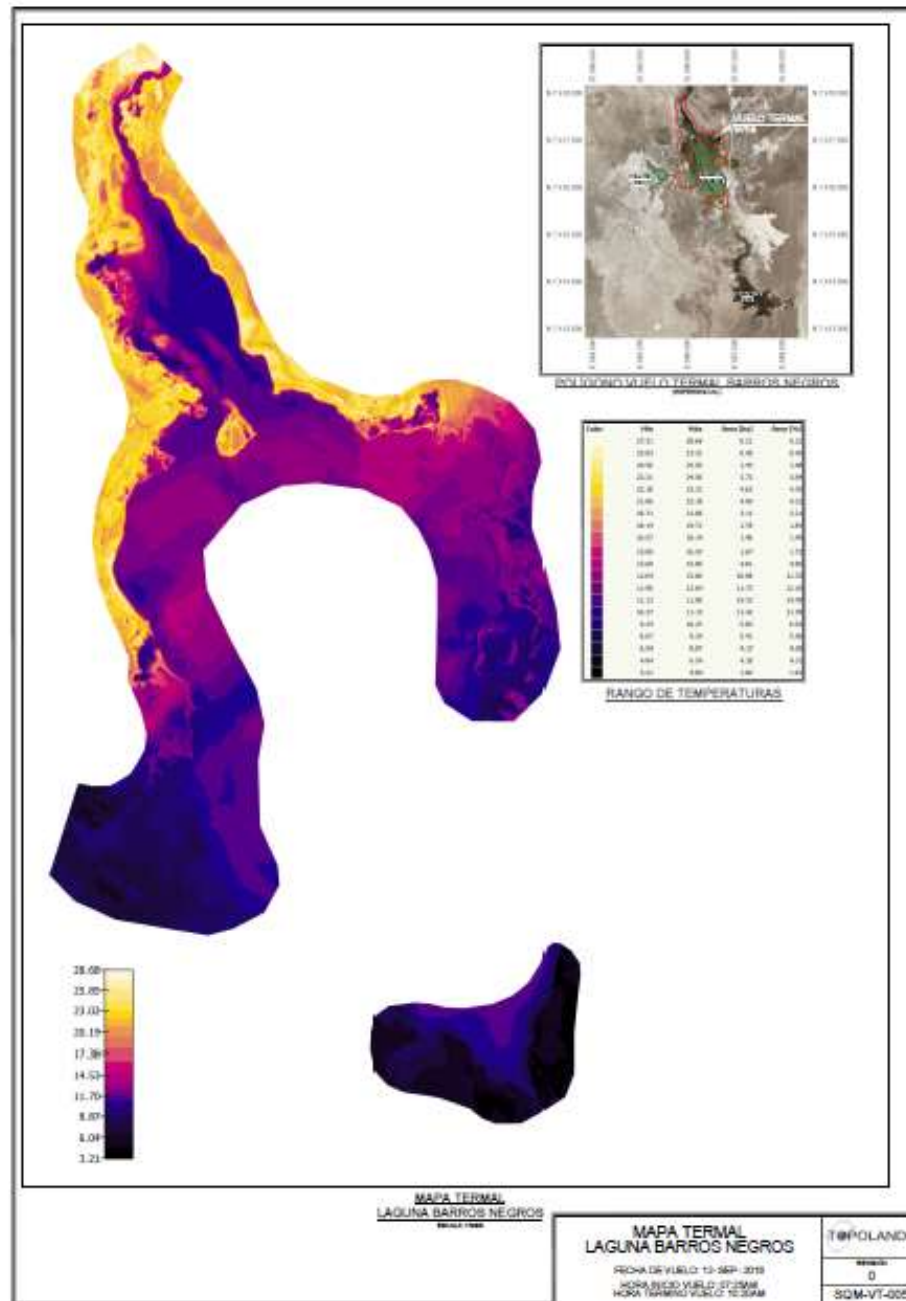
Curvas de nivel



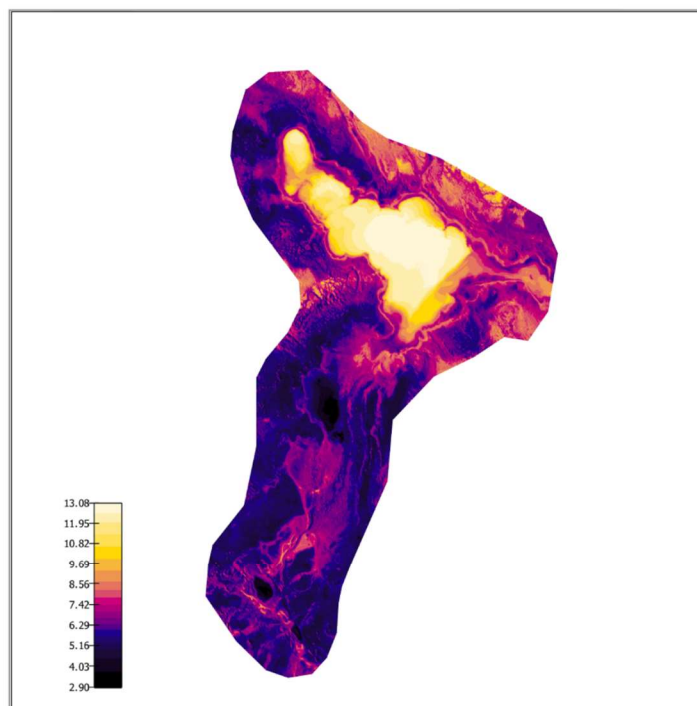
Planta contornos de lagunas principales

N°	Cota Pelo de Agua (nmm)	Superficie (ha)	Volumen (m3)
1	2299.981	112.5	223471.2
2	2299.704	3.3	3485.8
3	2298.910	1.9	4749.5
4	2298.757	1.1	6507.1

Niveles, Superficies y Volúmenes de agua



Mapa térmico Laguna Barros Negros



MAPA TERMAL
LAGUNA COLA DE PEZ
ESCALA 1:5000



POLÍGONO VUELO TERMAL LAGUNA COLA DE PEZ
(REFERENCIAL)

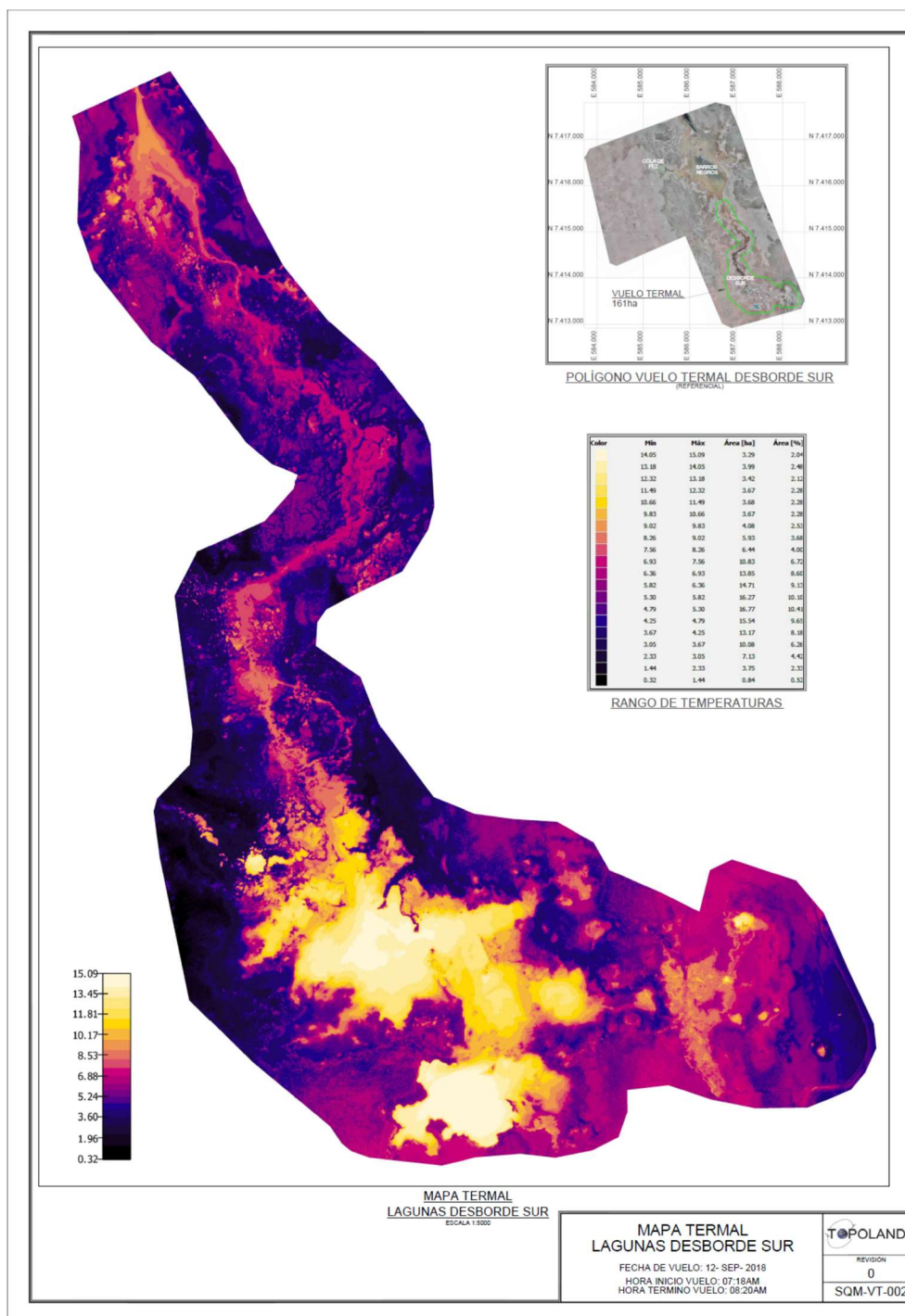
Color	Mín	Máx	Área (ha)	Área (%)
	12.53	13.08	1.92	3.53
	12.02	12.53	1.79	3.21
	11.46	12.02	1.10	2.02
	10.71	11.46	0.75	1.33
	10.02	10.71	0.76	1.39
	9.34	10.02	0.78	1.42
	8.75	9.34	1.23	2.26
	8.27	8.75	2.24	4.12
	7.86	8.27	3.01	5.52
	7.46	7.86	3.37	6.19
	7.09	7.46	3.61	6.63
	6.74	7.09	4.49	8.25
	6.41	6.74	5.38	9.89
	6.08	6.41	5.27	9.69
	5.75	6.08	5.25	9.66
	5.42	5.75	5.48	10.06
	5.07	5.42	5.36	9.89
	4.51	5.07	2.13	3.92
	3.78	4.51	0.37	0.69
	2.90	3.78	0.20	0.37

RANGO DE TEMPERATURAS

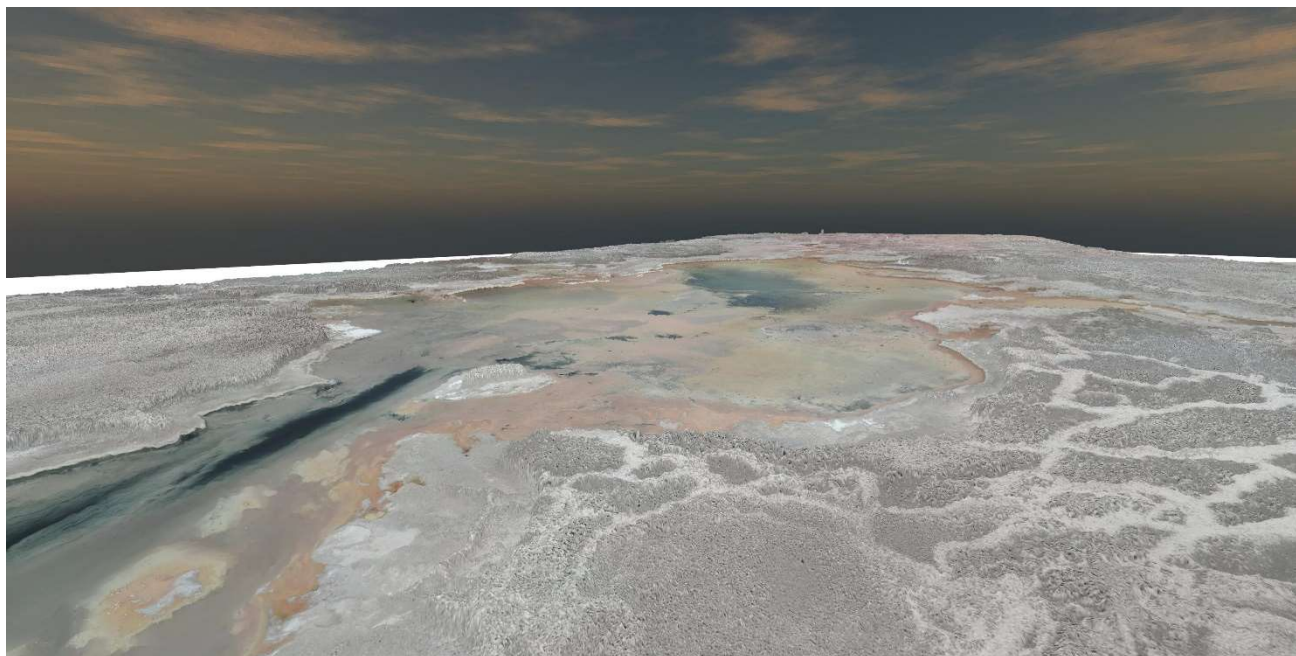
MAPA TERMAL
LAGUNA COLA DE PEZ
FECHA DE VUELO: 12-SEP-2018
HORA INICIO VUELO: 08:34AM
HORA TERMINO VUELO: 09:04AM

TOPOLAND
REVISIÓN
0
SQM-VT-003

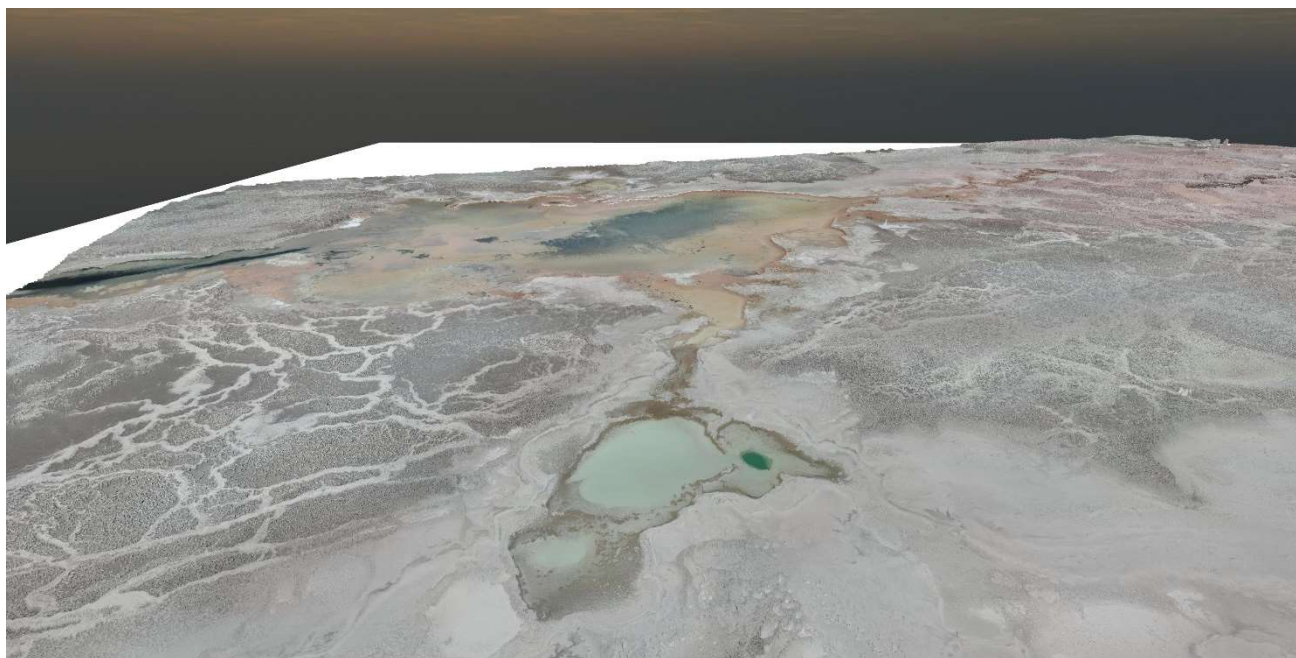
Mapa térmico Laguna Cola de Pez



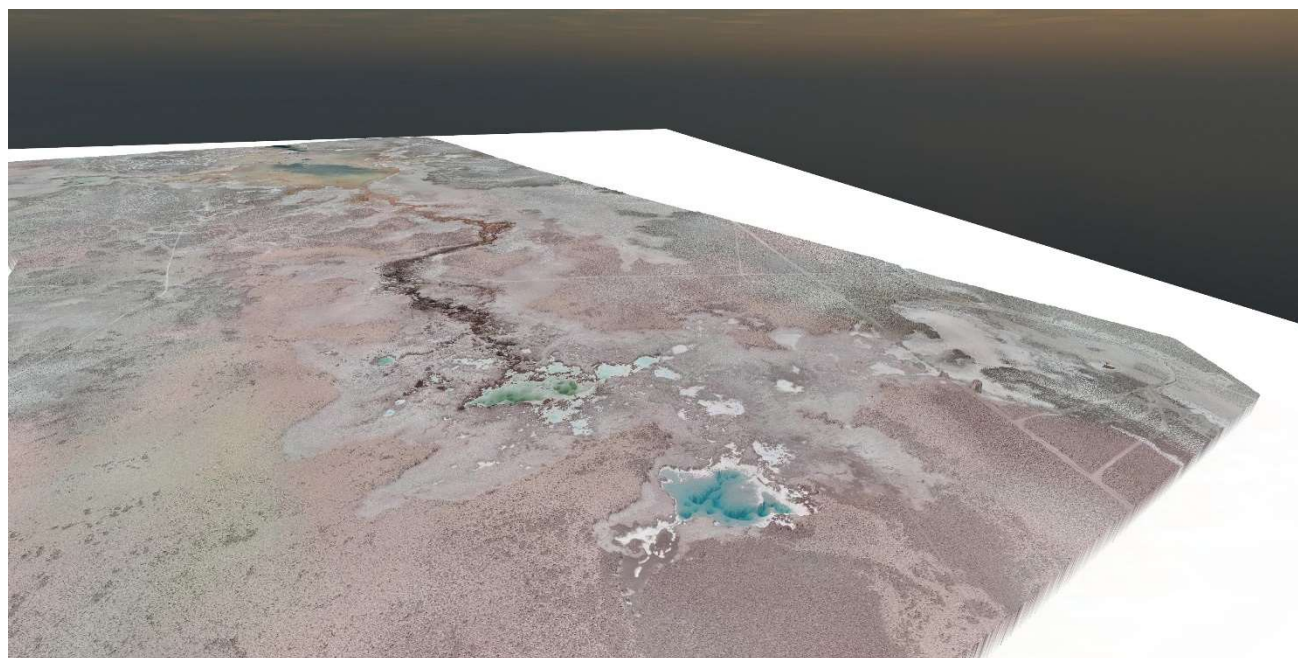
Mapa térmico sector de lagunas de Desborde Sur



Vista 3d, modelo digital de terreno, laguna Barros negros



Vistas 3D, modelo digital de terreno, laguna Cola de pez



Vistas 3D, modelo digital de terreno, lagunas Desborde sur

9. EQUIPOS UTILIZADOS

Sociedad Topoland Ingeniería LTDA., realiza sus servicios del área de Topografía con equipos de vanguardia, con el fin de optimizar el desarrollo de las labores, y cumplir con los estándares exigidos. A continuación, se describen los equipos utilizados durante el trabajo encomendado:

9.1 Instalación de base, puntos de apoyo y mediciones directas del fondo de laguna



Precisiones
Static/Fast Static:
H: 3.0 mm + 0.4 ppm
V: 5.0 mm + 0.5 ppm
Precision Static:
H: 3.0 mm + 0.1 ppm
V: 3.5 mm + 0.4 ppm
RTK (L1+L2):
H: 5 mm + 0.5 ppm
V: 10 mm + 0.8 ppm

Equipo GPS marca: Topcon

Modelo: Hiper V

9.2 Batimetría no convencional



Foxbathy

Tipo de bote	Catamarán
Navegación	Automático completo (o manual)
Desmontable	Sí
Configuración e inicio	Menos de 10 minutos
Tiempo de autonomía	Hasta 5 horas
Velocidad de crucero	1.0 a 2.0 m / s típico (3.9 nudos)
Velocidad máxima	2.5 m / s (4.9 nudos)
Distancia de recorrido	Hasta 18 km lineales (9.7 nmi)
Rango de temperatura	- 10 ° C a + 45 ° C
Material	Espuma EPP, estructura compuesta
Dimensiones	820 mm x 1130 mm x 755 mm
Peso con ecosonda estándar	5,8 kg
Motores	2 motores subacuáticos
Baterías	1 (Polímero de litio)
Remoto	2.4 GHz y otros
Telemetría	433-868-933 Mhz y otros
Vídeo (FPV)	5.8 GHz y otros
Área típica medida (1.6 m / s)	18 ha / h
Software	<ul style="list-style-type: none"> Planificación (Mission Planner) Procesamiento GNSS (HASK – Geoprocessor)
Datos de Salida	Latitud, Longitud, Altitud - WGS 84

Especificaciones Bote autonomo_FoxBathy

Frecuencia	235khz
Rango de medición de profundidad	0.4m a 100m
Precisión	10cm
Temperatura	- 10 ° C a + 45 ° C

Especificaciones Ecosonda

9.3 Aerofotogrametría



Precisiones

Precisión absoluta X, Y, Z (RTK/PPK activado o con GCP) Hasta 3 cm (1,2 in)/5 cm (2 in)

Precisión absoluta X, Y, Z (sin RTK/PPK y sin GCP) 1-5 m (3-16 ft)

Equipo UAV (UAVe) marca: Sensefly

Modelo: eBee Plus con cámara incorporada S.O.D.A. de 20 megapíxeles

9.4 Batimetría convencional o tradicional



Longitud (eslora)	3m
Ancho(manga)	1.59m
Peso	52kg
Pasajeros	3
Carga máxima	510kg

Bote tipo zodiac marca BlueBay

10. PERSONAL ENCARGADO DEL SERVICIO

10.1 Personal de terreno

Geomensor: Logística, instalación de GPS base, mediciones directas con GPS (marcas de apoyo y fondo laguna).

Operador UAVes: Mediciones con UAV aéreo y batimétrico.

Patrón de bote: Armado y navegación de bote tipo Zodiac.

10.2 Personal de gabinete

Geomensor: Proceso de datos crudos de terreno.


Dibujante: Proceso de imágenes y obtención de resultados finales.

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0003 Versión : 00 Página : 1 de 30
---	-------------------------------------	--

INFORME TÉCNICO

“Topografía Especializada, Aerofotogrametría y Batimetría Laguna Chaxa”

Sociedad Química y Minera de Chile - SQM

	SERVICIOS ÁREA DE TOPOGRAFÍA		
	SOCIEDAD TOPOLAND INGENIERÍA S.A.		
	Contrato/Proyecto:	Revisión: 0	Página: 1 de 30
Código: SQM-BAT-P1F1-0003	Fecha: 25-10-2018		
Elaborado por: M.L.D	Revisado por: F.A.R.	Aprobado por: M.A.Q.	
Revisado por SQM:		Aprobado por SQM:	

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0003 Versión : 00 Página : 2 de 30
---	-------------------------------------	--

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	ACERCA DE NUESTRA EMPRESA.....	3
3.	OBJETIVOS	4
3.1	General.....	4
3.2	Específicos	4
4.	ANTECEDENTES GENERALES DEL SERVICIO.....	4
4.1	Antecedentes generales	4
4.2	Emplazamiento zona de estudio.	5
5.	METODOLOGÍA TRABAJOS EN TERRENO	7
5.1	Primera campaña, aerofotogrametría.....	7
5.2	Segunda campaña, batimetría.	12
5.3	Tercera campaña, vuelo térmico.....	14
6.	PROCESAMIENTO DE DATOS CRUDOS	16
6.1	Datos GPS.....	16
6.2	Imágenes aerofotogrametría.....	17
6.3	Imágenes vuelo térmico.....	20
7.	POST PROCESO Y EDICIÓN DEL MODELO 3D(MDT)	22
8.	RESULTADOS.....	24
8.1	Obtención de resultados.....	24
9.	EQUIPOS UTILIZADOS.....	29
9.1	Instalación de base, puntos de apoyo y mediciones directas del fondo de laguna	29
9.2	Aerofotogrametría.....	29
9.3	Batimetría convencional o tradicional.....	30
10.	PERSONAL ENCARGADO DEL SERVICIO	30
10.1	Personal de terreno	30
10.2	Personal de gabinete	30

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0003 Versión : 00 Página : 3 de 30
---	-------------------------------------	--

1. INTRODUCCIÓN

Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) ha solicitado a TopoLand Ingeniería, la realización del levantamiento batimétrico, aerofotogramétrico y térmico de la laguna Chaxa, ubicada en el salar de Atacama y que está dentro de su plan de seguimiento ambiental, para el resguardo de los sistemas sensibles del salar. Esta laguna forma parte de una red hídrica, conformada por un conjunto de lagunas unidas entre sí, por canales superficiales, donde el río Burro Muerto, que escurre de Norte a Sur, une las lagunas Chaxa, y Barros Negros. Además, conectada superficialmente con este sistema, se encuentra la laguna Puilar.

En el presente informe entregamos una secuencia de los trabajos realizados, tanto en terreno como en gabinete, para llevar a cabo los trabajos de batimetría convencional, así como el vuelo aerofotogramétrico y térmico con equipos autónomos (UAV).

2. ACERCA DE NUESTRA EMPRESA

TopoLand Ingeniería es una empresa con más de diez años en el mercado chileno y especializada en el campo de las Ciencias de la Tierra.

Empresa de ingeniería con estándares internacionales de calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional, certificados bajo norma ISO.

Se caracteriza por la aplicación y desarrollo de tecnologías de vanguardia para satisfacer los requerimientos de sus clientes.

Tiene personal capacitado y certificado por organismos nacionales como la DGAC (dirección general de aeronáutica civil) y fabricantes de equipos autónomos de varios países, incluyendo Norteamérica, Europa y China.

Para estas labores TopoLand Ingeniería utilizó vehículos autónomos para el relevamiento aéreo (UAV), validando su compromiso con la automatización de equipos y procesos en el desempeño de sus servicios.

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0003 Versión : 00 Página : 4 de 30
---	-------------------------------------	--

3. OBJETIVOS

3.1 General

El servicio tiene como finalidad realizar una batimetría, un vuelo aerofotogramétrico y un vuelo térmico que cubra el área de la laguna Chaxa y sectores aledaños.

3.2 Específicos

Realizar mediciones batimétricas en Laguna Chaxa

Realizar vuelo aerofotogramétrico y térmico del sector de laguna Chaxa y áreas circundantes

Generar un modelo digital de terreno (MDT).

Generar un ortomosaico georreferenciado de la zona de estudio

Presentación de metodologías utilizadas y entrega de resultados.

4. ANTECEDENTES GENERALES DEL SERVICIO

4.1 Antecedentes generales

Nombre	: “Servicio de Batimetría Autónoma”
Servicio	: Batimetría y Aerofotogrametría “Laguna Chaxa”
Lugar	: Salar de Atacama – II Región
Profesional Responsable	: Sres. Marcelo Morales M. y Juan Carlos Reinoso
Fecha Inicio Servicio	: 04/05/2018

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0003 Versión : 00 Página : 5 de 30
---	-------------------------------------	--

4.2 Emplazamiento zona de estudio.

Laguna Chaxa se encuentra emplazado al norte de Chile, en el salar de Atacama a 316 km de la capital regional de Antofagasta y a unos 2300m de altura sobre el nivel medio del mar.



*Segunda Región de Antofagasta, Chile
Ubicación Laguna Chaxa*

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0003 Versión : 00 Página : 6 de 30
---	-------------------------------------	--

La zona de estudio comprende la laguna completa y el perímetro de ésta

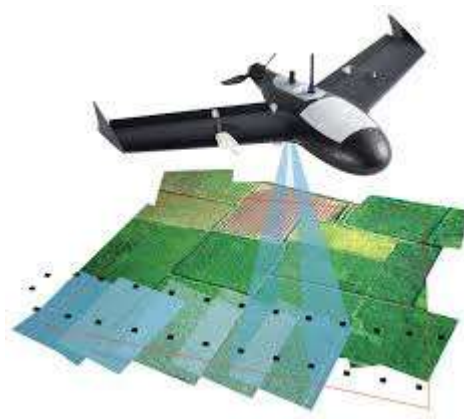


Zona de estudio, Laguna Chaxa

5. METODOLOGÍA TRABAJOS EN TERRENO

5.1 Primera campaña, aerofotogrametría

Aerofotogrametría: técnica que permite obtener o realizar mediciones correctas en base a fotografías aéreas, a fin de determinar las características métricas y geométricas de los objetos fotografiados



Representación gráfica: captura de imágenes por equipos autónomos

Debido a la gran cantidad de hectáreas a volar y presencia de flamencos en el sector, se utiliza para los vuelos y captura de imágenes un UAV de tipo ala fija, el que por sus características está diseñado para cubrir áreas extensas y además produce una baja emisión de ruido.



Equipo autónomo utilizado para la toma de imágenes aéreas, Ebee Plus

Los trabajos comienzan el día 4 de mayo de 2018, alrededor de las 10:00hrs. con la construcción de un monolito de concreto con un perno central, el que será utilizado como punto base (**040518SQM**) para la georreferenciación de éste y posteriores trabajos en el sector.

Sobre este monolito, se procede a instalar un equipo GPS Geodésico de doble frecuencia (marca Topcon), el que realiza observaciones simultáneamente, con los relevamientos hechos por el UAV.



Equipo de medición GPS sobre monolito de hormigón.

Para generar la coordenada de referencia, se realizó observación prolongada sobre el vértice, y de esta manera generar un “point position”. La elevación relativa a nivel medio del mar (NMM) se obtuvo mediante la determinación de ondulación geoidal, obtenida de modelo EGM96

Este sistema, consta de dos receptores, que además permiten realizar mediciones de coordenadas en tiempo real, utilizando un equipo como base estática sobre punto conocido y otro como móvil.

040518SQM				
Norte (m)	Este (m)	Altura Ell.(m)	Ond. EGM96(m)	El. s.n.m.m.
7415502.751	586206.327	2338.126	37.907	2300.219

Nota: Este punto, corresponde a Monolito de hormigón con perno central y coordenadas WGS 84 HUSO 19.

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0003 Versión : 00 Página : 9 de 30
---	-------------------------------------	--

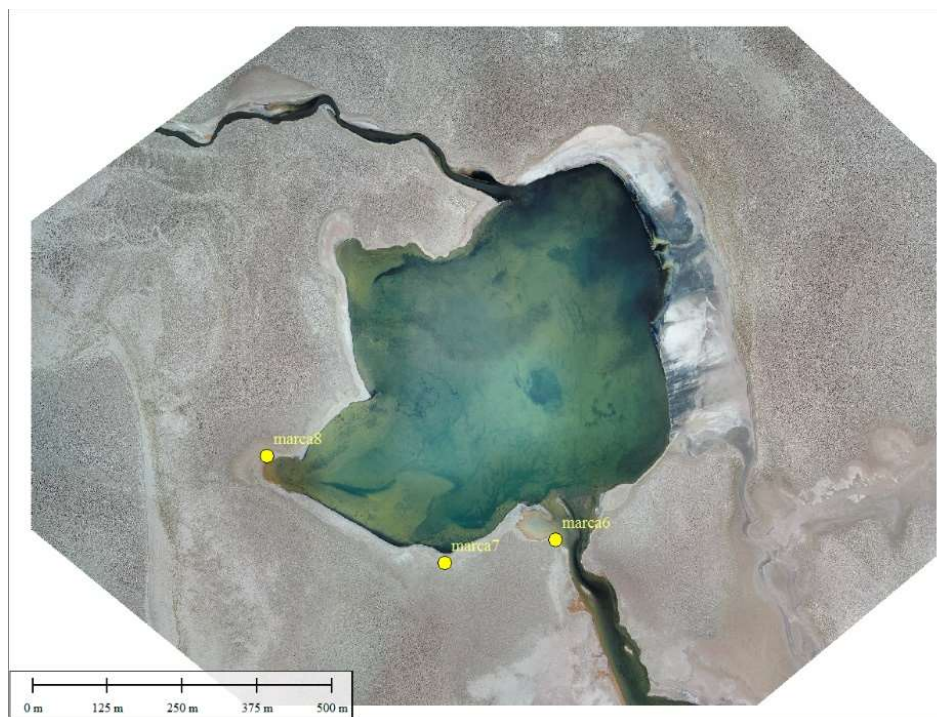
El Domingo 6 de mayo de 2018, el personal sale del campamento a las 08:00 hrs. e inicia las actividades en terreno alrededor de las 10:00 hrs. con la instalación del equipo GPS sobre el monolito 040518SQM, construido el día 04 de mayo de 2018, luego se realiza un reconocimiento del sector y un recorrido alrededor de la laguna, con el fin de determinar las posiciones de las marcas de apoyo a instalar y llevar a cabo la planificación del vuelo. Las marcas de apoyo corresponden a rectángulos de polietileno de color anaranjado de 60x60 cm, utilizadas como referencia en el post proceso de los datos aerofotogramétricos.



Marcas de apoyo.

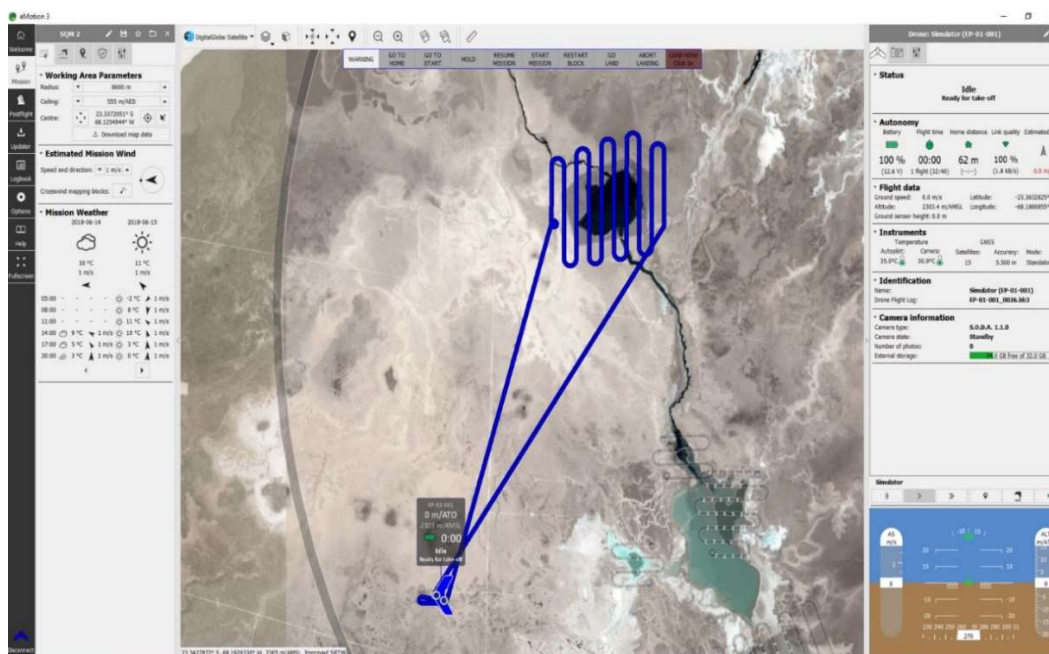
Una vez instaladas las marcas de apoyo, se procede a la toma de coordenadas, correspondientes a la posición de éstas. Para esto, se utiliza equipo GPS con las mismas características que la instalación base, en modalidad Rover o móvil, y configurado para tomar medidas en tiempo real (RTK).

Estos puntos de apoyo están vinculados al punto 040518SQM.



Ubicación puntos de apoyo.

Posterior a la medición de las marcas de apoyo se realiza la planificación del vuelo.



Planificación del vuelo

Una vez realizada la planificación de vuelo y al observar que el terreno no era uniforme se instala una pista de aterrizaje, en la zona más plana posible.



Instalación de pista de aterrizaje para UAV de ala fija

El vuelo se inicia a las 10:00 hrs, tiene una duración de 32 minutos y se programa para tomar imágenes a una altura de 437 metros sobre el terreno con una resolución de 10.3cm de pixel, se calibra la cámara del UAV para adaptarla a la luminosidad de la zona existente al momento del vuelo.

Del vuelo se obtienen 101 fotos de alta resolución, abarcando 64.7 hectáreas. Para luego extraer la información y revisión de las imágenes.



Aterrizaje de UAV

5.2 Segunda campaña, batimetría.

Batimetría: Es el levantamiento del relieve de Superficies Subacuáticas, ya estemos hablando del fondo marino, como cursos de aguas, lagos, embalses, tranques de relave, etc., es decir, se refiere a la cartografía de los fondos, como si se tratara de un terreno seco.



La batimetría se realiza entre los días 23 y 24 de mayo de 2018. Para la medición de datos se utiliza equipo GPS con jalón de fibra de carbono con punta modificada para reducir penetración en el fondo del cuerpo de agua. En la zona navegable las mediciones se ejecutan sobre bote tipo Zodiac. En el resto de las áreas, donde no se realiza navegación por baja profundidad, se realizan a pie. Además, en esta etapa se realizan las mediciones de la cota del pelo de agua.



Batimetría convencional



Izquierda: Jalón y equipo GPS utilizado para las mediciones

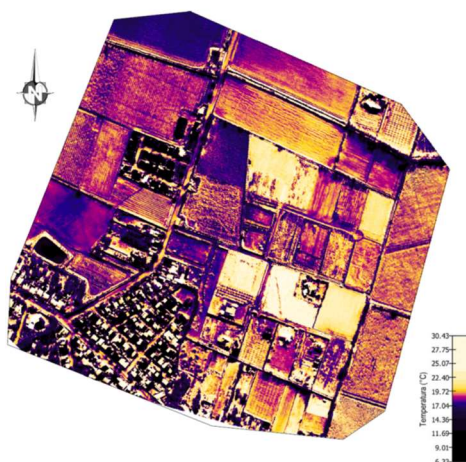
Derecha: Tope de goma en punta de jalón para prevenir hundimiento de éste en fondo de laguna

La batimetría convencional se llevó a cabo a través de las siguientes actividades:

- Armado de bote, inflado con bombín de pie: El bote tipo Zodiac es tripulado por el patrón de bote, quien se encarga de transportar al geomensor, durante la toma de mediciones. Para producir el menor impacto posible en el entorno, el método de propulsión del bote se realiza a través de remos.
- Mediciones con receptor GPS en tiempo real o RTK: Con un jalón unido al receptor GPS se miden las coordenadas geográficas del fondo.
- Medición a pie, el geomensor realiza la toma de puntos caminando en las partes con bajo nivel de agua, provisto de botas de agua, realiza la medición del fondo.

5.3 Tercera campaña, vuelo térmico.

Los vuelos térmicos son los que permiten a través de cámaras especiales(térmicas), la captura de las emisiones infrarrojas del espectro electromagnético en una zona de interés. Lo que permite ver en imágenes, la irradiación en función de la temperatura de la zona de estudio.



Ejemplo mapa termal

Los trabajos correspondientes al vuelo térmico se realizan el día 12 de septiembre de 2018, entre las 11:52hrs. y las 12:54hrs, con una temperatura ambiente promedio de 35.15°C.

Para el vuelo se utiliza el equipo UAV de ala fija eBee Plus con cámara térmica Thermo MAP



Equipo autónomo utilizado para la toma de imágenes aéreas, Ebee Plus y cámara thermoMAP

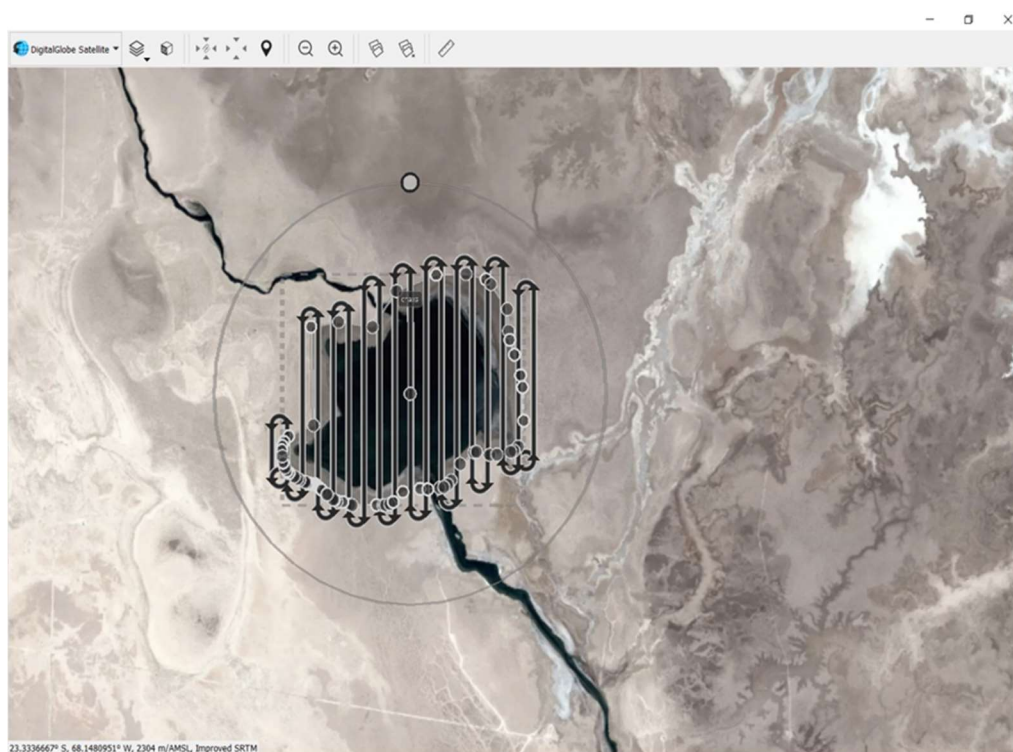
	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0003 Versión : 00 Página : 15 de 30
---	-------------------------------------	---

El vuelo térmico fue ejecutado con los siguientes datos:

Altura de vuelo: 158m

Cm/píxel: 30cm/píxel

Cantidad de imágenes: 4076



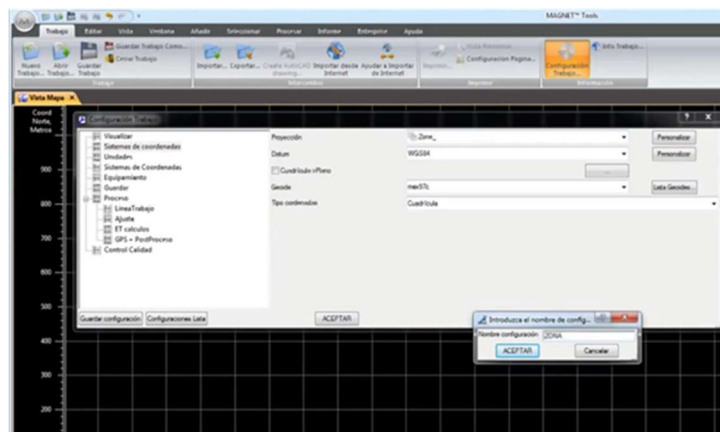
Planificación del vuelo

6. PROCESAMIENTO DE DATOS CRUDOS

Luego de ejecutar las mediciones en terreno, se deben descargar los datos obtenidos en un ordenador, donde se lleva a cabo el procesamiento de los datos crudos, esto consiste en la transformación de los datos obtenidos por los distintos equipos utilizados, en información legible, compatible e intercambiable con los distintos programas de post proceso utilizados para la obtención de modelos 3D. Un ejemplo de esto son los datos tomados por el GPS, los que una vez procesados se transforman en archivos de extensión .CSV o .XYZ los que contienen información de coordenada y cota de los puntos levantados. Estos archivos son compatibles con la mayoría de los programas de modelamiento, los que utilizan esa información para generar un modelo 3D de las superficies levantadas.

6.1 Datos GPS

Con el software Topcon Magnet Tools se procesan los datos de instalación y mediciones directas tomadas con GPS: Marcas de apoyo, fondo laguna, cota pelo de agua.



Software: Topcon Magnet Tools

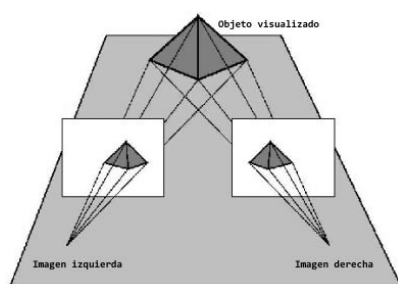
A continuación, un ejemplo de puntos coordenados obtenidos luego del proceso.

marca6	7419624.498	585210.410	2334.068
marca7	7419586.105	585025.231	2334.060
marca8	7419764.059	584729.229	2334.024

Archivo Extensión .CSV_ Listado de Puntos Coordenados

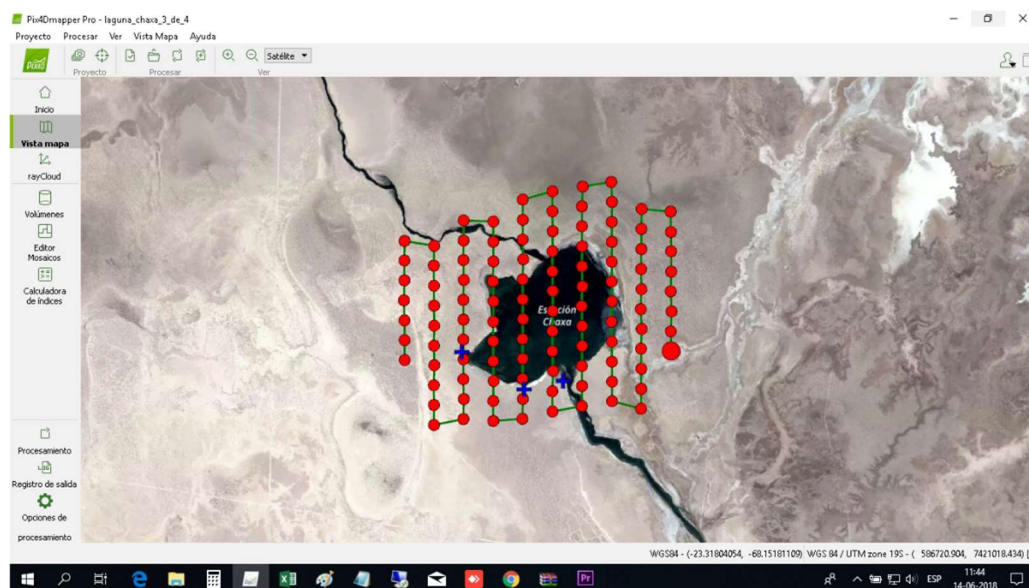
6.2 Imágenes aerofotogrametría

Las imágenes obtenidas del vuelo con dron se procesan en el software pix4D Mapper, el que trabaja con los principios de la fotogrametría, la que obtiene a través del traslape o superposición de las imágenes una visión estereoscópica de los puntos en común y así determina la geometría en tres dimensiones de los objetos.

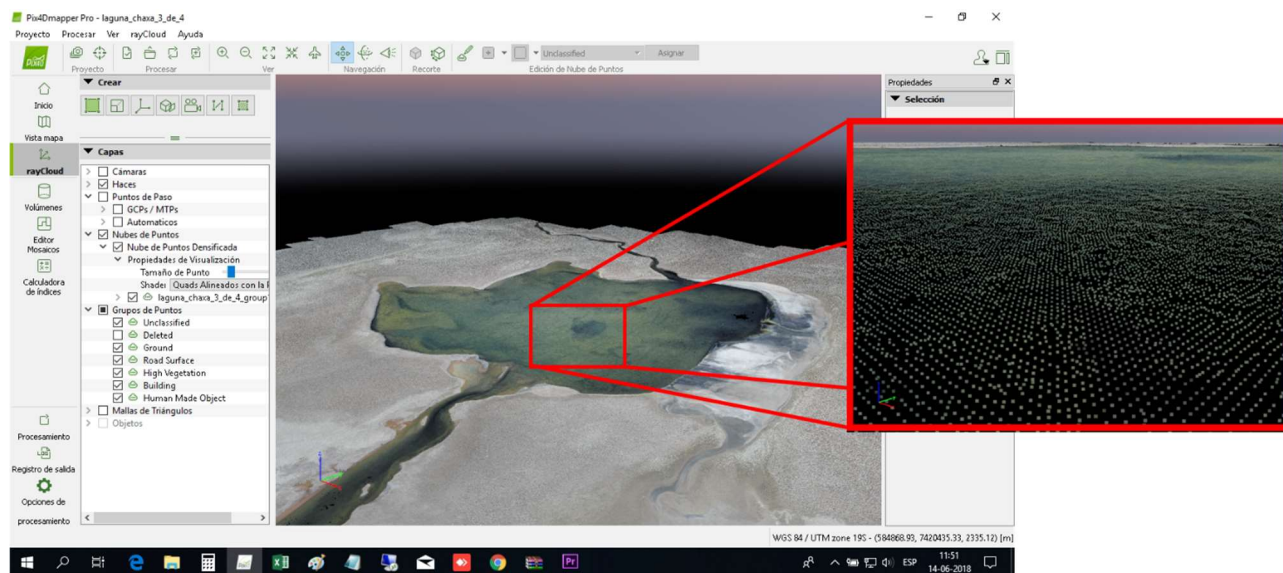


Esquema de visión estereoscópica

Este proceso genera puntos 3D con coordenadas Norte, Este y Elevación, los que son ajustados a las posiciones de las marcas de apoyo levantadas con GPS, de esta forma se relaciona dimensionalmente los datos de terreno (GPS) y su representación gráfica, obteniendo así un modelo georreferenciado.



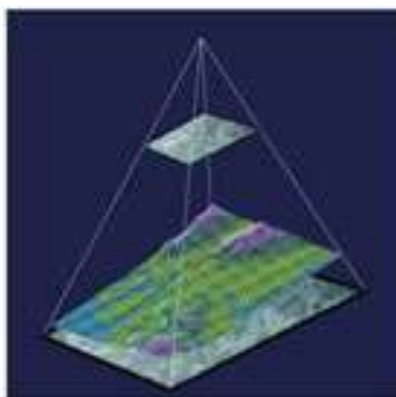
*Software Pix4d Mapper
Posicionamiento de cámaras*



Nube de puntos 3D obtenida del proceso

Luego de la generacion de puntos 3D el software genera un modelo digital del terreno, el que junto con las imágenes sirven para generar la ortofotografía

Obtención de la Ortofotografía: Cada fotografía correctamente orientada junto con el Modelo Digital del Terreno permite llevar a cabo el proceso de ortoproyección, proporcionando una ortofotografía, es decir, una imagen georreferenciada, y a escala.



Esquema de ortoproyección

Una vez generados el modelo de terreno y la ortofoto se exportan los resultados en los distintos formatos compatibles con los softwares de post proceso. Estos son:

- Ortofoto en formatos de extensión .TIF y .ECW
- Grilla de puntos 3D en archivo de extensión .LAS. Los archivos de extensión .LAS corresponden a un tipo de formato estándar para la contención de grandes cantidades de datos, el cual puede ser leído por distintos softwares. En definitiva, es un archivo de puntos, similar al de extensión .XYZ que entrega el proceso de los datos GPS.

Quality Check



Images	median of 113833 keypoints per image	✓
Dataset	106 out of 106 images calibrated (100%), all images enabled	✓
Camera Optimization	0.72% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
Matching	median of 75488.2 matches per calibrated image	✓
Georeferencing	yes, 2 GCPs (2 3D), mean RMS error = 0.022 m	✓

Preview

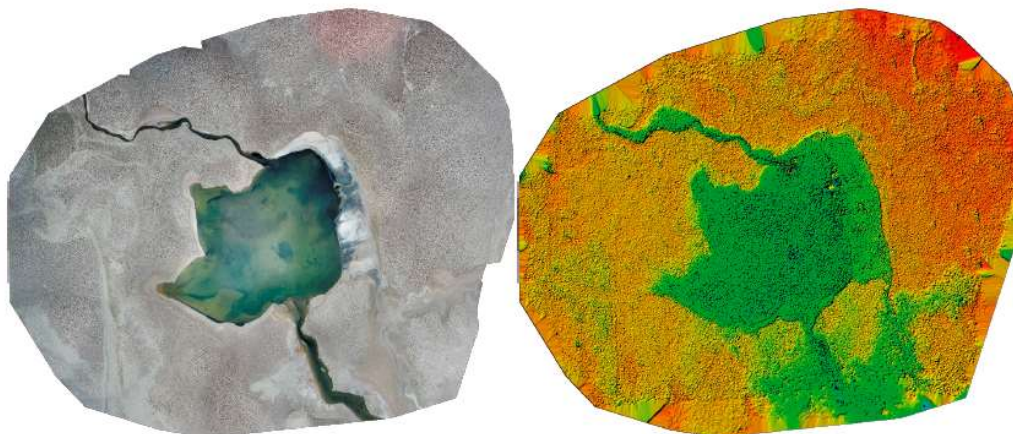
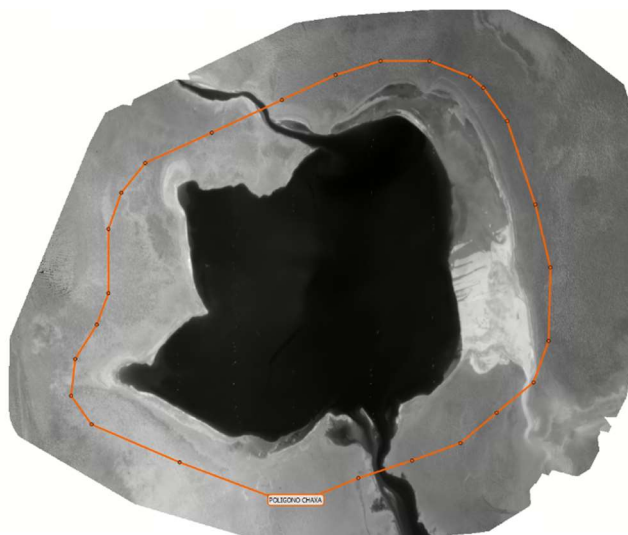


Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

Resultados: Ortomosaico, DTM y Nube de puntos (.LAS)

6.3 Imágenes vuelo térmico

Las imágenes obtenidas del vuelo térmico se procesan en el software pix4D Mapper, el que combina la información del espectro infrarrojo capturada en cada imagen y genera un mapa de reflectancia completo del sector.

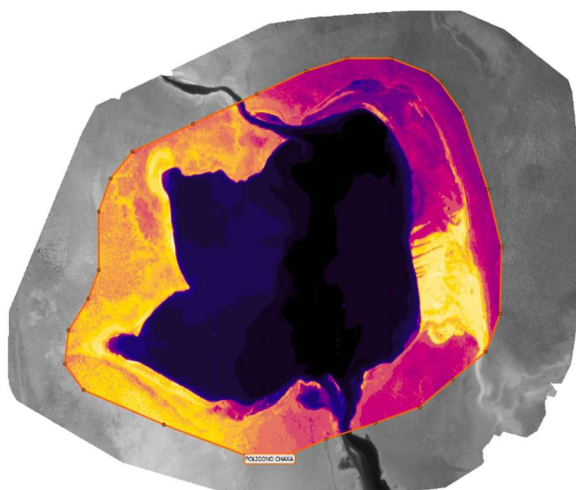


Index Calculator						
1. Reflectance Map						
Generate Help						
Band	nm	Min	Avg	Max	Stdev	Var
thermal_ir	10000.5	11279.84	12829.60	15096.65	885.04	783299.49

Esta información es utilizada por el mismo software para transformar los datos a grados centígrados y obtener así un mapa de índice con las temperaturas de la laguna.

3. Index Map						
Name		Formula				
temperature [°C]		= thermal_ir / 100 - 100				
Edit...		Indices...		Generate Help		
Band	Min	Avg	Max	Stdev	Var	
band1	12.80	25.59	50.97	10.26	105.34	

Una vez transformados los datos a grados centígrados se genera el mapa térmico de la laguna



Mapa térmico laguna Chaxa

4. Color Maps and Prescription

Number of Classes: 20 | Jenks | Help

Min/Max: 12.80 - 50.97 | ☒ Clamped

Color	Min	Max	Area [ha]	Area [%]
	47.08	50.97	0.01	0.01
	44.93	47.08	0.12	0.20
	42.92	44.93	1.33	2.28
	40.90	42.92	1.70	2.93
	39.08	40.90	3.46	5.94
	37.43	39.08	4.33	7.44
	35.75	37.43	3.54	6.08
	33.86	35.75	2.58	4.43
	32.00	33.86	2.59	4.45
	30.37	32.00	3.32	5.69
	28.76	30.37	2.94	5.04
	26.85	28.76	2.72	4.67
	24.66	26.85	1.38	2.37
	22.47	24.66	0.59	1.01
	20.28	22.47	0.63	1.08
	18.08	20.28	1.10	1.89
	16.50	18.08	5.05	8.68
	15.43	16.50	6.13	10.52
	14.35	15.43	8.62	14.81
	12.80	14.35	6.11	10.48

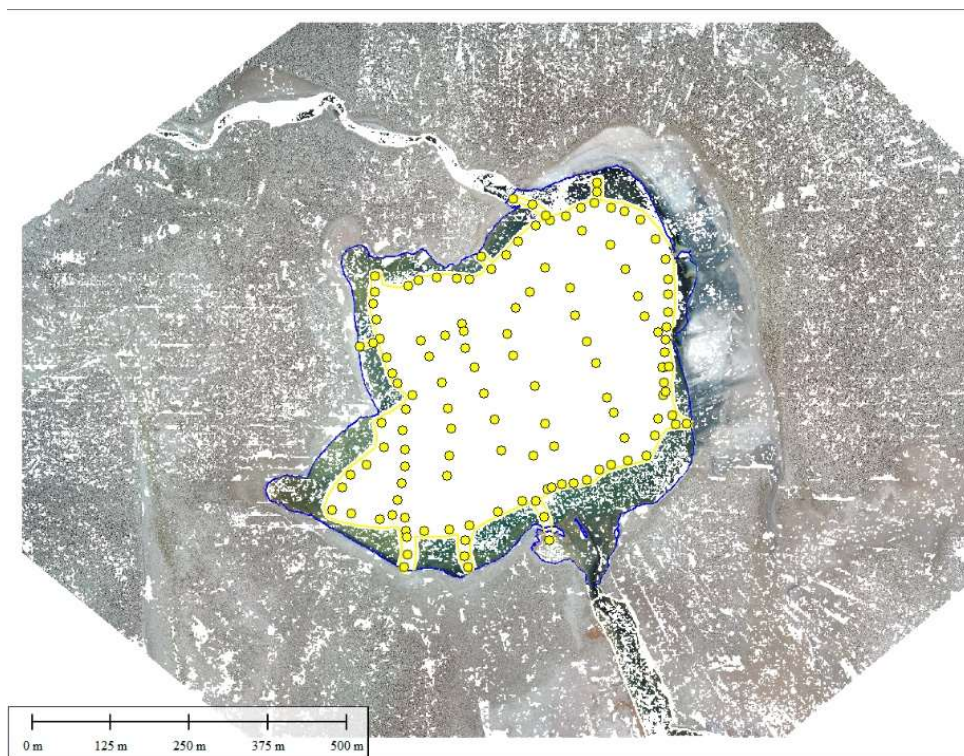
Escala de grados por color

7. POST PROCESO Y EDICIÓN DEL MODELO 3D(MDT)

Esta etapa es donde se genera el modelo 3d o Malla Digital de Terreno (MDT), utilizando la información obtenida del proceso de datos crudos.

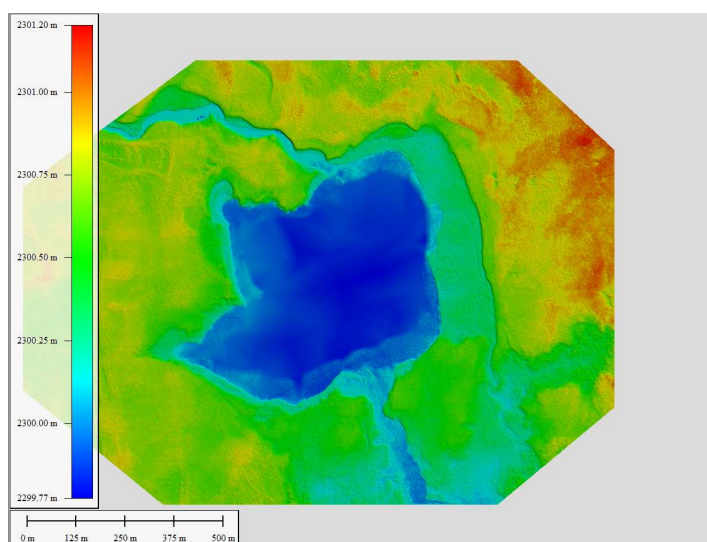
Se unen los archivos de puntos extraídos del proceso de la aerofotogrametría y los datos batimétricos, junto con el contorno del pelo de agua previamente definido sobre la ortofoto.

Datos importados:



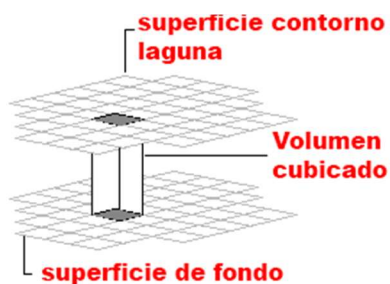
Nube de puntos de aerofotogrametría filtrados, datos de batimetría y contorno del pelo de agua para generación de modelo digital de terreno MDT

Con toda la información reunida, previamente importada editada y purgada, se genera el MDT (modelo digital de Terreno) el cual corresponde a una malla digital de la superficie del fondo de la laguna y del terreno circundante a éstas.



Modelo 3d (DTM) Fondo laguna y terreno

Al obtener un modelo 3D del terreno se pueden extraer los volúmenes de las lagunas, comparando la superficie del terreno vs una superficie creada con el contorno y elevación del pelo de agua de las lagunas



	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0003 Versión : 00 Página : 24 de 30
---	-------------------------------------	---

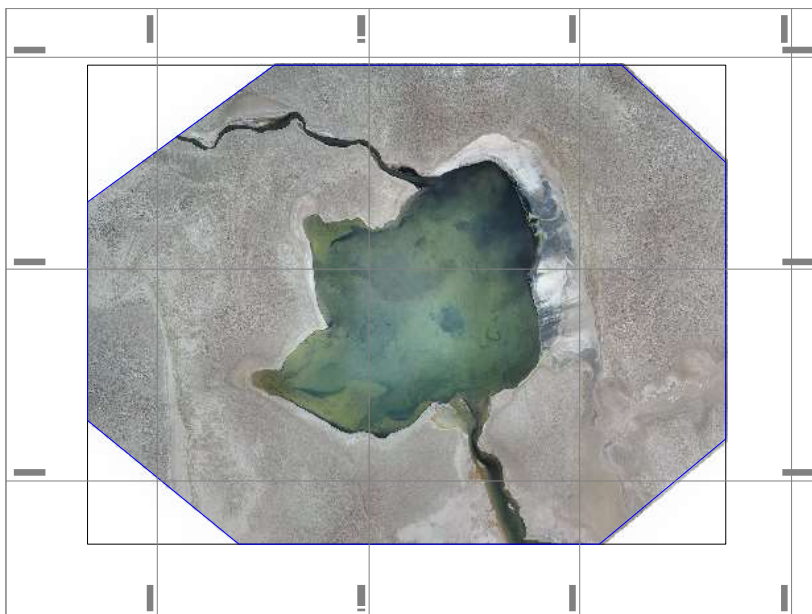
8. RESULTADOS

8.1 Obtención de resultados

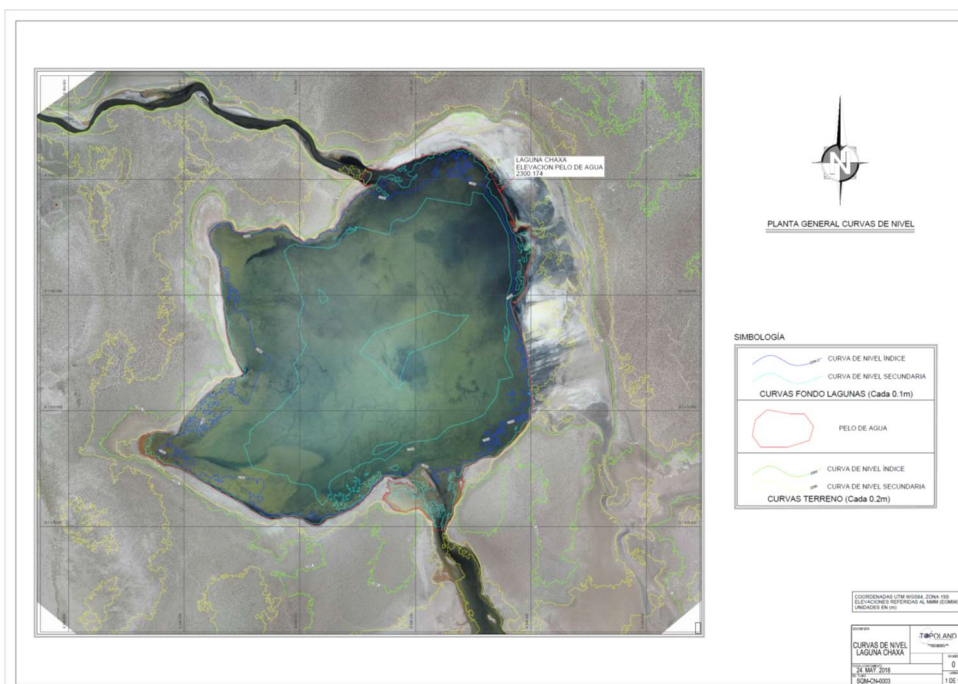
Para poder generar un modelo completo del fondo de la laguna se ha combinado la información obtenida de las distintas etapas de extracción de datos; Batimetría y Aerofotogrametría. Estos datos se han vinculado al vértice de amarre existente P1F1 y se han post procesado en software especializado para obtener un modelo 3D del fondo de la laguna y áreas circundantes, este modelo está referenciado en elevación al geoide EGM96, por medio de la diferencia entre el elipsoide y el geoide(ondulación), obteniendo un modelo con elevaciones referidas al nivel medio del mar.

Los datos utilizados, correspondientes a la batimetría tradicional, son los puntos medidos con jalón en el fondo de la laguna.

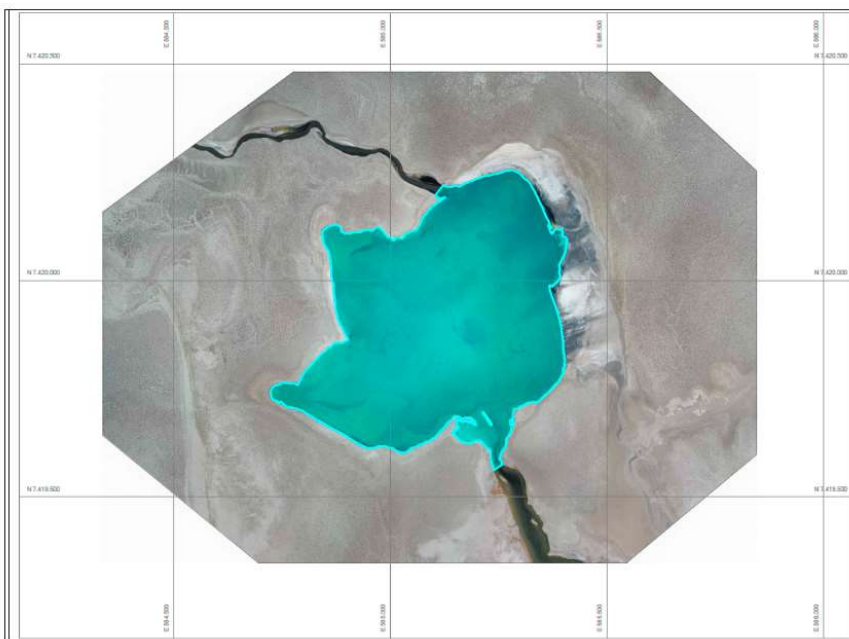
En los sectores donde no se levantaron datos batimétricos se utilizaron los puntos .LAS obtenidos del proceso de aerofotogrametría, la cual puede ser utilizada en sectores de aguas claras y de baja profundidad (alrededor de los 50cm). Estos puntos que contienen información coordenada (Norte, Este, Elevación) son filtrados por elevación y además son purgados para eliminar del modelo, cualquier punto fuera del rango de elevaciones del fondo, rango corroborado por los datos levantados con batimetría convencional.



Ortofoto, área total 152.01ha



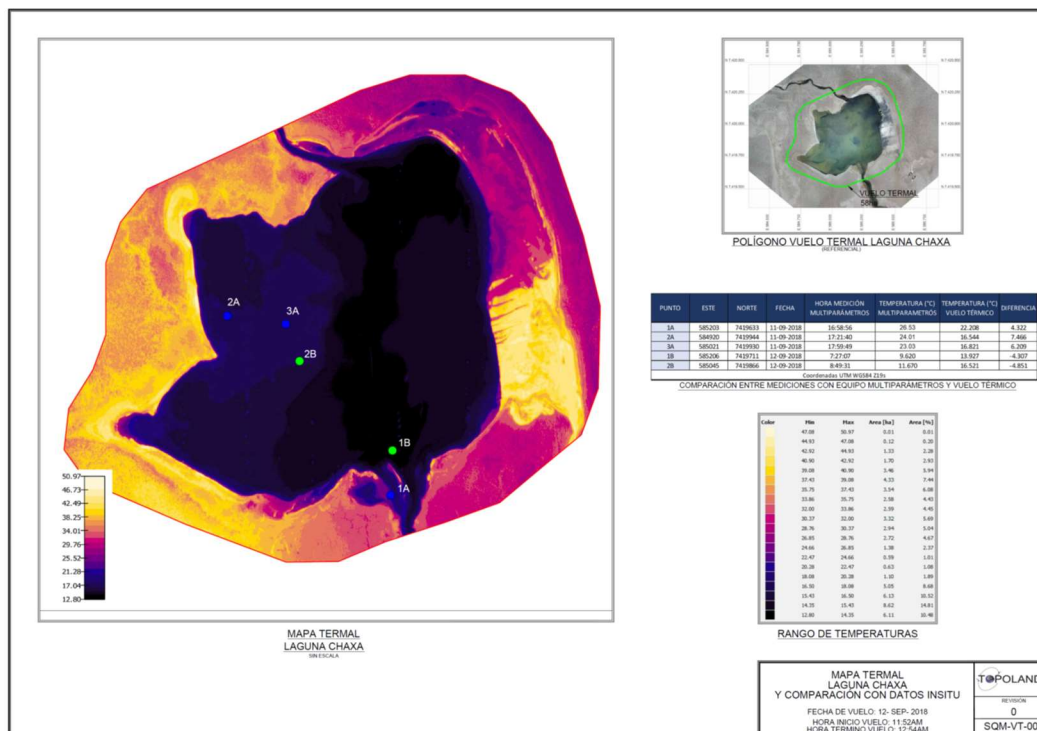
Curvas de nivel



Planta contorno de laguna

Columna1	Laguna Chaxa
Cota de Pelo de agua (nmm)	2300.174
Superficie Laguna (ha)	28.91 ha
Volumen Laguna (m3)	75787.1 m3

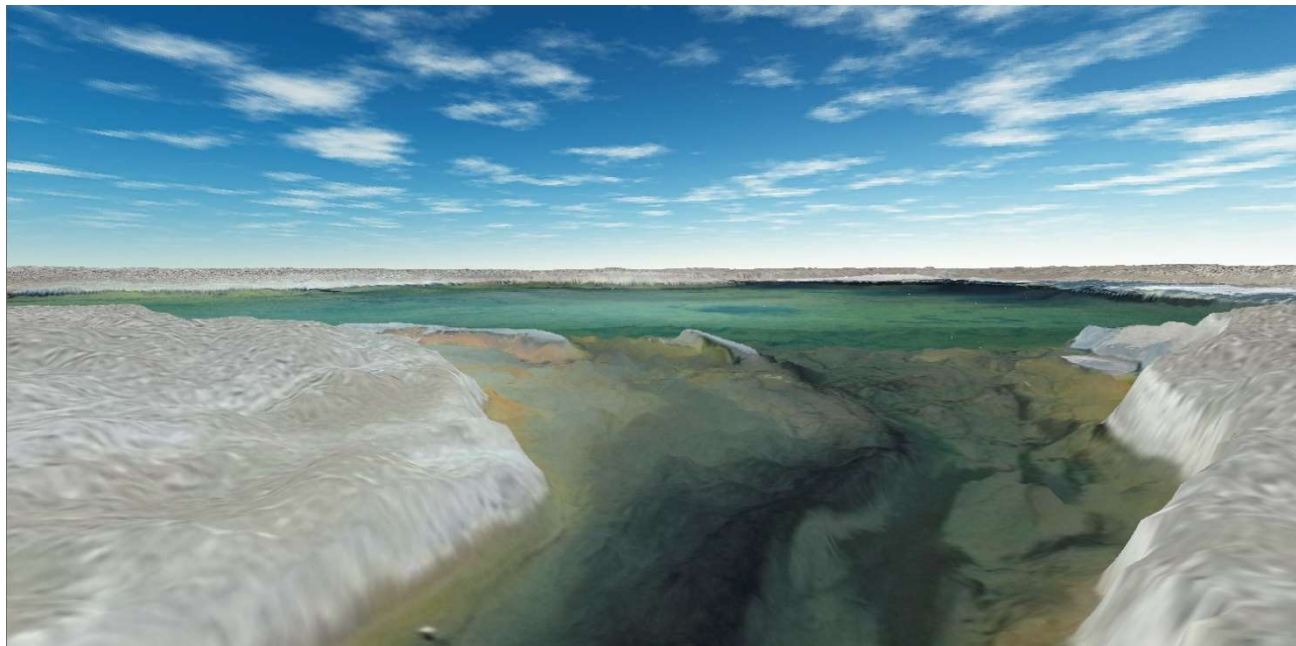
Niveles, Superficies y Volúmenes de agua.



Mapa térmico



Vista 3d, modelo digital de terreno, laguna Chaxa



Vista 3d, modelo digital de terreno, laguna Chaxa

9. EQUIPOS UTILIZADOS

Sociedad Topoland Ingeniería LTDA., realiza sus servicios del área de Topografía con equipos de vanguardia, con el fin de optimizar el desarrollo de las labores, y cumplir con los estándares exigidos. A continuación, se describen los equipos utilizados durante el trabajo encomendado:

9.1 Instalación de base, puntos de apoyo y mediciones directas del fondo de laguna



Precisiones	
Static/Fast Static:	
H:	3.0 mm + 0.4 ppm
V:	5.0 mm + 0.5 ppm
Precision Static:	
H:	3.0 mm + 0.1 ppm
V:	3.5 mm + 0.4 ppm
RTK (L1+L2):	
H:	5 mm + 0.5 ppm
V:	10 mm + 0.8 ppm

Equipo GPS marca: Topcon
Modelo: Hiper V

9.2 Aerofotogrametría



Precisiones	
Precisión absoluta X, Y, Z (RTK/PPK activado o con GCP) Hasta 3 cm (1,2 in)/5 cm (2 in)	
Precisión absoluta X, Y, Z (sin RTK/PPK y sin GCP) 1-5 m (3-16 ft)	

Equipo UAV (UAVe) marca: Sensefly

Modelo: eBee Plus con cámara S.O.D.A. de 20 megapíxeles y cámara térmica thermo MAP

9.3 Batimetría convencional o tradicional



Longitud (eslora)	3m
Ancho(manga)	1.59m
Peso	52kg
Pasajeros	3
Carga máxima	510kg

Bote tipo zodiac marca BlueBay

10. PERSONAL ENCARGADO DEL SERVICIO

10.1 Personal de terreno

Geomensor: Logística, instalación de GPS base, mediciones directas con GPS (marcas de apoyo y fondo laguna).

Operador Drones: Mediciones con dron aéreo y batimétrico.

Patrón de bote: Armado y navegación de bote tipo Zodiac.

10.2 Personal de gabinete

Geomensor: Proceso de datos crudos de terreno.


Dibujante: Proceso de imágenes y obtención de resultados finales.

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0004 Versión : 00 Página : 1 de 29
---	-------------------------------------	--

INFORME TÉCNICO

“Topografía Especializada, Batimetría y Aerofotogrametría Laguna Puilar”

Sociedad Química y Minera de Chile - SQM

	SERVICIOS ÁREA DE TOPOGRAFÍA		
	SOCIEDAD TOPOLAND INGENIERÍA S.A.		
	Contrato/Proyecto:	Revisión: 0	Página: 1 de 29
Código: SQM-BAT-P1F1-0004	Fecha: 25-10-2018		
Elaborado por: M.L.D.	Revisado por: F.A.R.	Aprobado por: M.A.Q.	
Revisado por SQM:		Aprobado por SQM:	

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0004 Versión : 00 Página : 2 de 29
---	-------------------------------------	--

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	ACERCA DE NUESTRA EMPRESA.....	3
3.	OBJETIVOS	4
3.1	General.....	4
3.2	Específicos	4
4.	ANTECEDENTES GENERALES DEL SERVICIO.....	4
4.1	Antecedentes generales	4
4.2	Emplazamiento zona de estudio.	5
5.	METODOLOGÍA TRABAJOS EN TERRENO	6
5.1	Primera campaña, aerofotogrametría.....	6
5.2	Segunda campaña, batimetría.	11
5.3	Tercera campaña, vuelo térmico.....	13
6.	PROCESAMIENTO DE DATOS CRUDOS	15
6.1	Datos GPS.....	15
6.2	Imágenes aerofotogrametría.....	16
6.3	Imágenes vuelo térmico.....	19
7.	POST PROCESO Y EDICIÓN DEL MODELO 3D(MDT)	21
8.	RESULTADOS.....	23
8.1	Obtención de resultados.....	23
9.	EQUIPOS UTILIZADOS.....	27
9.1	Instalación de base, puntos de apoyo y mediciones directas del fondo de laguna	27
9.2	Aerofotogrametría.....	28
9.3	Batimetría convencional o tradicional.....	28
10.	PERSONAL ENCARGADO DEL SERVICIO	29
10.1	Personal de terreno	29
10.2	Personal de gabinete	29

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0004 Versión : 00 Página : 3 de 29
---	-------------------------------------	--

1. INTRODUCCIÓN

Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) ha solicitado a TopoLand Ingeniería, la realización del levantamiento batimétrico, aerofotogramétrico y térmico de laguna Puilar, ubicada en el salar de Atacama y que está dentro de su plan de seguimiento ambiental, para el resguardo de los sistemas sensibles del salar. Esta laguna forma parte de una red hídrica, conformada por un conjunto de lagunas unidas entre sí, por canales superficiales, donde el río Burro Muerto, que escurre de Norte a Sur, une las lagunas Chaxa, y Barros Negros. Además, conectada superficialmente con este sistema, se encuentra la laguna Puilar.

En el presente informe entregamos una secuencia de los trabajos realizados, tanto en terreno como en gabinete, para llevar a cabo los trabajos de batimetría convencional, así como el vuelo aerofotogramétrico y térmico con equipos autónomos (UAV).

2. ACERCA DE NUESTRA EMPRESA

TopoLand Ingeniería es una empresa con más de diez años en el mercado chileno y especializada en el campo de las Ciencias de la Tierra.

Empresa de ingeniería con estándares internacionales de calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional, certificados bajo norma ISO.

Se caracteriza por la aplicación y desarrollo de tecnologías de vanguardia para satisfacer los requerimientos de sus clientes.

Tiene personal capacitado y certificado por organismos nacionales como la DGAC (dirección general de aeronáutica civil) y fabricantes de equipos autónomos de varios países, incluyendo Norteamérica, Europa y China.

Para estas labores TopoLand Ingeniería utilizó vehículos autónomos para el relevamiento aéreo (UAV), validando su compromiso con la automatización de equipos y procesos en el desempeño de sus servicios.

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0004 Versión : 00 Página : 4 de 29
---	-------------------------------------	--

3. OBJETIVOS

3.1 General

El servicio tiene como finalidad realizar una batimetría en la laguna Puilar y un vuelo aerofotogramétrico que cubra el área de la laguna y sectores aledaños.

3.2 Específicos

Realizar mediciones batimétricas en Laguna Puilar

Realizar vuelo aerofotogramétrico y térmico del sector de laguna Puilar y áreas circundantes

Generar un modelo digital de terreno (MDT).

Generar un ortomosaico georreferenciado de la zona de estudio

Presentación de metodologías utilizadas y entrega de resultados.

4. ANTECEDENTES GENERALES DEL SERVICIO

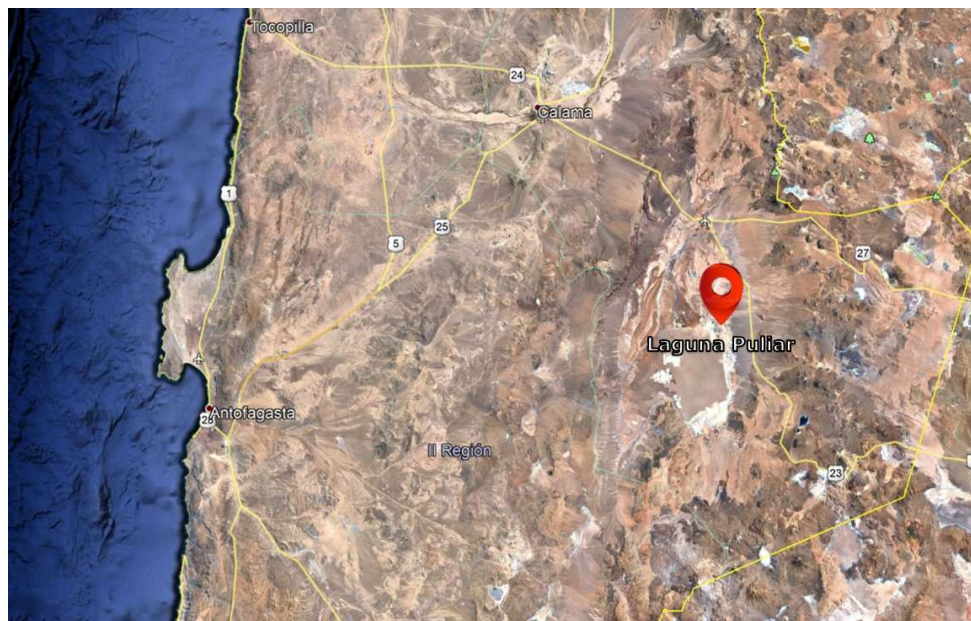
4.1 Antecedentes generales

Nombre	: “Servicio de Batimetría Autónoma”
Servicio	: Batimetría y Aerofotogrametría “Laguna Puilar”
Lugar	: Salar de Atacama – II Región
Profesional Responsable	: Sres. Marcelo Morales M. y Juan Carlos Reinoso
Fecha Inicio Servicio	: 04/05/2018

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0004 Versión : 00 Página : 5 de 29
---	-------------------------------------	--

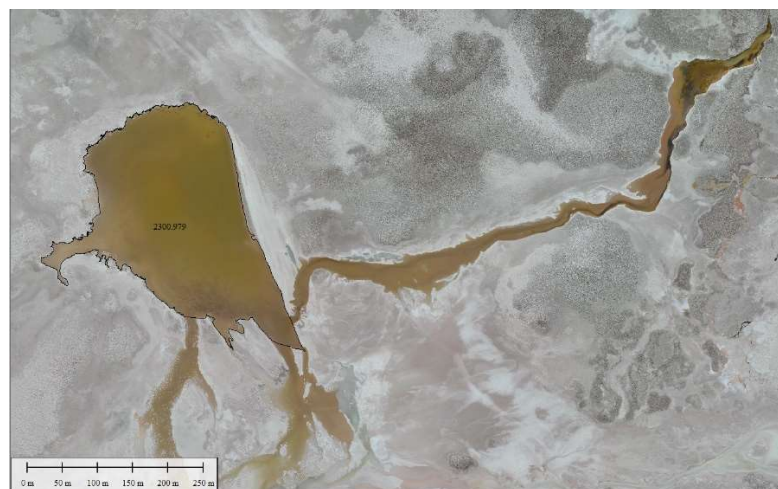
4.2 Emplazamiento zona de estudio.

Laguna Puilar se encuentra emplazado al norte de Chile, en el salar de Atacama a 316 km de la capital regional de Antofagasta y a unos 2300m de altura sobre el nivel medio del mar.



*Segunda Región de Antofagasta, Chile
Ubicación Laguna Puilar*

La zona de estudio comprende la laguna completa y el perímetro de ésta

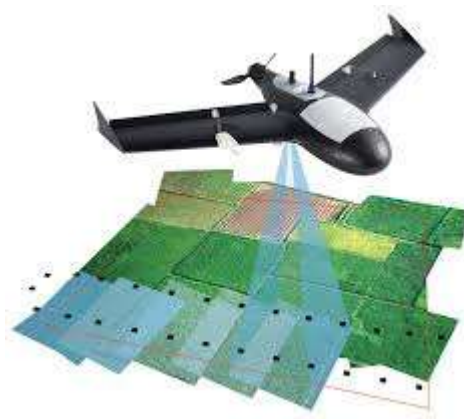


Zona de estudio, Laguna Puilar

5. METODOLOGÍA TRABAJOS EN TERRENO

5.1 Primera campaña, aerofotogrametría

Aerofotogrametría: técnica que permite obtener o realizar mediciones correctas en base a fotografías aéreas, a fin de determinar las características métricas y geométricas de los objetos fotografiados



Representación gráfica: captura de imágenes por equipos autónomos

Debido a la gran cantidad de hectáreas a volar y presencia de flamencos en el sector, se utiliza para los vuelos y captura de imágenes un UAV de tipo ala fija, el que por sus características está diseñado para cubrir áreas extensas y además produce una baja emisión de ruido.



Equipo autónomo utilizado para la toma de imágenes aéreas, Ebee Plus

Los trabajos en el sector comienzan el día 4 de mayo de 2018, alrededor de las 10:00 hrs. con la construcción de un monolito de concreto con un perno central, el que será utilizado como punto base (**040518SQM**) para la georreferenciación de éste y posteriores trabajos en el sector.

Sobre este monolito, se procede a instalar un equipo GPS Geodésico de doble frecuencia (marca Topcon), el que realiza observaciones simultáneamente, con los relevamientos hechos por el UAV.



Equipo de medición GPS sobre monolito de hormigón.

Para generar la coordenada de referencia, se realizó observación prolongada sobre el vértice, y de esta manera generar un “point position”. La elevación relativa a nivel medio del mar (NMM) se obtuvo mediante la determinación de ondulación geoidal, obtenida de modelo EGM96

Este sistema, consta de dos receptores, que además permiten realizar mediciones de coordenadas en tiempo real, utilizando un equipo como base estática sobre punto conocido y otro como móvil.

040518SQM				
Norte (m)	Este (m)	Altura Ell.(m)	Ond. EGM96(m)	El. s.n.m.m.
7415502.751	586206.327	2338.126	37.907	2300.219

Nota: Este punto, corresponde a Monolito de hormigón con perno central y coordenadas WGS 84 HUSO 19.

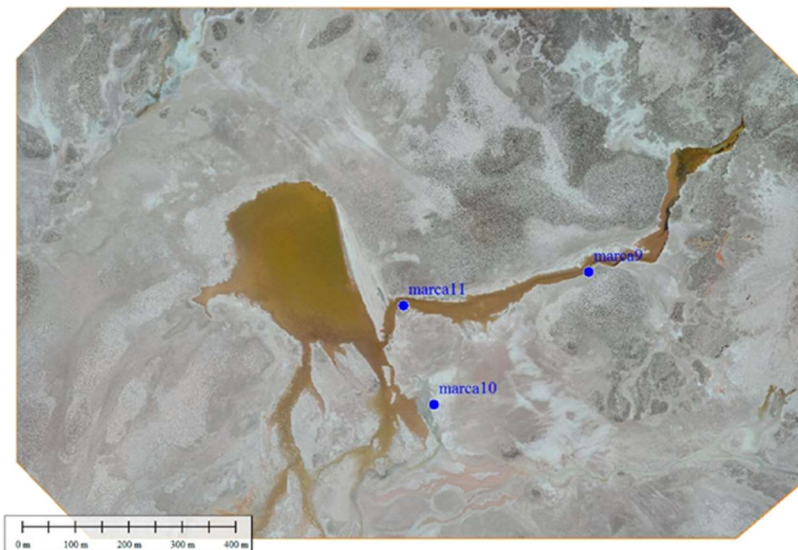
Las actividades correspondientes al vuelo aerofotogramétrico se realizan el lunes 07 de mayo de 2018, el personal sale del campamento a las 7:50 a.m., e inicia las actividades en terreno alrededor de las 9:00 a.m. con la instalación del equipo GPS sobre el monolito 040518SQM, construido el día 04 de mayo de 2018, luego se realiza un reconocimiento del sector y un recorrido alrededor de la laguna, con el fin de determinar las posiciones de las marcas de apoyo a instalar y llevar a cabo la planificación del vuelo. Las marcas de apoyo corresponden a rectángulos de polietileno de color anaranjado de 60x60 cm, utilizadas como referencia en el post proceso de los datos Aerofotogramétricos.



Marcas de apoyo.

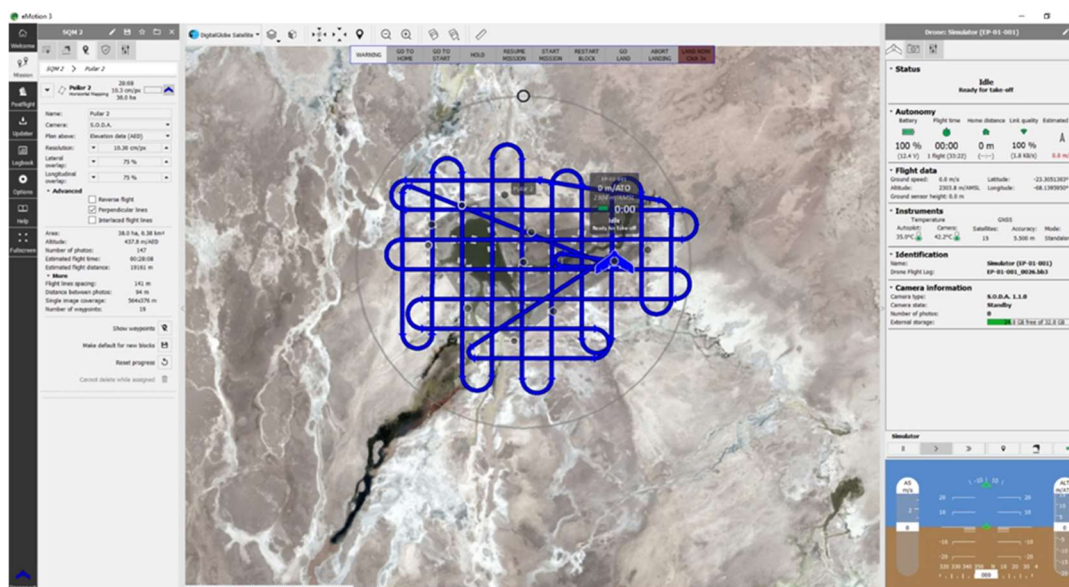
Una vez instaladas las marcas de apoyo, se procede a la toma de coordenadas, correspondientes a la posición de éstas. Para esto, se utiliza equipo GPS con las mismas características que la instalación base, en modalidad Rover o móvil, y configurado para tomar medidas en tiempo real (RTK).

Estos puntos de apoyo están georreferenciados al punto 040518SQM.



Ubicación puntos de apoyo.

Posterior a la medición de las marcas de apoyo se realiza la planificación del vuelo.



Planificación del vuelo

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0004 Versión : 00 Página : 10 de 29
---	-------------------------------------	---

Una vez realizadas las actividades previas y el reconocimiento del sector, se determina que no se instalara pista de aterrizaje, ya que un sector del terreno es uniforme y libre de costras de sal, se procede a dar inicio al vuelo aerofotogramétrico.



Instalación de pista de aterrizaje para UAV de ala fija

Los vuelos se programaron para tomar imágenes a una altura de 437 metros sobre el terreno con una resolución de 10.3cm de pixel, se calibra la cámara del UAV para adaptarla a la luminosidad de la zona existente al momento del vuelo.

Del vuelo se obtienen 147 fotos, abarcando un área de 38 hectáreas. Para luego extraer la información y revisión de las imágenes.

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0004 Versión : 00 Página : 11 de 29
---	-------------------------------------	---

5.2 Segunda campaña, batimetría.

Batimetría: Es el levantamiento del relieve de Superficies Subacuáticas, ya estemos hablando del fondo marino, como cursos de aguas, lagos, embalses, tranques de relave, etc., es decir, se refiere a la cartografía de los fondos, como si se tratara de un terreno seco.



La batimetría se realiza el día 25 de mayo de 2018. para la medición de datos se utiliza equipo GPS con jalón de fibra de carbono con punta modificada para reducir penetración en el fondo del cuerpo de agua. En la zona navegable las mediciones se ejecutan sobre bote tipo Zodiac. En el resto de las áreas, donde no se realiza navegación por baja profundidad, se realizan a pie. Además, en esta etapa se realizan las mediciones de la cota del pelo de agua.



Batimetría convencional



Izquierda: Jalón y equipo GPS utilizado para las mediciones

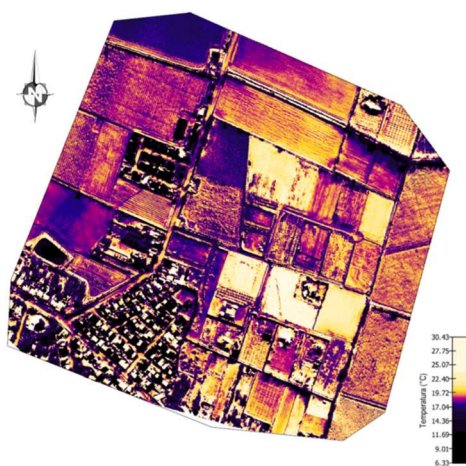
Derecha: Tope de goma en punta de jalón para prevenir hundimiento de éste en fondo de laguna

La batimetría convencional se llevó a cabo a través de las siguientes actividades:

- Armado de bote, inflado con bombín de pie: El bote tipo Zodiac es tripulado por el patrón de bote, quien se encarga de transportar al geomensor, durante la toma de mediciones. Para producir el menor impacto posible en el entorno, el método de propulsión del bote se realiza a través de remos.
- Mediciones con receptor GPS en tiempo real o RTK: Con un jalón unido al receptor GPS se miden las coordenadas geográficas del fondo.
- Medición a pie, el geomensor realiza la toma de puntos caminando en las partes con bajo nivel de agua, provisto de botas de agua, realiza la medición del fondo.

5.3 Tercera campaña, vuelo térmico.

Los vuelos térmicos son los que permiten a través de cámaras especiales(térmicas), la captura de las emisiones infrarrojas del espectro electromagnético en una zona de interés. Lo que permite ver en imágenes, la irradiación en función de la temperatura de la zona de estudio.



Ejemplo mapa termal

Los trabajos correspondientes al vuelo térmico se realizan el día 11 de septiembre de 2018, entre las 08:30hrs. y las 09:00hrs, con una temperatura ambiente promedio de 7.5°C.

Para el vuelo se utiliza el equipo UAV de ala fija eBee Plus con cámara térmica Thermo MAP



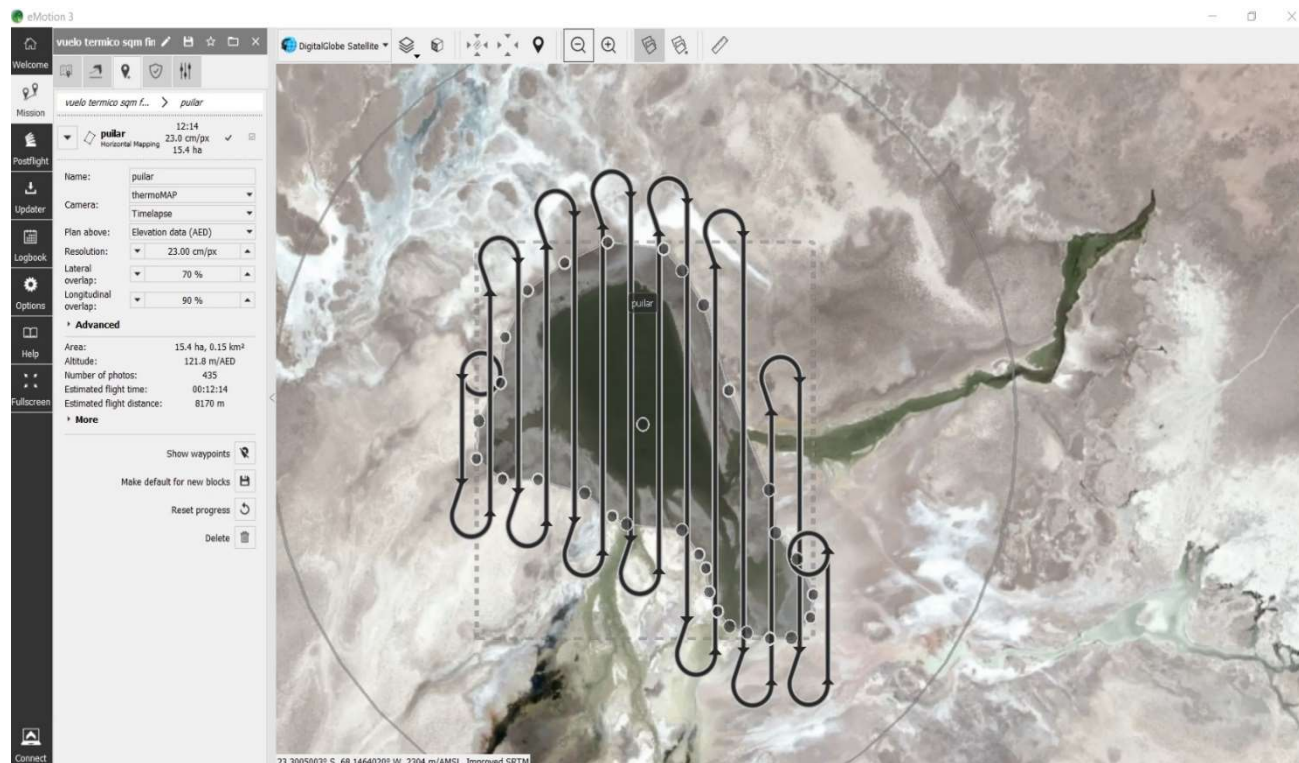
Equipo autónomo utilizado para la toma de imágenes aéreas, Ebee Plus y cámara thermoMAP

El vuelo térmico fue ejecutado con los siguientes datos:

Altura de vuelo: 121m

Cm/píxel: 23cm/píxel

Cantidad de imágenes: 1852



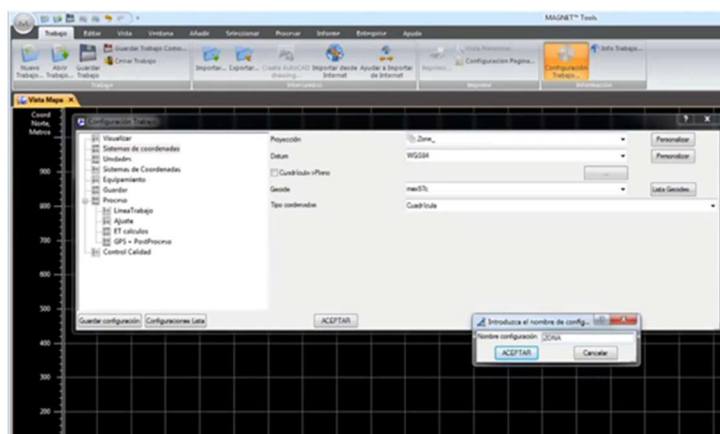
Planificación del vuelo

6. PROCESAMIENTO DE DATOS CRUDOS

Luego de ejecutar las mediciones en terreno, se deben descargar los datos obtenidos en un ordenador, donde se lleva a cabo el procesamiento de los datos crudos, esto consiste en la transformación de los datos obtenidos por los distintos equipos utilizados, en información legible, compatible e intercambiable con los distintos programas de post proceso utilizados para la obtención de modelos 3D. Un ejemplo de esto son los datos tomados por el GPS, los que una vez procesados se transforman en archivos de extensión .CSV o .XYZ los que contienen información de coordenada y cota de los puntos levantados. Estos archivos son compatibles con la mayoría de los programas de modelamiento, los que utilizan esa información para generar un modelo 3D de las superficies levantadas.

6.1 Datos GPS

Con el software Topcon Magnet Tools se procesan los datos de instalación y mediciones directas tomadas con GPS: Marcas de apoyo, fondo laguna, cota pelo de agua.



Software: Topcon Magnet Tools

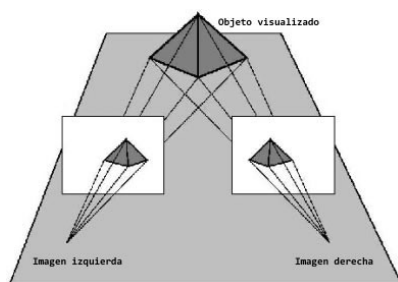
A continuación, un ejemplo de puntos coordenados obtenidos luego del proceso.

marca9	7422475.46	587886.01	2298.236
marca10	7422226.97	587595.19	2298.162
marca11	7422412.05	587538.80	2298.156

Resultados: Archivo Extensión .CSV_ Listado de Puntos Coordenados

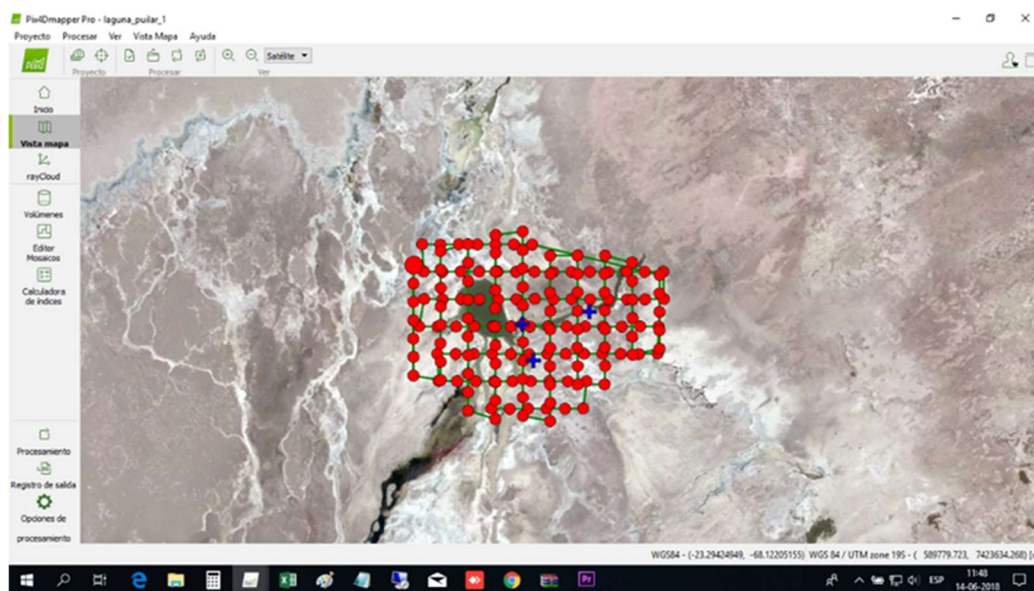
6.2 Imágenes aerofotogrametría

Las imágenes obtenidas del vuelo con dron se procesan en el software pix4D Mapper, el que trabaja con los principios de la fotogrametría, la que obtiene a través del traslape o superposición de las imágenes una visión estereoscópica de los puntos en común y así determina la geometría en tres dimensiones de los objetos.

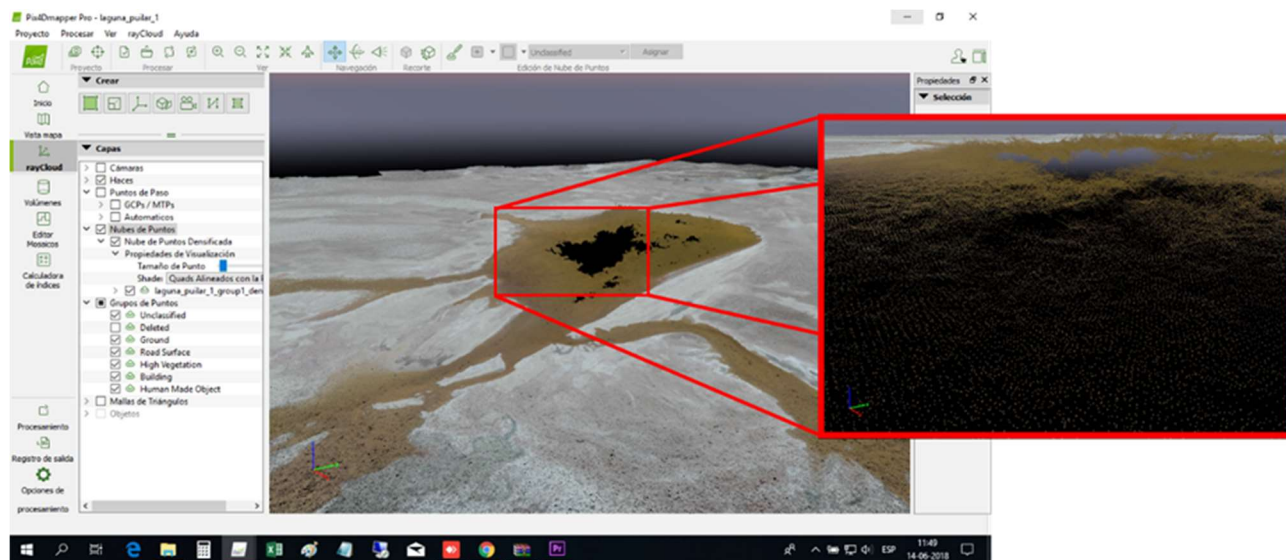


Esquema de visión estereoscópica

Este proceso genera puntos 3D con coordenadas Norte, Este y Elevación, los que son ajustados a las posiciones de las marcas de apoyo levantadas con GPS, de esta forma se relaciona dimensionalmente los datos de terreno (GPS) y su representación gráfica, obteniendo así un modelo georreferenciado.



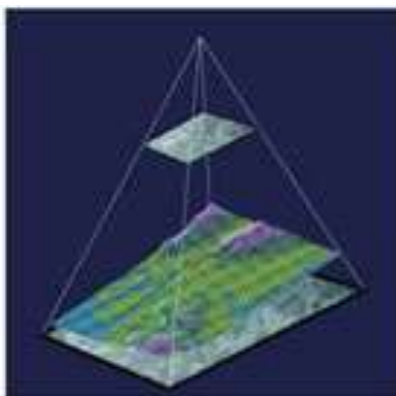
*Software Pix4d Mapper
Posicionamiento de cámaras*



Nube de puntos 3D obtenida del proceso

Luego de la generación de puntos 3D el software genera un modelo digital del terreno, el que junto con las imágenes sirven para generar la ortofotografía

Obtención de la Ortofotografía: Cada fotografía correctamente orientada junto con el Modelo Digital del Terreno permite llevar a cabo el proceso de ortoproyección, proporcionando una ortofotografía, es decir, una imagen georreferenciada, y a escala.













Esquema de ortoproyección

Una vez generados el modelo de terreno y la ortofoto se exportan los resultados en los distintos formatos compatibles con los softwares de post proceso. Estos son:

- Ortofoto en formatos de extensión .TIF y .ECW
- Grilla de puntos 3D en archivo de extensión .LAS. Los archivos de extensión .LAS corresponden a un tipo de formato estándar para la contención de grandes cantidades de datos, el cual puede ser leído por distintos softwares. En definitiva, es un archivo de puntos, similar al de extensión .XYZ que entrega el proceso de los datos GPS.

Quality Check i

 Images	median of 97484 keypoints per image	
 Dataset	161 out of 161 images calibrated (100%), all images enabled	
 Camera Optimization	0.82% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	
 Matching	median of 62128.6 matches per calibrated image	
 Georeferencing	yes, 3 GCPs (3 3D), mean RMS error = 0.011 m	

Preview i

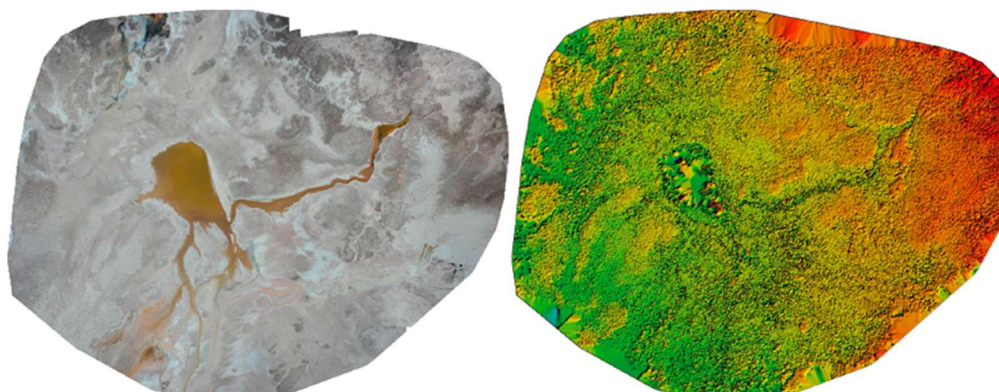
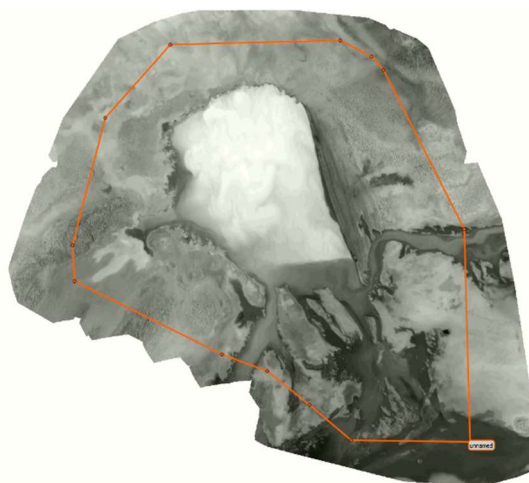


Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

Resultados: Ortomosaico, DTM y Nube de puntos (.LAS)

6.3 Imágenes vuelo térmico

Las imágenes obtenidas del vuelo térmico se procesan en el software pix4D Mapper, el que combina la información del espectro infrarrojo capturada en cada imagen y genera un mapa de reflectancia completo del sector.

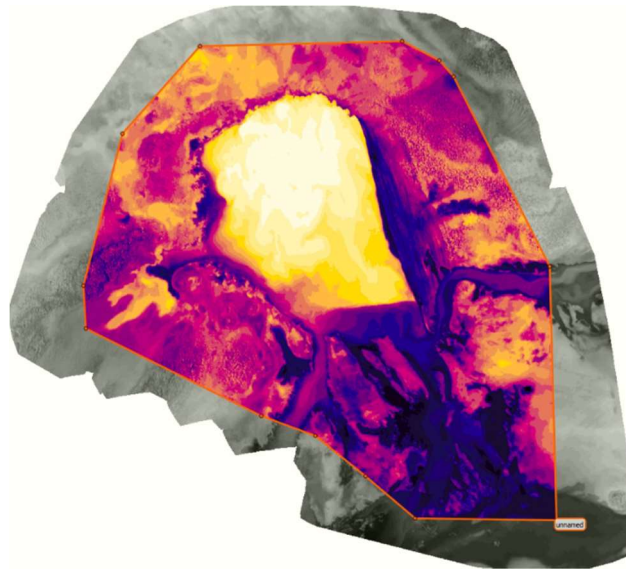


Index Calculator						
1. Reflectance Map						
				Generate	Help	
Band	nm	Min	Avg	Max	Stdev	Var
thermal_ir	10000.5	10107.09	10553.19	10902.91	140.45	19725.91

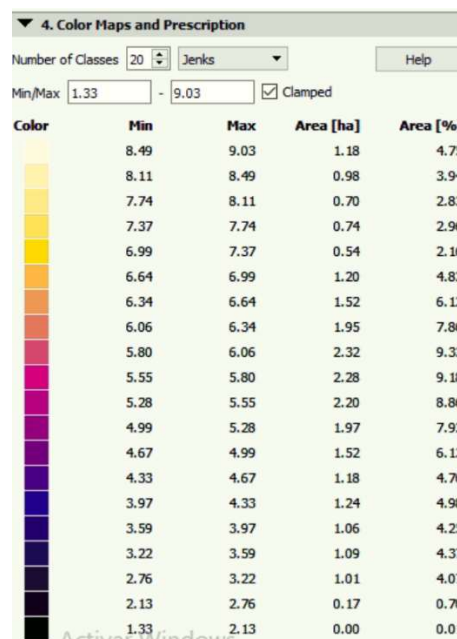
Esta información es utilizada por el mismo software para transformar los datos a grados centígrados y obtener así un mapa de índice con las temperaturas de la laguna.

3. Index Map						
Name		Formula				
temperature [°C]		= thermal_ir / 100 - 100				
Edit...		Indices...	✓	Generate	Help	
Band	Min	Avg	Max	Stdev	Var	
band1	1.07	5.68	9.03	1.45	2.10	

Una vez transformados los datos a grados centígrados se genera el mapa térmico de la laguna



Mapa térmico laguna Chaxa



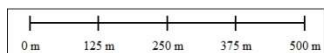
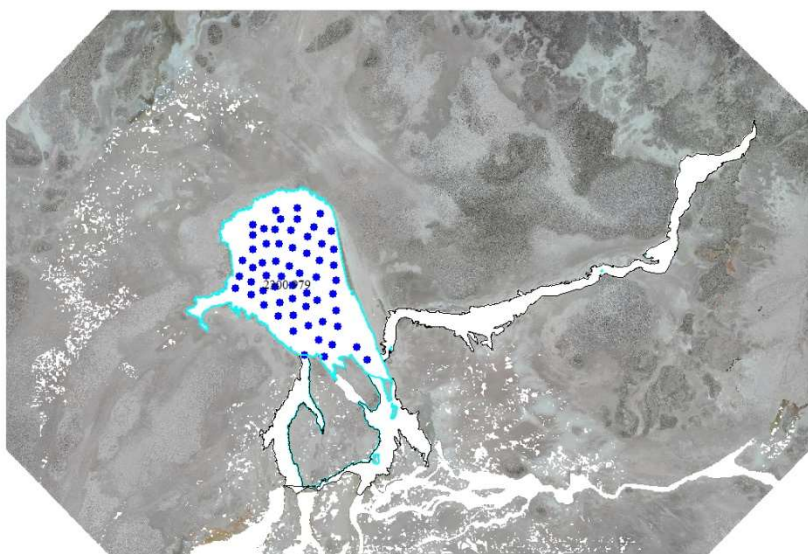
Escala de grados por color

7. POST PROCESO Y EDICIÓN DEL MODELO 3D(MDT)

Esta etapa es donde se genera el modelo 3d o Malla Digital de Terreno (MDT), utilizando la información obtenida del proceso de datos crudos.

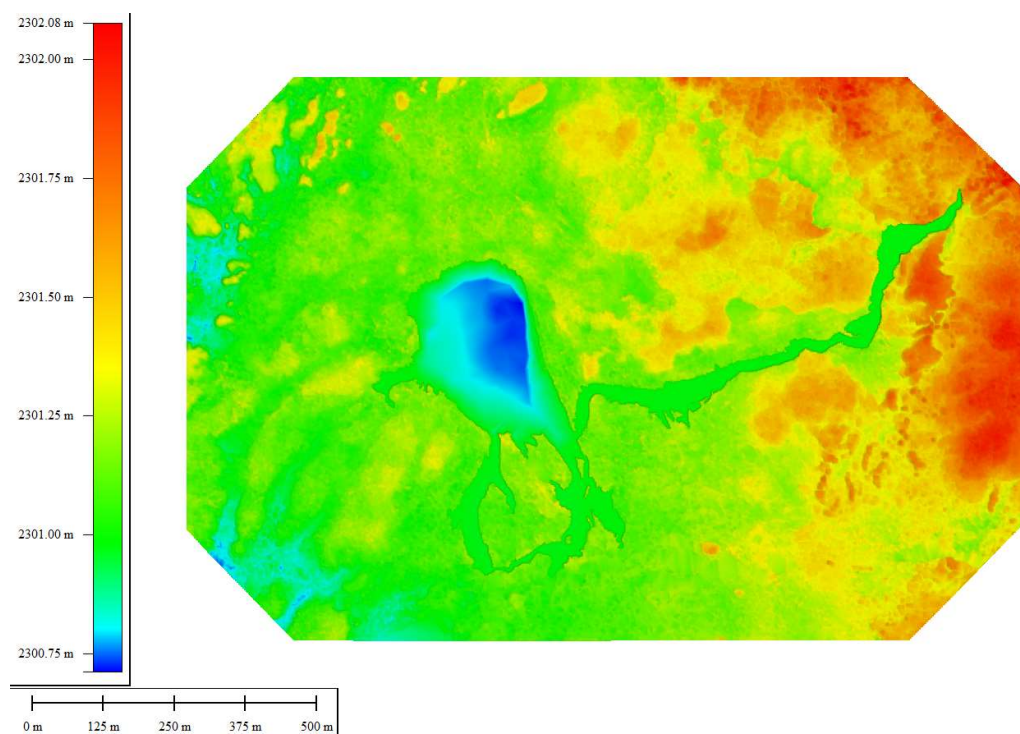
Se unen los archivos de puntos extraídos del proceso de la aerofotogrametría y los datos batimétricos, junto con el contorno del pelo de agua previamente definido sobre la ortofoto.

Datos importados:



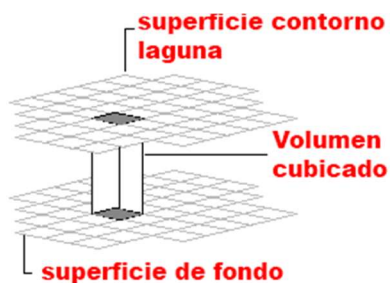
Nube de puntos de aerofotogrametría filtrados y datos de batimetría para generación de modelo digital de terreno MDT

Con toda la información reunida, previamente importada editada y purgada, se genera el MDT (modelo digital de Terreno) el cual corresponde a una malla digital de la superficie del fondo de la laguna y del terreno circundante a éstas.



Modelo 3d (DTM) Fondo laguna y terreno

Al obtener un modelo 3D del terreno se pueden extraer los volúmenes de las lagunas, comparando la superficie del terreno vs una superficie creada con el contorno y elevación del pelo de agua de las lagunas

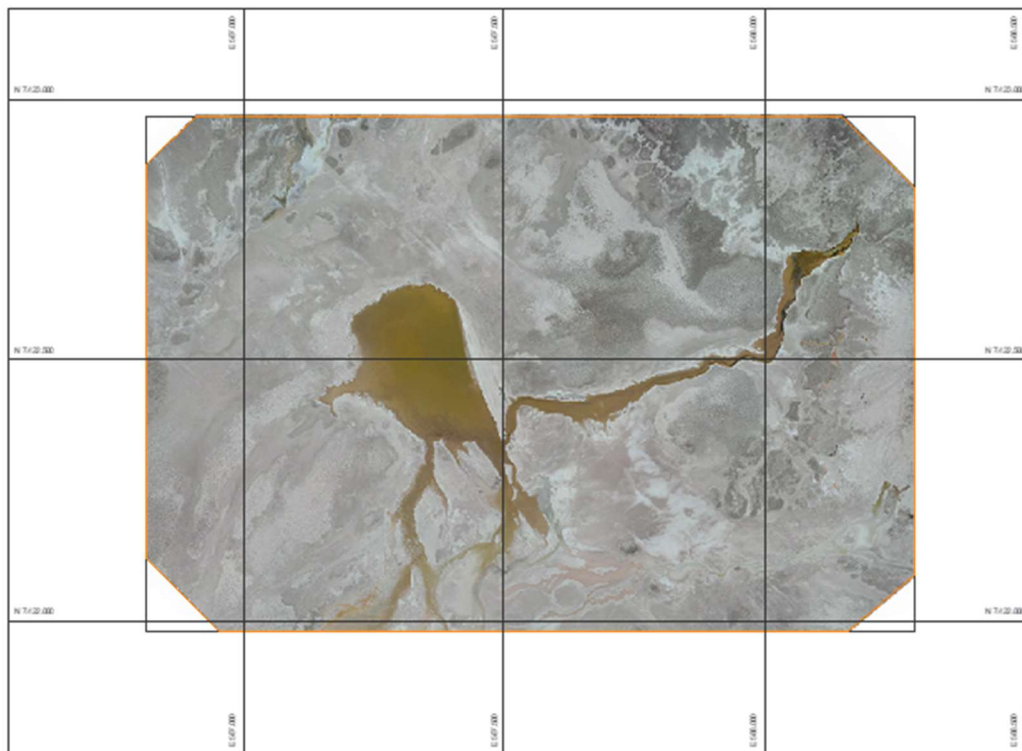


8. RESULTADOS

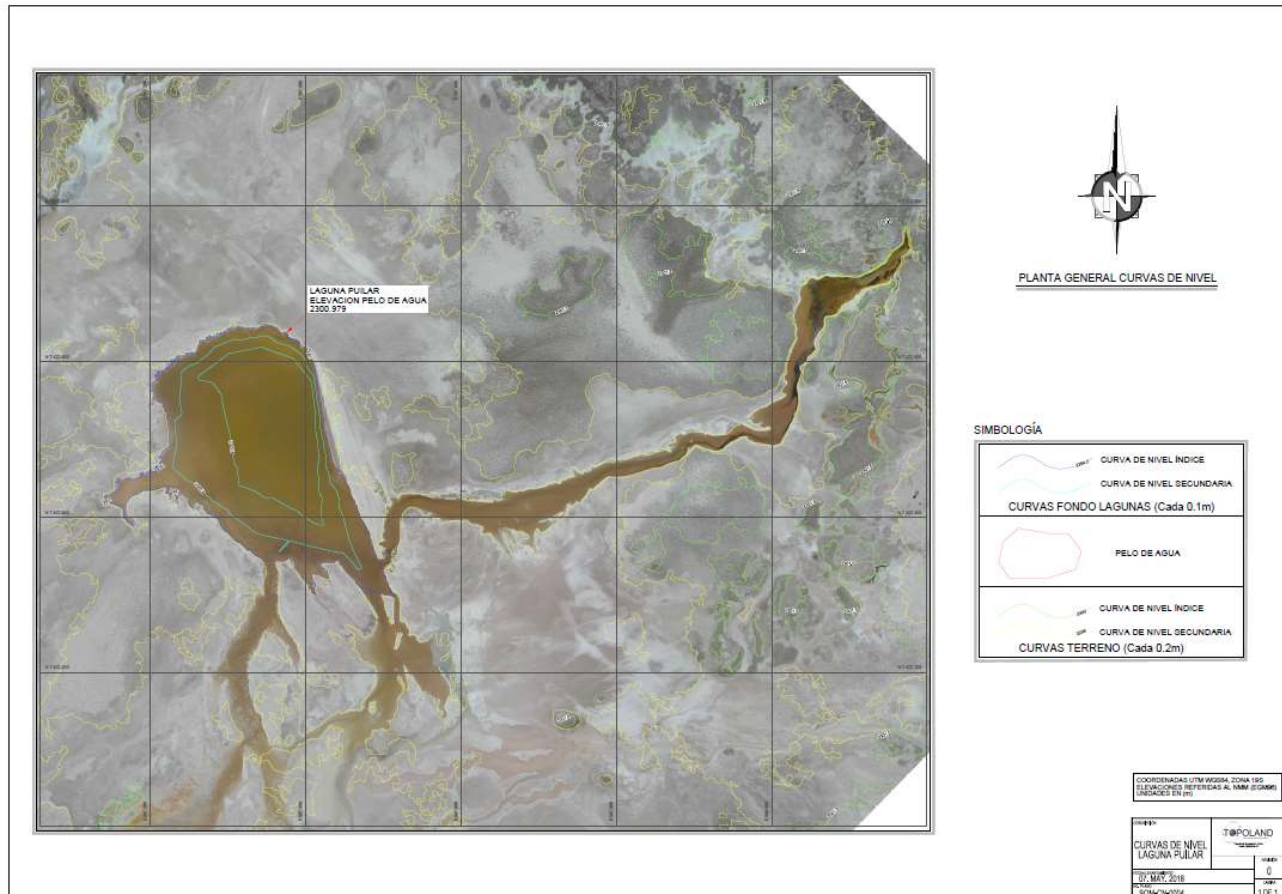
8.1 Obtención de resultados

Para poder generar un modelo completo del fondo de la laguna, se utilizan los datos correspondientes a la batimetría convencional, estos datos son puntos medidos con jalón en el fondo superficial de la laguna, para las áreas circundantes se utilizaron los datos del vuelo aerofotogramétrico. Estos datos se han vinculado al vértice de amarre existente P1F1 y se han post procesado en software especializado para obtener un modelo 3D del fondo de la laguna y áreas circundantes, este modelo está referenciado en elevación al geoide EGM96, por medio de la diferencia entre el elipsoide y el geoide(ondulación), obteniendo un modelo con elevaciones referidas al nivel medio del mar.

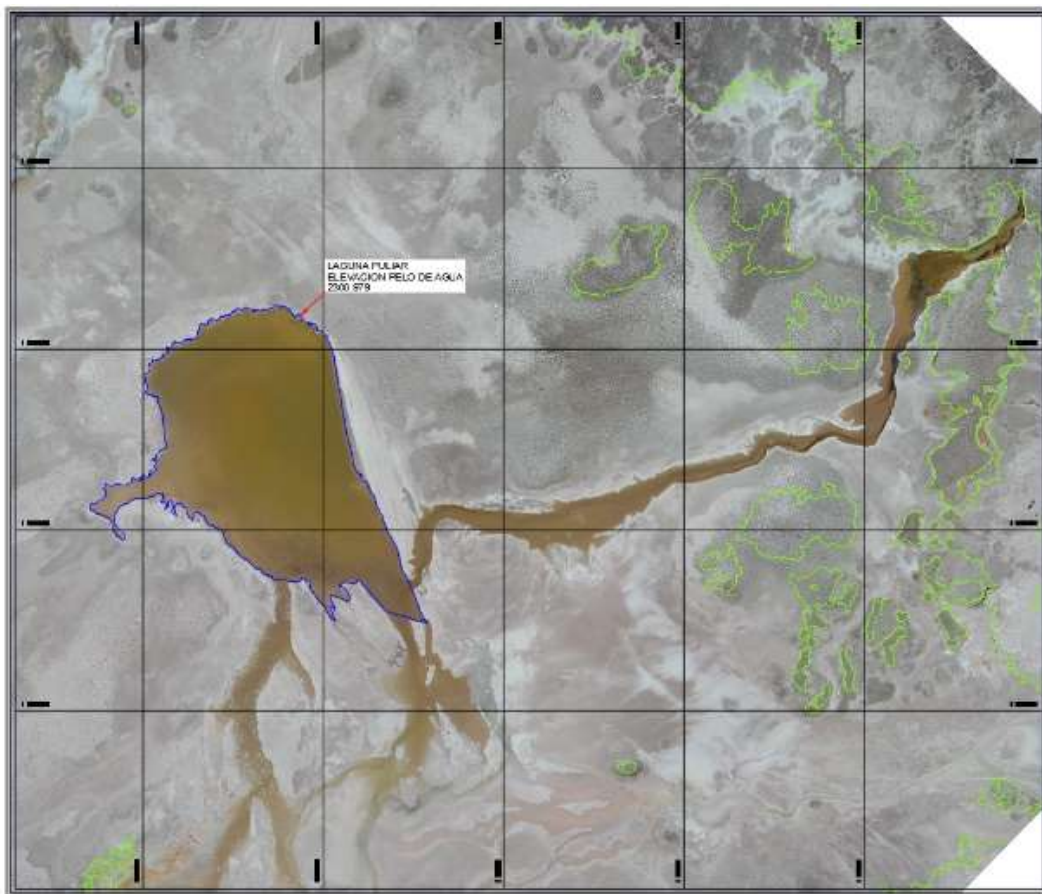
Debido a la turbiedad del agua de la laguna, la aerofotogrametría no entrego datos del fondo de la laguna similares a la batimetría convencional, al ser aguas turbias y de baja profundidad la refracción en el agua produce demasiado ruido en los datos aerofotogramétricos y no se pueden utilizar los puntos .LAS obtenidos del proceso para complementar la batimetría.



Ortofoto, área total 143.15ha



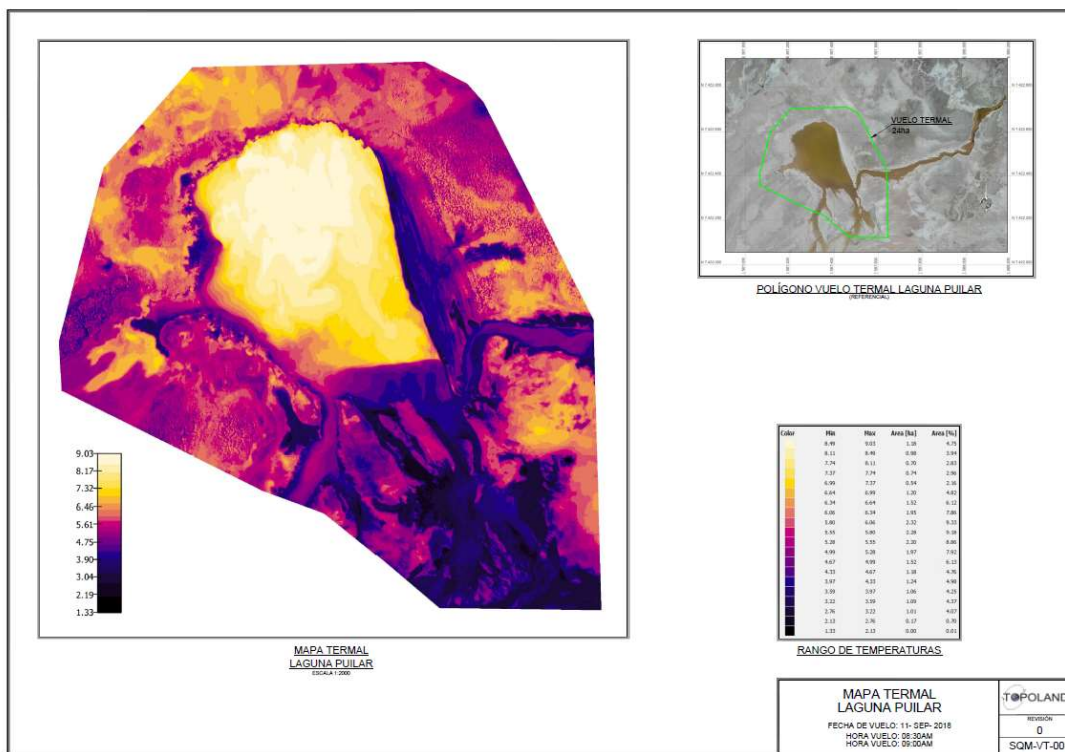
Curvas de nivel



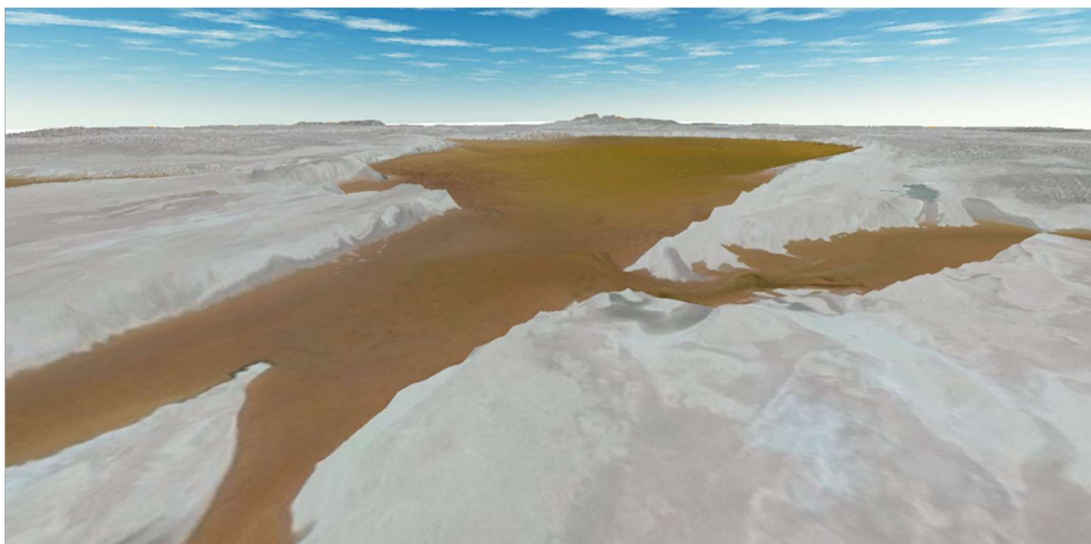
Planta contorno de laguna

Columna1	Laguna Puilar
Cota de Pelo de agua (nmm)	2300.979
Superficie Laguna (ha)	6.2 ha
Volumen Laguna (m3)	8166 m3

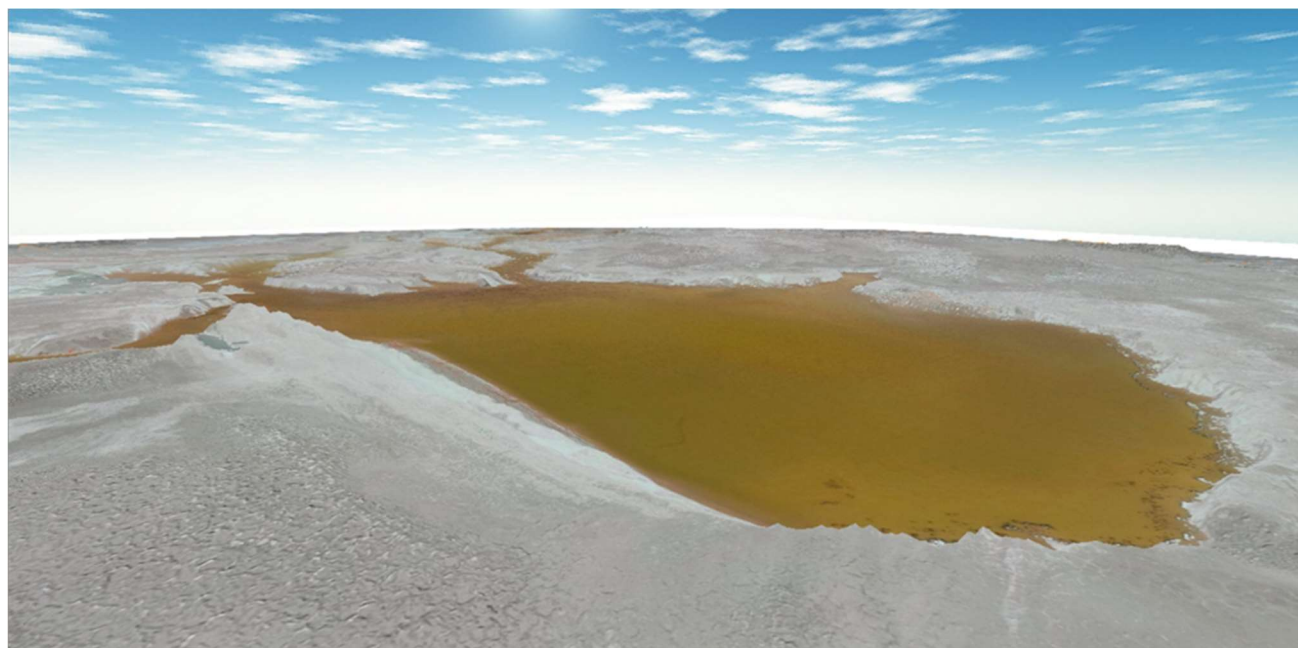
Niveles, Superficies y Volúmenes de agua.



Mapa térmico



Vista 3D, modelo digital de terreno, laguna Puilar



Vista 3D, modelo digital de terreno, laguna Puilar

9. EQUIPOS UTILIZADOS

Sociedad Topoland Ingeniería LTDA., realiza sus servicios del área de Topografía con equipos de vanguardia, con el fin de optimizar el desarrollo de las labores, y cumplir con los estándares exigidos. A continuación, se describen los equipos utilizados durante el trabajo encomendado:

9.1 Instalación de base, puntos de apoyo y mediciones directas del fondo de laguna



Precisiones	
Static/Fast Static:	
H:	3.0 mm + 0.4 ppm
V:	5.0 mm + 0.5 ppm
Precision Static:	
H:	3.0 mm + 0.1 ppm
V:	3.5 mm + 0.4 ppm
RTK (L1+L2):	
H:	5 mm + 0.5 ppm
V:	10 mm + 0.8 ppm

*Equipo GPS marca: Topcon
Modelo: Hiper V*

9.2 Aerofotogrametría



Precisiones
Precisión absoluta X, Y, Z (RTK/PPK activado o con GCP) Hasta 3 cm (1,2 in)/5 cm (2 in)
Precisión absoluta X, Y, Z (sin RTK/PPK y sin GCP) 1-5 m (3-16 ft)

Equipo UAV (UAVe) marca: Sensefly

Modelo: eBee Plus con cámara S.O.D.A. de 20 megapíxeles y cámara térmica thermo MAP

9.3 Batimetría convencional o tradicional



Longitud (eslora)	3m
Ancho(manga)	1.59m
Peso	52kg
Pasajeros	3
Carga máxima	510kg

Bote tipo zodiac marca BlueBay

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0004 Versión : 00 Página : 29 de 29
---	-------------------------------------	---

10. PERSONAL ENCARGADO DEL SERVICIO

10.1 Personal de terreno

Geomensor: Logística, instalación de GPS base, mediciones directas con GPS (marcas de apoyo y fondo laguna).

Operador Drones: Mediciones con dron aéreo y batimétrico.

Patrón de bote: Armado y navegación de bote tipo Zodiac.

10.2 Personal de gabinete

Geomensor: Proceso de datos crudos de terreno.


Dibujante: Proceso de imágenes y obtención de resultados finales.

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0006
		Versión : 02
		Página : 1 de 25

INFORME TÉCNICO

“Topografía Especializada, Aerofotogrametría Sistema Lacustre de Peine”

Sociedad Química y Minera de Chile - SQM

	SERVICIOS ÁREA DE TOPOGRAFÍA SOCIEDAD TOPOLAND INGENIERÍA S.A.		
	Contrato/Proyecto:	Revisión: 2	Página: 1 de 25
	Código: SQM-BAT-P1F1-0006	Fecha: 24-10-2019	
Elaborado por: M.L.D.	Revisado por: F.A.R.	Aprobado por: M.A.Q.	
Revisado por SQM:		Aprobado por SQM:	

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0006 Versión : 02 Página : 2 de 25
---	-------------------------------------	--

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	ACERCA DE NUESTRA EMPRESA.....	3
3.	OBJETIVOS	4
3.1	General.....	4
3.2	Específicos	4
4.	ANTECEDENTES GENERALES DEL SERVICIO.....	4
4.1	Antecedentes generales.....	4
4.2	Emplazamiento zona de estudio.	5
5.	METODOLOGÍA TRABAJOS EN TERRENO	7
5.1	Primera campaña, aerofotogrametría.....	7
6.	PROCESAMIENTO DE DATOS CRUDOS	12
6.1	Datos GPS.....	12
6.2	Imágenes aerofotogrametría.....	13
7.	POST PROCESO Y EDICIÓN DEL MODELO 3D(MDT)	17
8.	RESULTADOS.....	19
8.1	Obtención de resultados.....	19
9.	EQUIPOS UTILIZADOS.....	24
9.1	Instalación de base, puntos de apoyo y mediciones directas del fondo de laguna	24
9.2	Aerofotogrametría.....	24
10.	PERSONAL ENCARGADO DEL SERVICIO	25
10.1	Personal de terreno.....	25
10.2	Personal de gabinete	25

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0006 Versión : 02 Página : 3 de 25
---	-------------------------------------	--

1. INTRODUCCIÓN

Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) ha solicitado a TopoLand Ingeniería, la realización del levantamiento aerofotogramétrico del sistema lacustre de Peine, ubicado en el salar de Atacama y que está dentro de su plan de seguimiento ambiental, para el resguardo de los sistemas sensibles del salar.

En el presente informe entregamos una secuencia de los trabajos realizados, tanto en terreno como en gabinete, para llevar a cabo los trabajos de vuelos aerofotogramétricos con equipos autónomos (UAV).

2. ACERCA DE NUESTRA EMPRESA

TopoLand Ingeniería es una empresa con más de diez años en el mercado chileno y especializada en el campo de las Ciencias de la Tierra.

Empresa de ingeniería con estándares internacionales de calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional, certificados bajo norma ISO.

Se caracteriza por la aplicación y desarrollo de tecnologías de vanguardia para satisfacer los requerimientos de sus clientes.

Tiene personal capacitado y certificado por organismos nacionales como la DGAC (dirección general de aeronáutica civil) y fabricantes de equipos autónomos de varios países, incluyendo Norteamérica, Europa y China.

Para estas labores TopoLand Ingeniería utilizó vehículos autónomos para el levantamiento aéreo (UAV), validando su compromiso con la automatización de equipos y procesos en el desempeño de sus servicios.

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0006 Versión : 02 Página : 4 de 25
---	-------------------------------------	--

3. OBJETIVOS

3.1 General

El servicio tiene como finalidad realizar un vuelo aerofotogramétrico que cubra el área del sistema lacustre de Peine y sectores aledaños.

3.2 Específicos

Realizar vuelo aerofotogramétrico de un sector del sistema lacustre de Peine.

Generar un modelo digital de terreno (MDT).

Generar un ortomosaico georreferenciado de la zona de estudio.

Presentación de metodologías utilizadas y entrega de resultados.

4. ANTECEDENTES GENERALES DEL SERVICIO

4.1 Antecedentes generales

Nombre	: “Servicio de Aerofotogrametría Autónoma”
Servicio	: Aerofotogrametría “Sistema lacustre de Peine”
Lugar	: Salar de Atacama – II Región
Profesional Responsable	: Sres. Marcelo Morales M. y Juan Carlos Reinoso
Fecha Inicio Servicio	: 06/09/2018

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0006 Versión : 02 Página : 5 de 25
---	-------------------------------------	--

4.2 Emplazamiento zona de estudio.

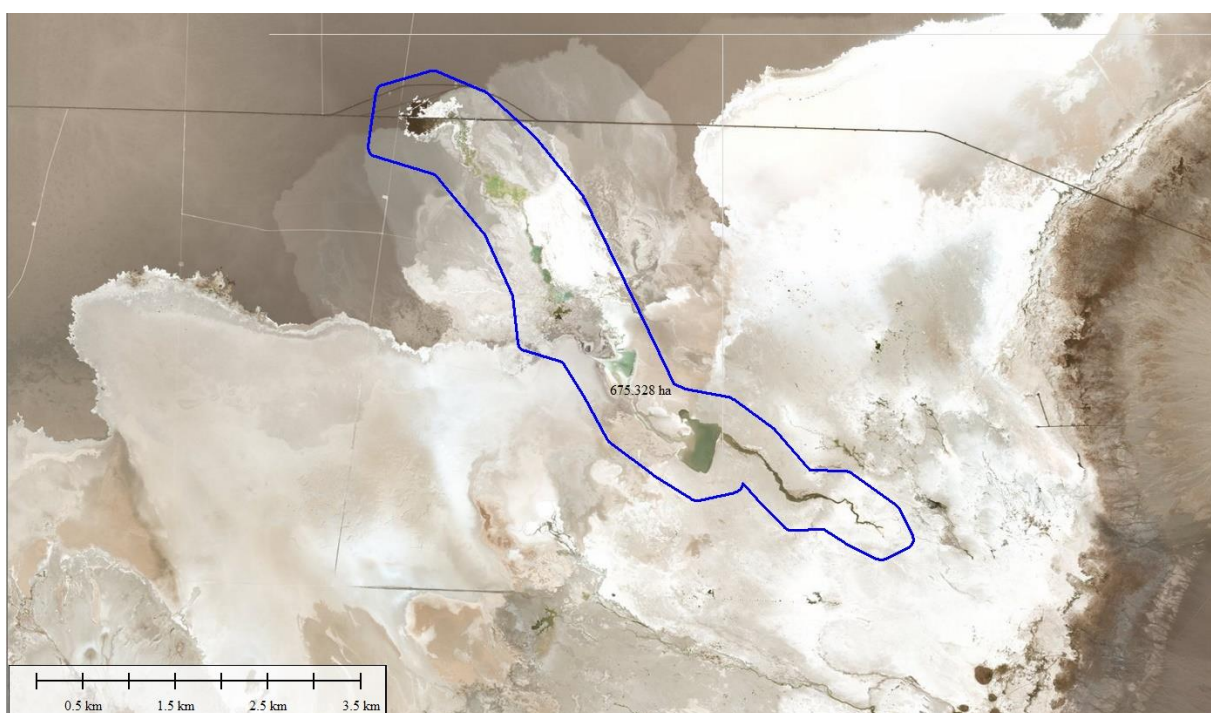
El sistema lacustre de Peine se encuentra emplazado al norte de Chile, en el salar de Atacama a 274 km de la capital regional de Antofagasta y a unos 2300m de altura sobre el nivel medio del mar.



*Segunda Región de Antofagasta, Chile
Ubicación Sistema lacustre de Peine*

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0006 Versión : 02 Página : 6 de 25
---	-------------------------------------	--

La zona de estudio comprende las lagunas y áreas circundantes del sistema lacustre de Peine

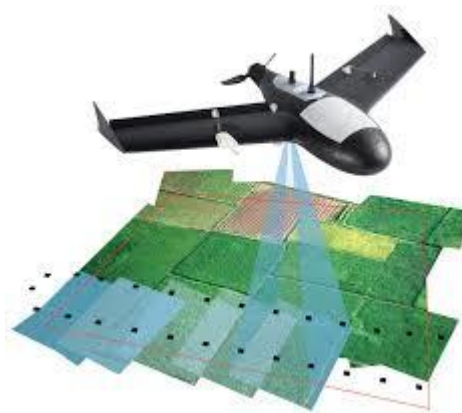


Zona de estudio, Sistema Lacustre de Peine

5. METODOLOGÍA TRABAJOS EN TERRENO

5.1 Primera campaña, aerofotogrametría

Aerofotogrametría: técnica que permite obtener o realizar mediciones correctas en base a fotografías aéreas, a fin de determinar las características métricas y geométricas de los objetos fotografiados



Representación gráfica: captura de imágenes por equipos autónomos

Debido a la gran cantidad de hectáreas a volar y presencia de flamencos en el sector, se utiliza para los vuelos y captura de imágenes un UAV de tipo ala fija, el que por sus características está diseñado para cubrir áreas extensas y además produce una baja emisión de ruido.



Equipo autónomo utilizado para la toma de imágenes aéreas, Ebee Plus

Los trabajos comienzan el día 3 de septiembre de 2018, alrededor de las 17:00 hrs. con la construcción de un monolito de concreto con un perno central, el que será utilizado como punto base **(Peine)** para la georreferenciación de éste y posteriores trabajos en el sector.

Sobre este monolito, se procede a instalar un equipo GPS Geodésico de doble frecuencia (marca Topcon), el que realiza observaciones simultáneamente, con los relevamientos hechos por el UAV.



Equipo de medición GPS sobre monolito de hormigón.

Para generar la coordenada de referencia, se realizó observación prolongada sobre el vértice, y de esta manera generar un “point position”. La elevación relativa a nivel medio del mar (NMM) se obtuvo mediante la determinación de ondulación geoidal, obtenida de modelo EGM96

Este sistema, consta de dos receptores, que además permiten realizar mediciones de coordenadas en tiempo real, utilizando un equipo como base estática sobre punto conocido y otro como móvil.

PEINE				
Norte (m)	Este (m)	Altura Ell.(m)	Ond. EGM96(m)	El. s.n.m.m.
7382758.378	584608.287	2338.550	37.534	2301.016

Nota: Este punto, corresponde a Monolito de hormigón con perno central y coordenadas WGS 84 HUSO 19.

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0006 Versión : 02 Página : 9 de 25
---	-------------------------------------	--

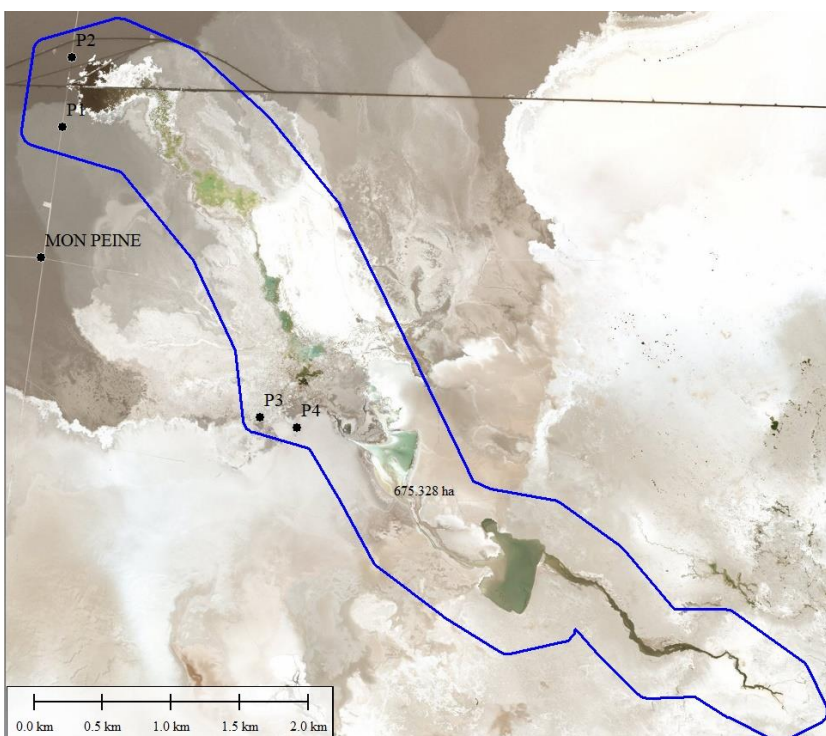
El Domingo 6 de septiembre de 2018, el personal sale del campamento e inicia las actividades en terreno con la instalación del equipo GPS sobre el monolito “Peine”, construido el día 03 de septiembre de 2018, luego se realiza un reconocimiento del sector y un recorrido alrededor de la laguna, con el fin de determinar las posiciones de las marcas de apoyo a instalar y llevar a cabo la planificación del vuelo. Las marcas de apoyo corresponden a rectángulos de polietileno de color anaranjado de 60x60 cm, utilizadas como referencia en el post proceso de los datos Aerofotogramétricos.



Marcas de apoyo.

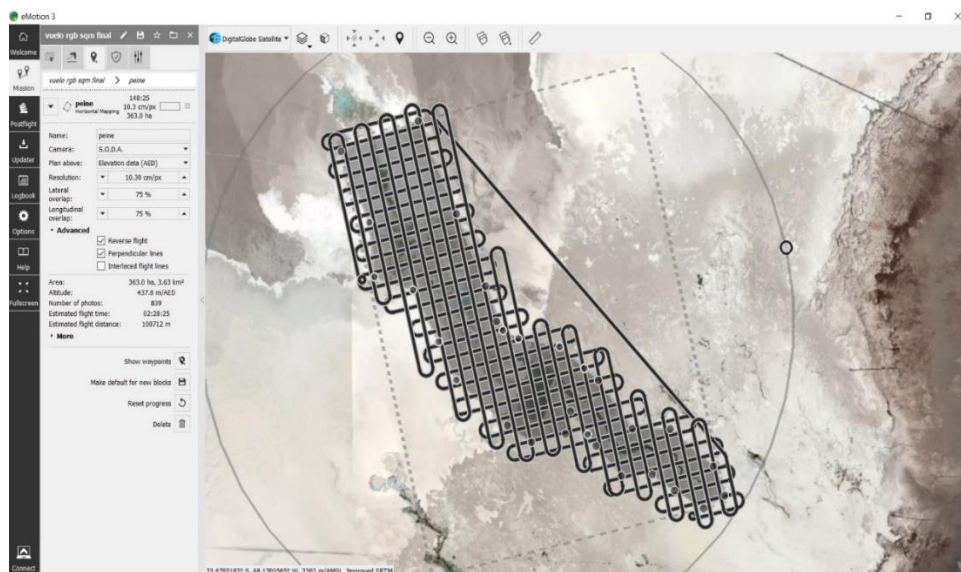
Una vez instaladas las marcas de apoyo, se procede a la toma de coordenadas, correspondientes a la posición de éstas. Para esto, se utiliza equipo GPS con las mismas características que la instalación base, en modalidad Rover o móvil, y configurado para tomar medidas en tiempo real (RTK).

Estos puntos de apoyo están vinculados al punto “Peine”



Ubicación puntos de apoyo.

Posterior a la medición de las marcas de apoyo se realiza la planificación del vuelo.



Planificación del vuelo

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0006 Versión : 02 Página : 11 de 25
---	-------------------------------------	---

Una vez realizada la planificación de vuelo y al observar que el terreno no era uniforme se instala una pista de aterrizaje, en la zona más plana posible.



Instalación de pista de aterrizaje para UAV de ala fija

Se ejecutan 9 vuelos, iniciando el primero de ellos a las 13:44 hrs. y terminando el último vuelo a las 15:32 hrs., se programa para tomar imágenes a una altura de 437 metros sobre el terreno con una resolución de 10.3cm de pixel, se calibra la cámara del UAV para adaptarla a la luminosidad de la zona existente al momento del vuelo.

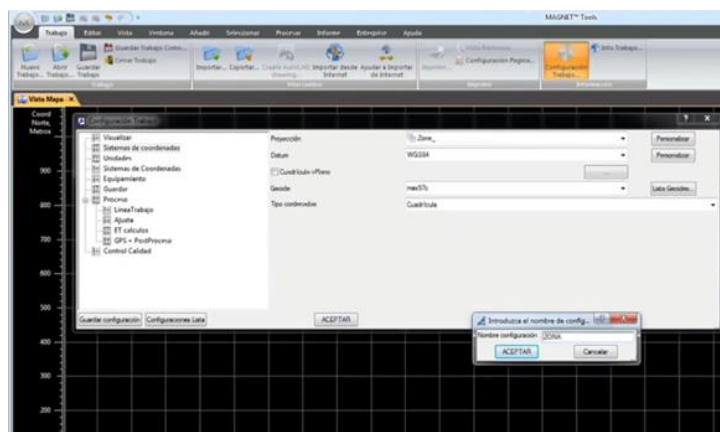
Del vuelo se obtienen 1126 fotos de alta resolución, abarcando 675,3 hectáreas. Para luego extraer la información y revisión de las imágenes.

6. PROCESAMIENTO DE DATOS CRUDOS

Luego de ejecutar las mediciones en terreno, se deben descargar los datos obtenidos en un ordenador, donde se lleva a cabo el procesamiento de los datos crudos, esto consiste en la transformación de los datos obtenidos por los distintos equipos utilizados, en información legible, compatible e intercambiable con los distintos programas de post proceso utilizados para la obtención de modelos 3D. Un ejemplo de esto son los datos tomados por el GPS, los que una vez procesados se transforman en archivos de extensión .CSV o .XYZ los que contienen información de coordenada y cota de los puntos levantados. Estos archivos son compatibles con la mayoría de los programas de modelamiento, los que utilizan esa información para generar un modelo 3D de las superficies levantadas.

6.1 Datos GPS

Con el software Topcon Magnet Tools se procesan los datos de instalación y mediciones directas tomadas con GPS: Marcas de apoyo, cota pelo de agua.



Software: Topcon Magnet Tools

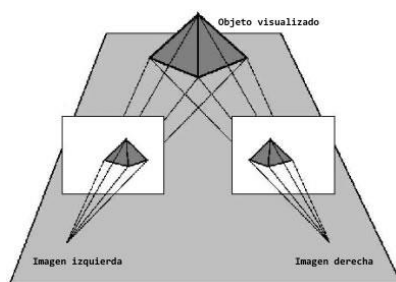
A continuación, un ejemplo de puntos coordenados obtenidos luego del proceso.

P1	7383707.689	584760.43	2338.264
P2	7419586.105	584825.714	2338.35
P3	7381591.035	586064.616	2338.168

Archivo Extensión .CSV_ Listado de Puntos Coordenados

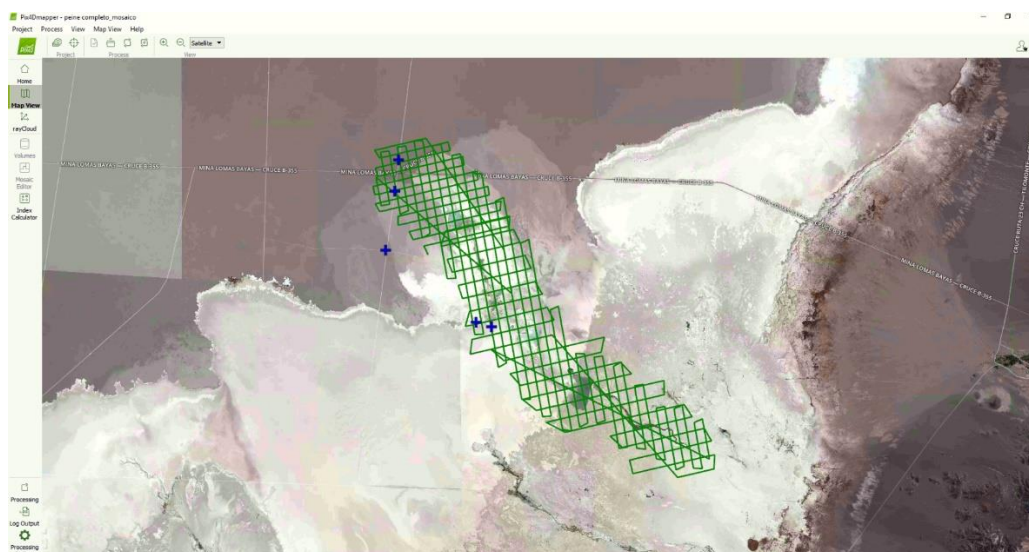
6.2 Imágenes aerofotogrametría

Las imágenes obtenidas del vuelo con dron se procesan en el software pix4D Mapper, el que trabaja con los principios de la fotogrametría, la que obtiene a través del traslape o superposición de las imágenes una visión estereoscópica de los puntos en común y así determina la geometría en tres dimensiones de los objetos.

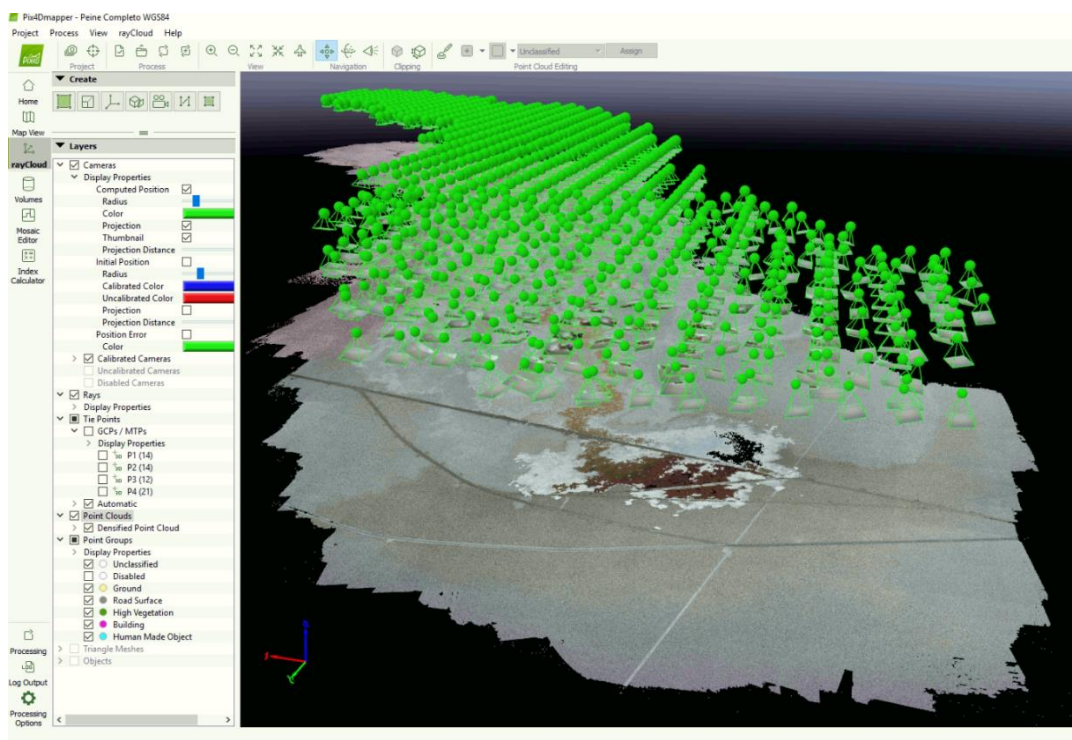


Esquema de visión estereoscópica

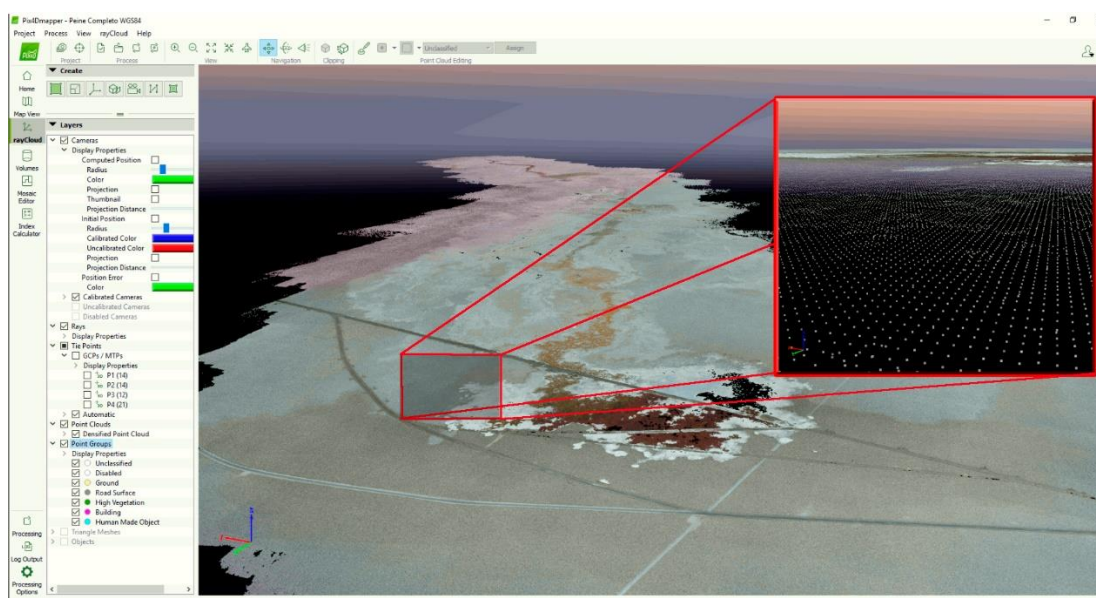
Este proceso genera puntos 3D con coordenadas Norte, Este y Elevación, los que son ajustados a las posiciones de las marcas de apoyo levantadas con GPS, de esta forma se relaciona dimensionalmente los datos de terreno (GPS) y su representación gráfica, obteniendo así un modelo georreferenciado.



*Software Pix4d Mapper
Posicionamiento de cámaras*



*Software Pix4d Mapper
Posicionamiento de cámaras*

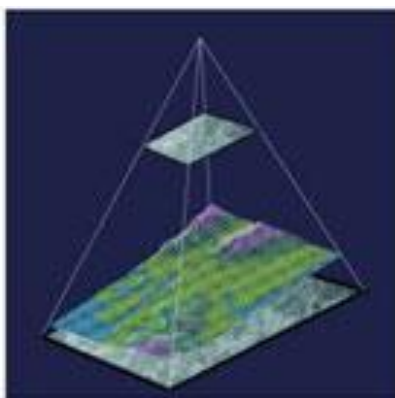


Nube de puntos 3D obtenida del proceso

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0006 Versión : 02 Página : 15 de 25
---	-------------------------------------	---

Luego de la generación de puntos 3D el software genera un modelo digital del terreno, el que junto con las imágenes sirven para generar la ortofotografía

Obtención de la Ortofotografía: Cada fotografía correctamente orientada junto con el Modelo Digital del Terreno permite llevar a cabo el proceso de ortoproyección, proporcionando una ortofotografía, es decir, una imagen georreferenciada y a escala.













Esquema de ortoproyección

Una vez generados el modelo de terreno y la ortofoto se exportan los resultados en los distintos formatos compatibles con los softwares de post proceso. Estos son:

- Ortofoto en formatos de extensión .TIF y .ECW
- Grilla de puntos 3D en archivo de extensión .LAS. Los archivos de extensión .LAS corresponden a un tipo de formato estándar para la contención de grandes cantidades de datos, el cual puede ser leído por distintos softwares. En definitiva, es un archivo de puntos, similar al de extensión .XYZ que entrega el proceso de los datos GPS.

Quality Check



 Images	median of 15954 keypoints per image	
 Dataset	1126 out of 1126 images calibrated (100%), all images enabled	
 Camera Optimization	0.7% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	
 Matching	median of 9285.27 matches per calibrated image	
 Georeferencing	yes, 3 GCPs (3 3D), mean RMS error = 0.013 m	

Preview

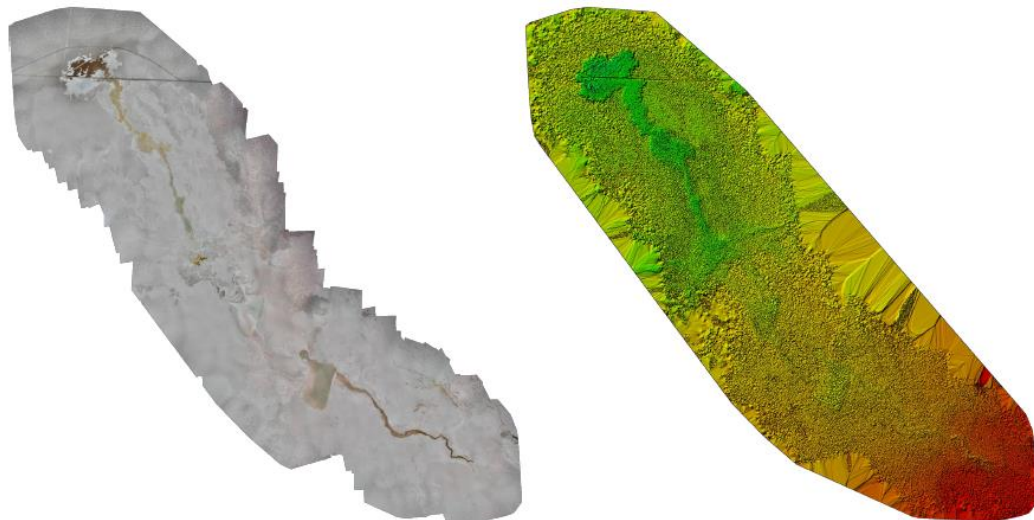


Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

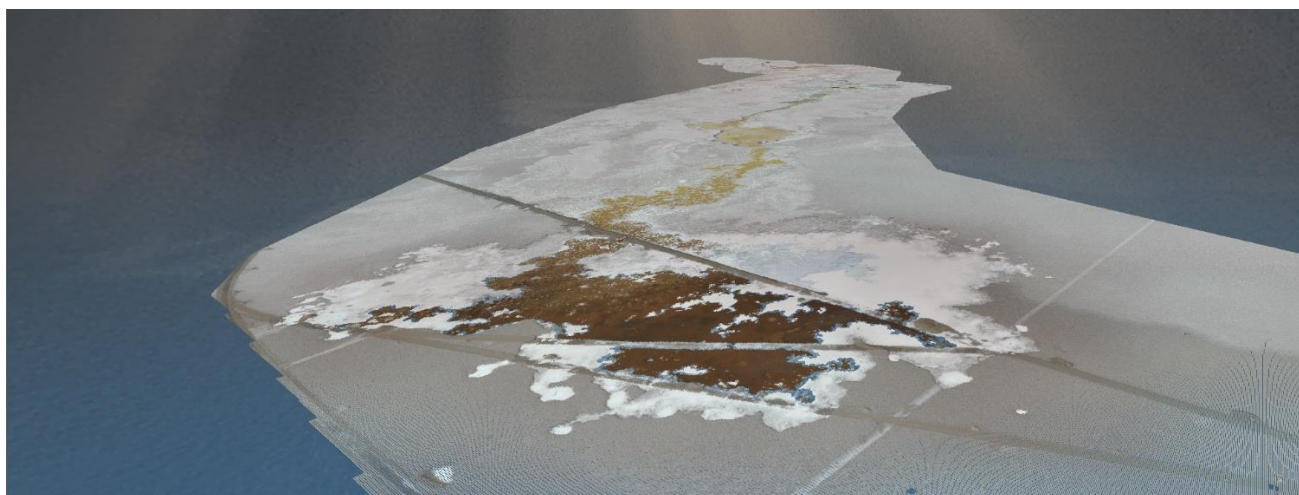
Resultados: Ortomosaico, DTM y Nube de puntos (.LAS)

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0006 Versión : 02 Página : 17 de 25
---	-------------------------------------	---

7. POST PROCESO Y EDICIÓN DEL MODELO 3D(MDT)

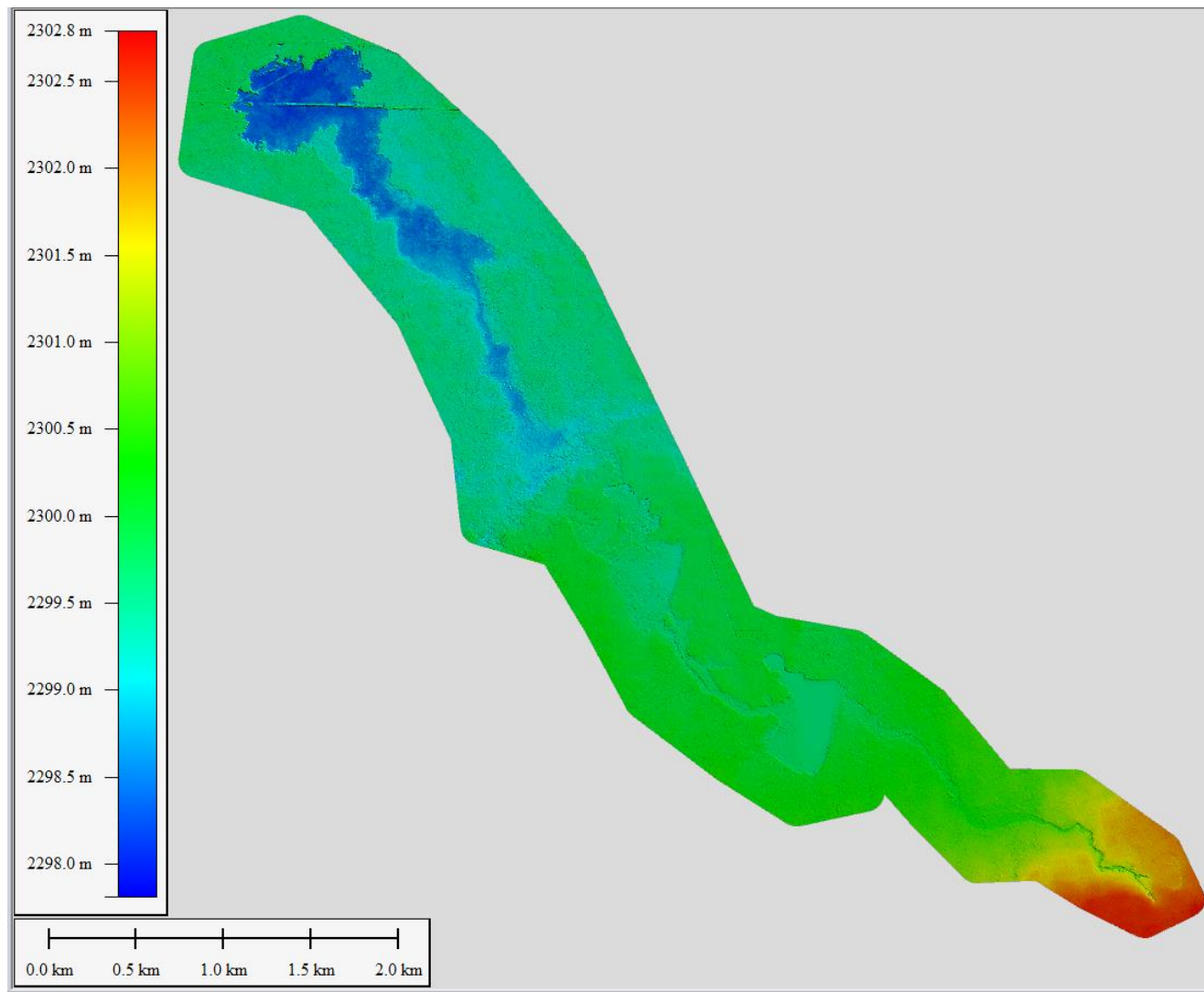
Esta etapa es donde se genera el modelo 3d o Malla Digital de Terreno (MDT), utilizando la información obtenida del proceso de datos crudos.

Datos importados:



Nube de puntos de aerofotogrametría filtrados, para generación de modelo digital de terreno MDT

Con toda la información reunida, previamente importada editada y purgada, se genera el MDT (modelo digital de Terreno) el cual corresponde a una malla digital de la superficie del terreno



Modelo 3d (DTM) Fondo laguna y terreno

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0006 Versión : 02 Página : 19 de 25
---	-------------------------------------	---

8. RESULTADOS

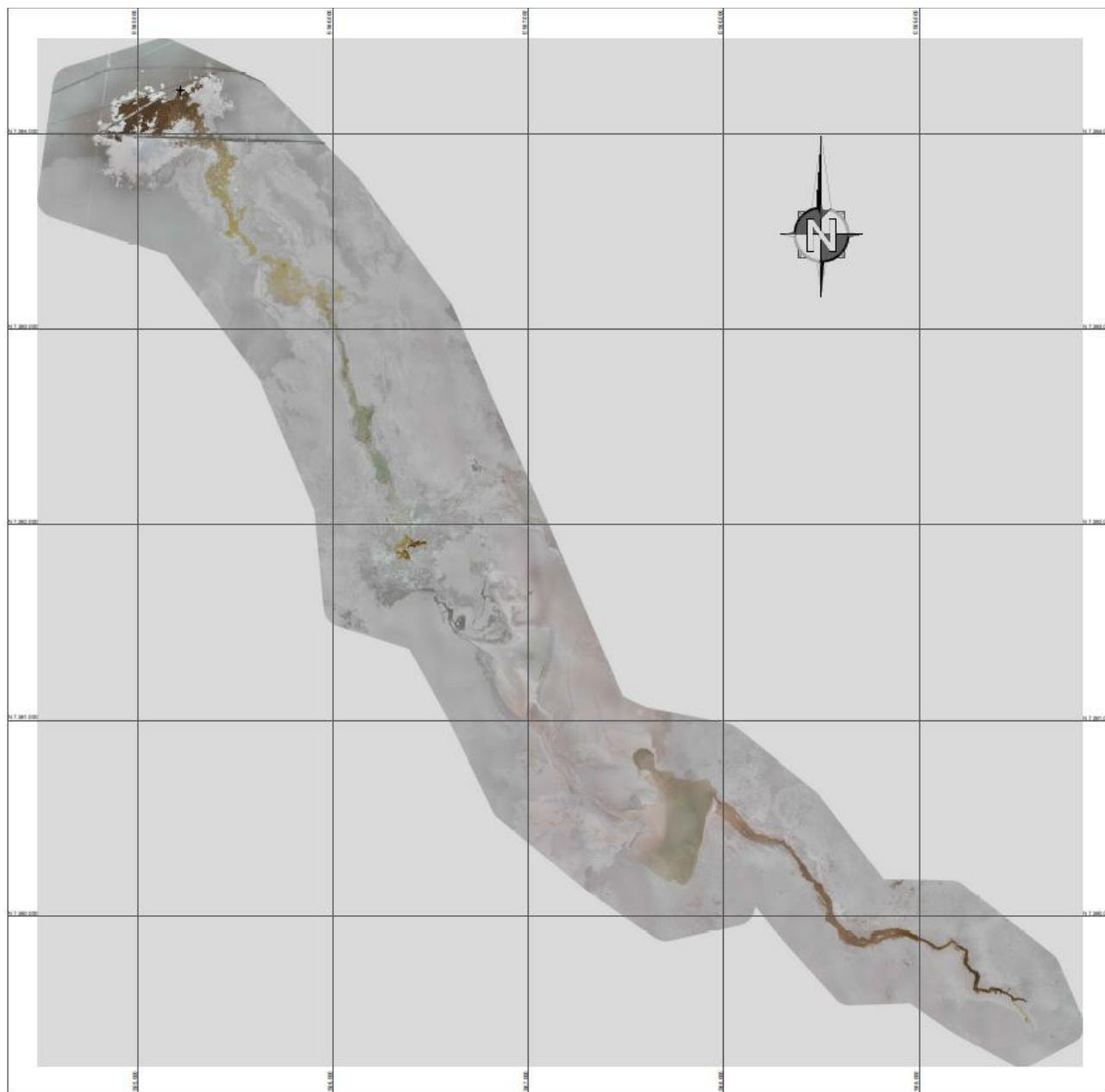
8.1 Obtención de resultados

Para poder generar un modelo completo de la zona de estudio, se utilizó la información obtenida del vuelo aerofotogramétrico. Estos datos se han vinculado al vértice de amarre existente P1F1 y se han post procesado en software especializado para obtener un modelo 3D del fondo de las lagunas y áreas circundantes, este modelo está referenciado en elevación al geoide EGM96, por medio de la diferencia entre el elipsoide y el geoide(ondulación), obteniendo un modelo con elevaciones referidas al nivel medio del mar.

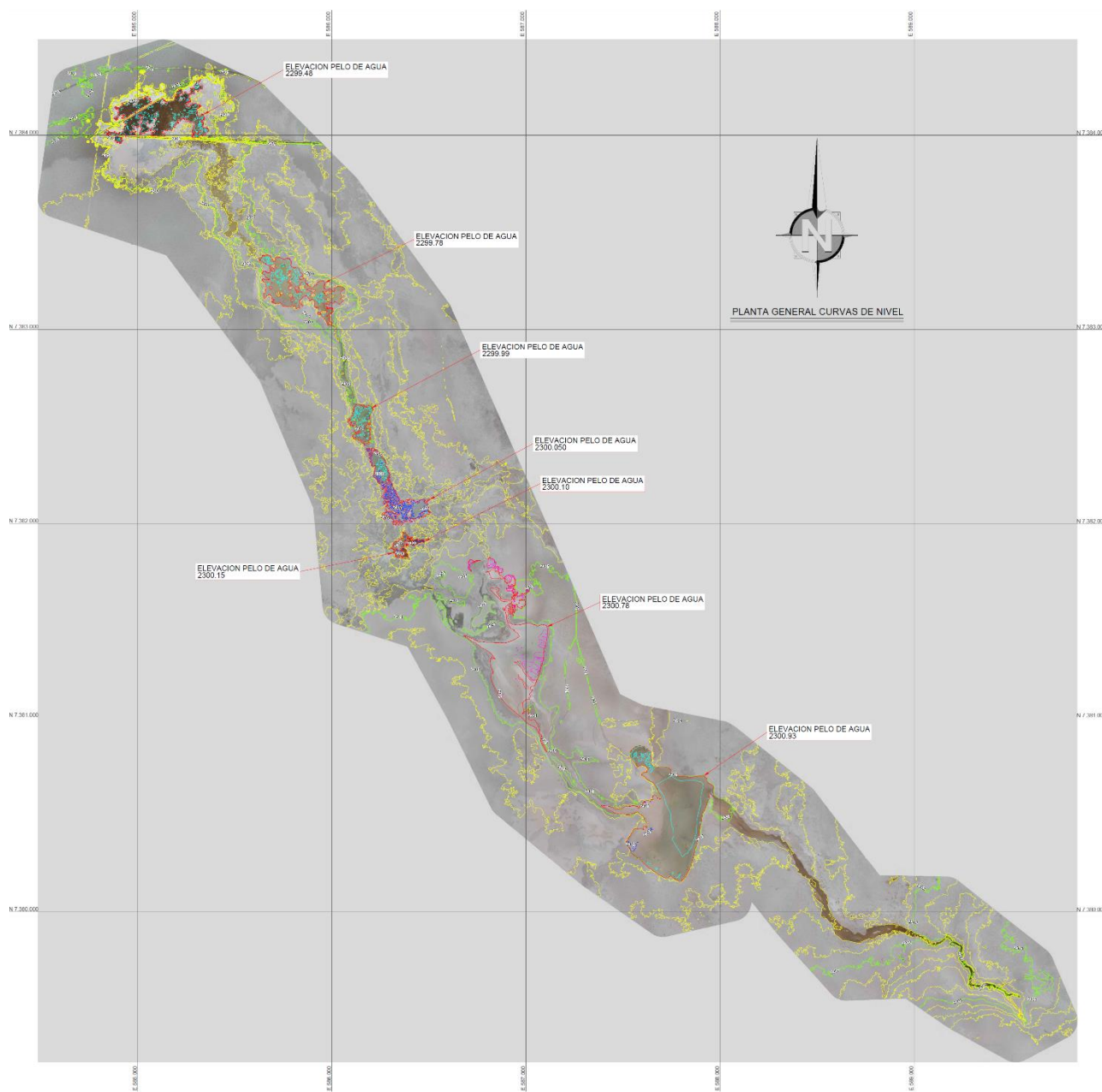
Como en esta zona no se levantaron datos batimétricos, se utilizaron los puntos .LAS obtenidos del proceso de aerofotogrametría, la cual puede ser utilizada en sectores de aguas claras y de baja profundidad (alrededor de los 50cm). Estos puntos que contienen información coordenada (Norte, Este, Elevación) son filtrados por elevación y además son purgados para eliminar del modelo, cualquier punto fuera de la media, ya que en este caso no hay mediciones directas para corroborar las cotas del fondo.

De este modelo se extrae directamente la información de cotas de los pelos de agua de las lagunas.

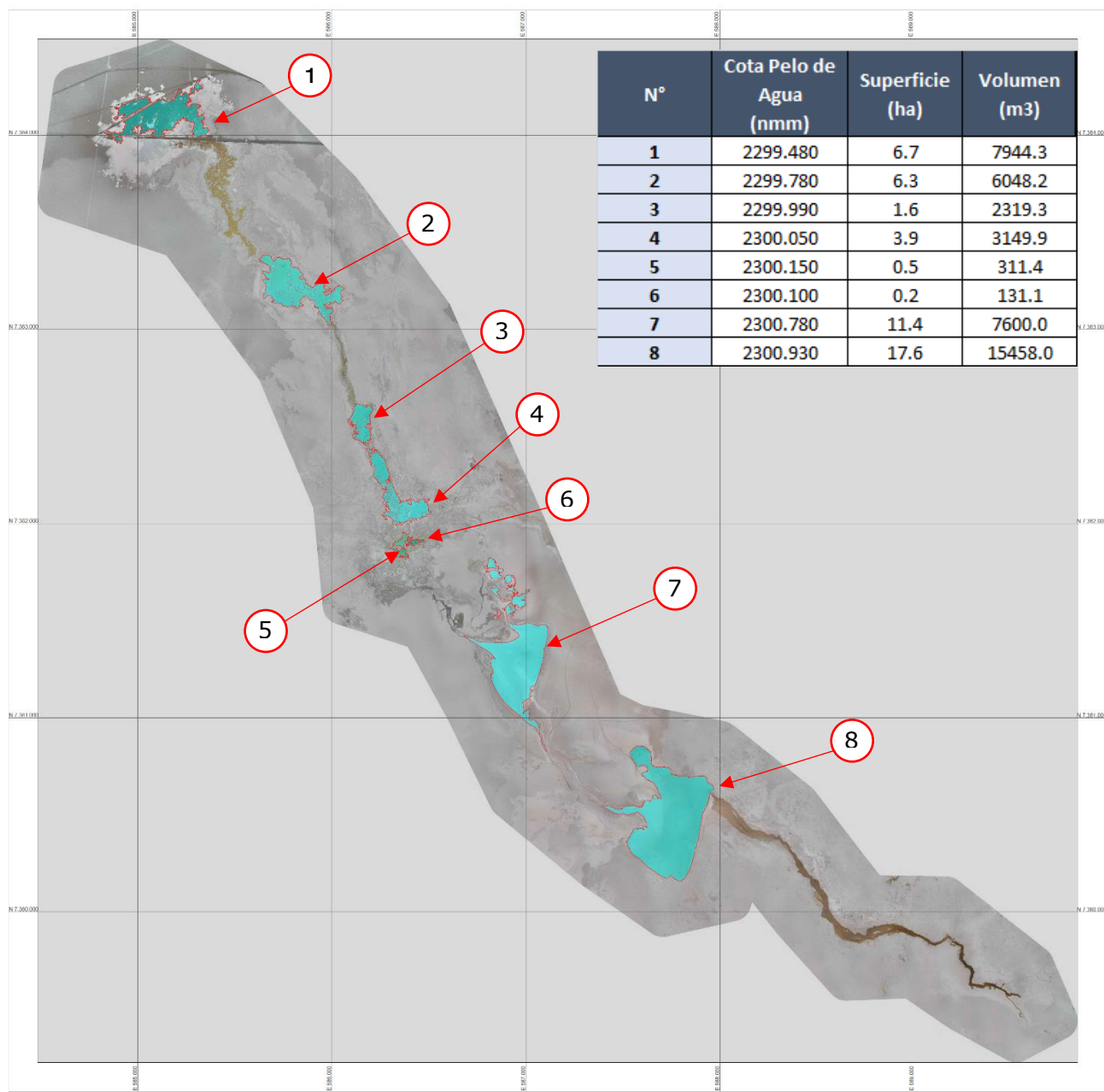
En este caso el alcance del estudio no contemplo mediciones con GPS o equipos autónomos en el fondo de las lagunas.



Ortofoto, área total 675.33ha



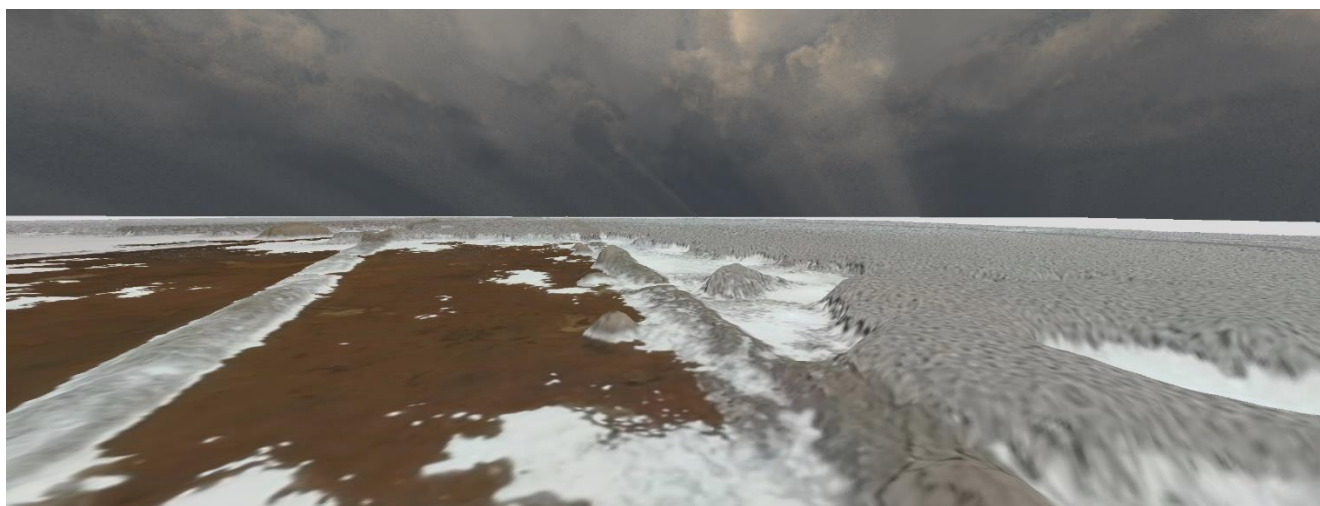
Curvas de nivel



Niveles, Superficies y Volúmenes de agua



Vista 3D, modelo digital de terreno



Vista 3D, modelo digital de terreno

9. EQUIPOS UTILIZADOS

Sociedad Topoland Ingeniería LTDA., realiza sus servicios del área de Topografía con equipos de vanguardia, con el fin de optimizar el desarrollo de las labores, y cumplir con los estándares exigidos. A continuación, se describen los equipos utilizados durante el trabajo encomendado:

9.1 Instalación de base, puntos de apoyo y mediciones directas del fondo de laguna



Precisiones
Static/Fast Static:
H: 3.0 mm + 0.4 ppm
V: 5.0 mm + 0.5 ppm
Precision Static:
H: 3.0 mm + 0.1 ppm
V: 3.5 mm + 0.4 ppm
RTK (L1+L2):
H: 5 mm + 0.5 ppm
V: 10 mm + 0.8 ppm

*Equipo GPS marca: Topcon
Modelo: Hiper V*

9.2 Aerofotogrametría



Precisiones
Precisión absoluta X, Y, Z (RTK/PPK activado o con GCP) Hasta 3 cm (1,2 in)/5 cm (2 in)
Precisión absoluta X, Y, Z (sin RTK/PPK y sin GCP) 1-5 m (3-16 ft)

*Equipo UAV (UAVe) marca: Sensefly
Modelo: eBee Plus con cámara S.O.D.A. de 20 megapíxeles y cámara térmica thermo MAP*

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0006 Versión : 02 Página : 25 de 25
---	-------------------------------------	---

10. PERSONAL ENCARGADO DEL SERVICIO

10.1 Personal de terreno

Geomensor: Logística, instalación de GPS base, mediciones directas con GPS (marcas de apoyo y fondo laguna).

Operador Drones: Mediciones con dron aéreo y batimétrico.

Patrón de bote: Armado y navegación de bote tipo Zodiac.

10.2 Personal de gabinete

Geomensor: Proceso de datos crudos de terreno.


Dibujante: Proceso de imágenes y obtención de resultados finales.

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0001 Versión : 00 Página : 1 de 26
---	-------------------------------------	--

INFORME TÉCNICO

“Topografía Especializada, Aerofotogrametría y Batimetría Laguna La Brava”

Sociedad Química y Minera de Chile - SQM

	SERVICIOS ÁREA DE TOPOGRAFÍA		
	SOCIEDAD TOPOLAND INGENIERÍA S.A.		
	Contrato/Proyecto:	Revisión: 0	Página: 1 de 26
Código: SQM-BAT-P1F1-0001	Fecha: 25-10-2018		
Elaborado por: M.L.D.	Revisado por: F.A.R.	Aprobado por: M.A.Q.	
Revisado por SQM:		Aprobado por SQM:	

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0001 Versión : 00 Página : 2 de 26
---	-------------------------------------	--

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	ACERCA DE NUESTRA EMPRESA.....	3
3.	OBJETIVOS	4
3.1	General.....	4
3.2	Específicos	4
4.	ANTECEDENTES GENERALES DEL SERVICIO.....	4
4.1	Antecedentes generales	4
4.2	Emplazamiento zona de estudio.	5
4.3	Primera campaña, aerofotogrametría.....	6
4.4	Segunda campaña, batimetría.	10
5.	PROCESAMIENTO DE DATOS CRUDOS	12
5.1	Datos GPS	13
5.2	Imágenes aerofotogrametría.....	14
6.	POST PROCESO Y EDICIÓN DEL MODELO 3D(MDT)	17
7.	RESULTADOS.....	19
7.1	Obtención de resultados.....	19
8.	EQUIPOS UTILIZADOS.....	24
8.1	Instalación de base, puntos de apoyo y mediciones directas del fondo de laguna	24
8.2	Aerofotogrametría.....	24
8.3	Batimetría convencional o tradicional.....	25
8.4	Batimetría no convencional.....	25
9.	PERSONAL ENCARGADO DEL SERVICIO.....	26
9.1	Personal de terreno	26
9.2	Personal de gabinete	26

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0001 Versión : 00 Página : 3 de 26
---	-------------------------------------	--

1. INTRODUCCIÓN

Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) ha solicitado a TopoLand Ingeniería, la realización del levantamiento batimétrico, de la laguna La Brava, ubicada en el salar de Atacama y que está dentro de su plan de seguimiento ambiental, para el resguardo de los sistemas sensibles del salar. En el presente informe entregamos una secuencia de los trabajos realizados, tanto en terreno como en gabinete, para llevar a cabo los trabajos de batimetría convencional, así como el vuelo aerofotogramétrico con equipos autónomos (UAV).

2. ACERCA DE NUESTRA EMPRESA

TopoLand Ingeniería es una empresa con más de diez años en el mercado chileno y especializada en el campo de las Ciencias de la Tierra.

Empresa de ingeniería con estándares internacionales de calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional, certificados bajo norma ISO.

Se caracteriza por la aplicación y desarrollo de tecnologías de vanguardia para satisfacer los requerimientos de sus clientes.

Tiene personal capacitado y certificado por organismos nacionales como la DGAC (dirección general de aeronáutica civil) y fabricantes de equipos autónomos de varios países, incluyendo Norteamérica, Europa y China.

Para estas labores TopoLand Ingeniería utilizó vehículos autónomos para el levantamiento aéreo (UAV), validando su compromiso con la automatización de equipos y procesos en el desempeño de sus servicios.

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0001 Versión : 00 Página : 4 de 26
---	-------------------------------------	--

3. OBJETIVOS

3.1 General

El servicio tiene como finalidad realizar una batimetría que cubra el área de laguna La Brava

3.2 Específicos

Realizar mediciones batimétricas en laguna La Brava

Generar un modelo digital de terreno (MDT).

Generar un ortomosaico georreferenciado de la zona de estudio

Presentación de metodologías utilizadas y entrega de resultados.

4. ANTECEDENTES GENERALES DEL SERVICIO

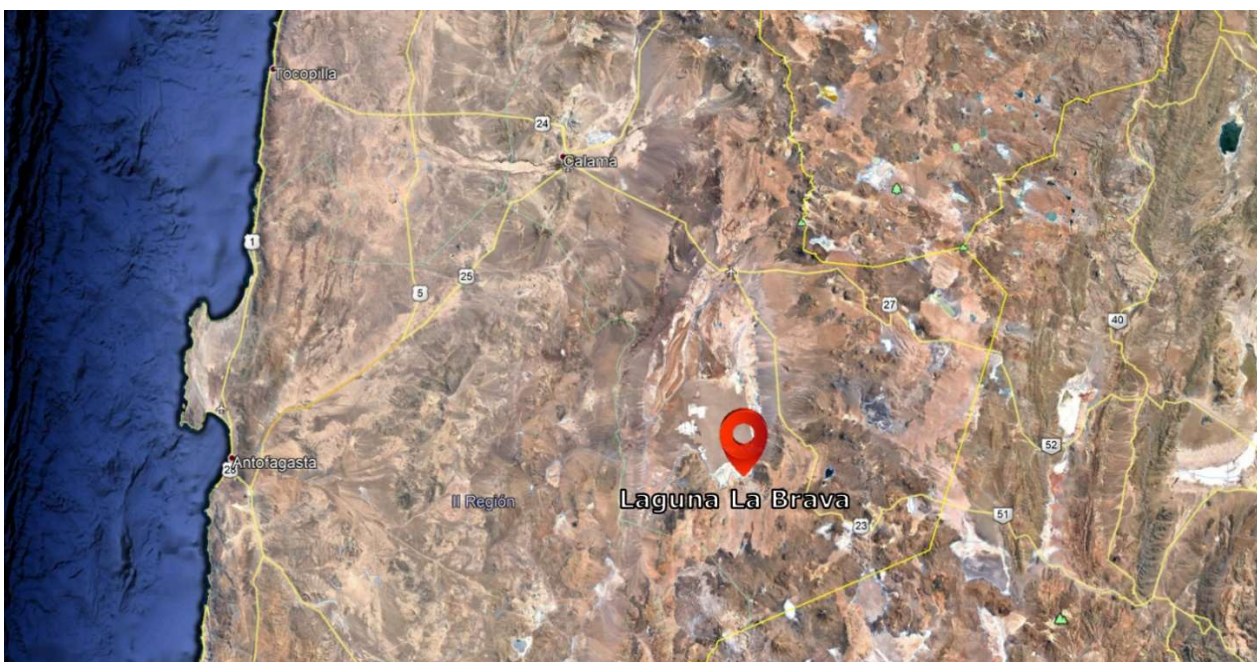
4.1 Antecedentes generales

Nombre	: “Servicio de Batimetría Autónoma”
Servicio	: Batimetría y Aerofotogrametría “Laguna La Brava”
Lugar	: Salar de Atacama – II Región
Profesional Responsable	: Sres. Marcelo Morales M. y Juan Carlos Reinoso
Fecha Inicio Servicio	: 21/12/2017

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0001 Versión : 00 Página : 5 de 26
---	-------------------------------------	--

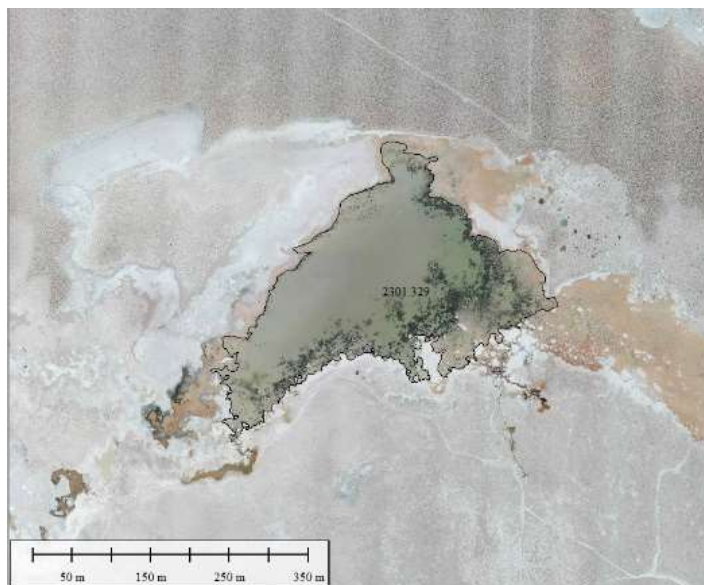
4.2 Emplazamiento zona de estudio.

Laguna La Brava se encuentra emplazado al norte de Chile, en el salar de Atacama a 316 km de la capital regional de Antofagasta y a unos 2300m de altura sobre el nivel del mar.



*Segunda Región de Antofagasta, Chile
Ubicación Laguna La Brava*

La zona de estudio comprende la laguna completa y el perímetro de ésta



Zona de estudio, Laguna La Brava

4.3 Primera campaña, aerofotogrametría

Aerofotogrametría: técnica que permite obtener o realizar mediciones correctas en base a fotografías aéreas, a fin de determinar las características métricas y geométricas de los objetos fotografiados



Representación gráfica: captura de imágenes por equipos autónomos

Los trabajos comienzan el día 21 de diciembre de 2017, con la instalación de una cuña metálica, que será utilizada como punto base (**211217SQM**) para la georreferenciación de éste y posteriores trabajos en el sector.

Sobre este punto base, se procede a instalar un equipo GPS Geodésico de doble frecuencia (marca Topcon), el que realiza observaciones simultáneamente, con los relevamientos hechos por el UAV.



Instalación de GPS en punto 211217SQM

Para generar la coordenada de referencia, se realizó observación prolongada sobre el vértice, y de esta manera generar un “point position”. La elevación relativa a nivel medio del mar (NMM) se obtuvo mediante la determinación de ondulación geoidal, obtenida de modelo EGM96

Este sistema, consta de dos receptores, que además permiten realizar mediciones de coordenadas en tiempo real, utilizando un equipo como base estática sobre punto conocido y otro como móvil.

211217SQM				
Norte (m)	Este (m)	Altura Ell.(m)	Ond. EGM96(m)	El. s.n.m.m.
7375451.018	576553.643	2338.738	37.095	2301.643

Nota: Este punto, corresponde al punto base y coordenadas WGS 84 HUSO 19.

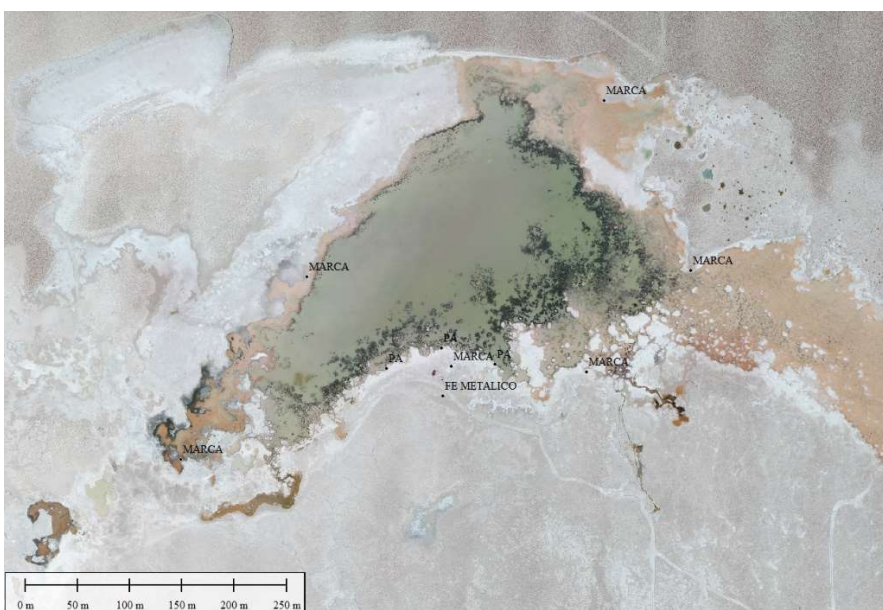
Luego se realiza un reconocimiento del sector y un recorrido alrededor de la laguna, con el fin de determinar las posiciones de las marcas de apoyo a instalar y llevar a cabo la planificación del vuelo. Las marcas de apoyo corresponden a tablillas de madera de 40x40 cm, utilizadas como referencia en el post proceso de los datos Aerofotogramétricos.



Muestra Marcas de apoyo.

Una vez instaladas las marcas de apoyo, se procede a la toma de coordenadas, correspondientes a la posición de éstas. Para esto, se utiliza equipo GPS con las mismas características que la instalación base, en modalidad Rover o móvil, y configurado para tomar medidas en tiempo real (RTK).

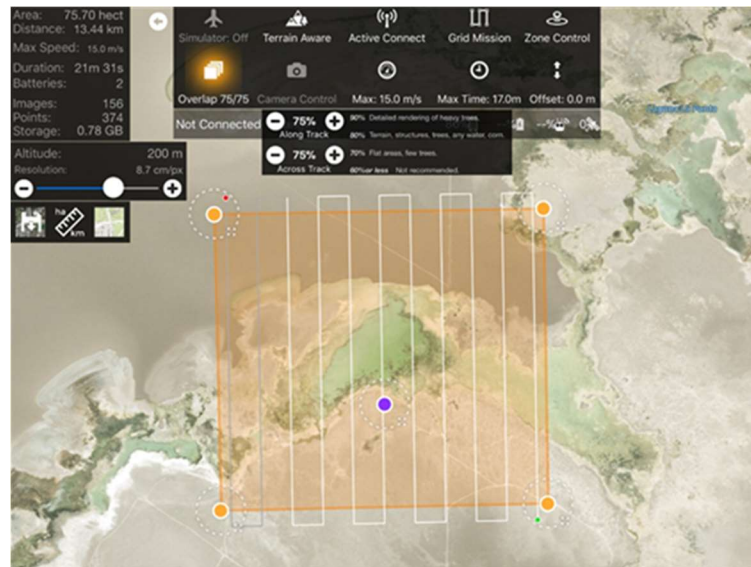
Estos puntos de apoyo están vinculados al punto 211217SQM.



Ubicación puntos de apoyo.

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0001 Versión : 00 Página : 9 de 26
---	-------------------------------------	--

Posterior a la medición de las marcas de apoyo se realiza la planificación del vuelo.



Planificación del vuelo

El vuelo se inicia a las 10:41 hrs, tiene una duración de 23 minutos y se programa para tomar imágenes a una altura de 200 metros sobre el terreno con una resolución de 8 cm de pixel, se calibra la cámara del UAV para adaptarla a la luminosidad de la zona existente al momento del vuelo.

Del vuelo se obtienen 224 fotos de alta resolución, abarcando 80 hectáreas. Para luego extraer la información y revisión de las imágenes.



Dron Hexacóptero DJI Matrice 600

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0001 Versión : 00 Página : 10 de 26
---	-------------------------------------	---

4.4 Segunda campaña, batimetría.

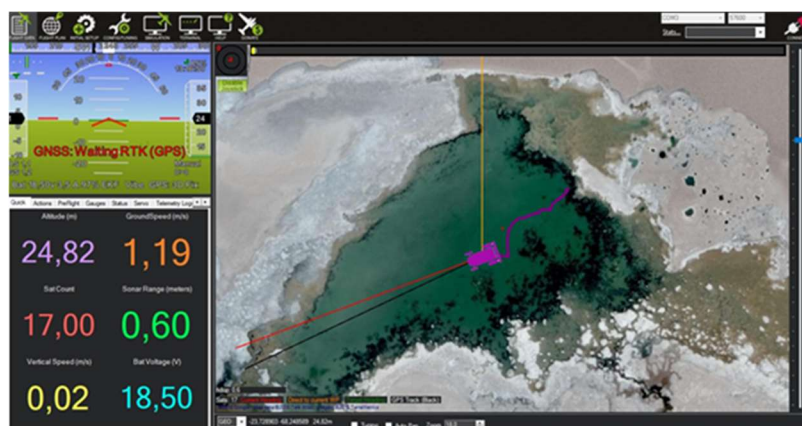
Batimetría: Es el levantamiento del relieve de Superficies Subacuáticas, ya estemos hablando del fondo marino, como cursos de aguas, lagos, embalses, tranques de relave, etc., es decir, se refiere a la cartografía de los fondos, como si se tratara de un terreno seco.

La batimetría no convencional se llevó a cabo a través de las siguientes actividades:

- Inspección del aérea
- Navegación del equipo en forma manual por el operador.
- Extracción de Datos



Bote autónomo FoxBathy



Posición bote autónomo recolectando datos

La batimetría se realiza el 21 de diciembre de 2017. Para la medición de datos se utiliza equipo GPS con jalón de fibra de carbono. En la zona navegable las mediciones se ejecutan sobre bote tipo Zodiac. En el resto de las áreas, donde no se realiza navegación por baja profundidad, se realizan a pie. Además, en esta etapa se realizan las mediciones de la cota del pelo de agua.



Batimetría convencional



Jalón y equipo GPS utilizado para las mediciones

Jalón de extensión máxima 2m de fibra de carbono / Equipo GPS Topcon Hiper V

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0001 Versión : 00 Página : 12 de 26
---	-------------------------------------	---

La batimetría convencional se llevó a cabo a través de las siguientes actividades:

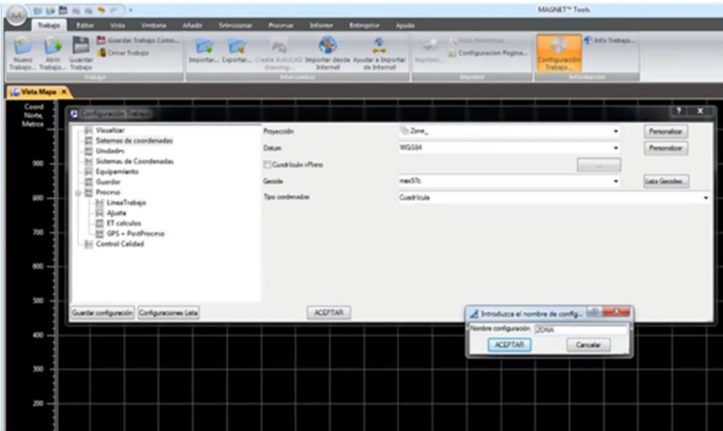
- Armado de bote, inflado con bombín de pie: El bote tipo zodiac es tripulado por el patrón de bote, quien se encarga de transportar al geomensor, durante la toma de mediciones. Para producir el menor impacto posible en el entorno, el método de propulsión del bote se realiza a través de remo.
- Mediciones con receptor GPS en tiempo real o RTK: Con un jalón unido al receptor GPS se miden los niveles superficiales del fondo, sobre la capa de fango, luego hundiendo el jalón hasta alcanzar la superficie dura (fondo real de la laguna) se realiza una nueva medición, la finalidad de esta actividad es comparar posteriormente las cotas de las superficies blanda y dura del fondo.
- Medición de la cota del pelo de agua.
- Toma de muestras de agua con equipo de medición multiparámetros hanna.

5. PROCESAMIENTO DE DATOS CRUDOS

Luego de ejecutar las mediciones en terreno, se deben descargar los datos obtenidos en un ordenador, donde se lleva a cabo el procesamiento de los datos crudos, esto consiste en la transformación de los datos obtenidos por los distintos equipos utilizados, en información legible, compatible e intercambiable con los distintos programas de post proceso utilizados para la obtención de modelos 3D. Un ejemplo de esto son los datos tomados por el GPS, los que una vez procesados se transforman en archivos de extensión .CSV o .XYZ los que contienen información de coordenada y cota de los puntos levantados. Estos archivos son compatibles con la mayoría de los programas de modelamiento, los que utilizan esa información para generar un modelo 3D de las superficies levantadas.

5.1 Datos GPS

Con el software Topcon Magnet Tools se procesan los datos de instalación y mediciones directas tomadas con GPS: Marcas de apoyo, fondo laguna, cota pelo de agua.



Software: Topcon Magnet Tools

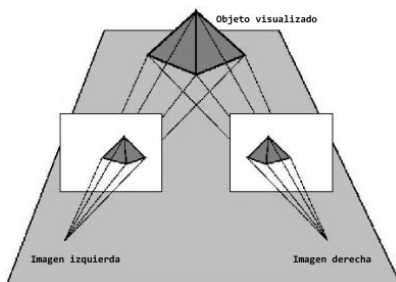
A continuación, un ejemplo de puntos coordenados obtenidos luego del proceso.

MARCA1	7375473.39	576690.926	2338.522
MARCA2	7375478.97	576561.612	2338.482
MARCA3	7375390.07	576303.481	2338.454

Archivo Extensión .CSV_ Listado de Puntos Coordenados

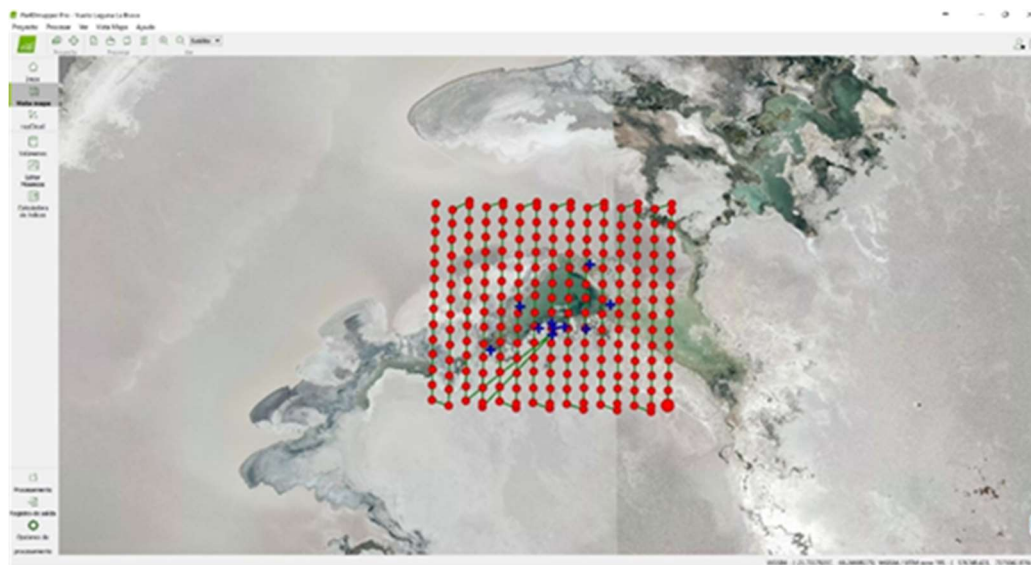
5.2 Imágenes aerofotogrametría

Las imágenes obtenidas del vuelo con dron se procesan en el software pix4D Mapper, el que trabaja con los principios de la fotogrametría, la que obtiene a través del traslape o superposición de las imágenes una visión estereoscópica de los puntos en común y así determina la geometría en tres dimensiones de los objetos.



Esquema de visión estereoscópica

Este proceso genera puntos 3D con coordenadas Norte, Este y Elevación, los que son ajustados a las posiciones de las marcas de apoyo levantadas con GPS, de esta forma se relaciona dimensionalmente los datos de terreno (GPS) y su representación gráfica, obteniendo así un modelo georreferenciado.



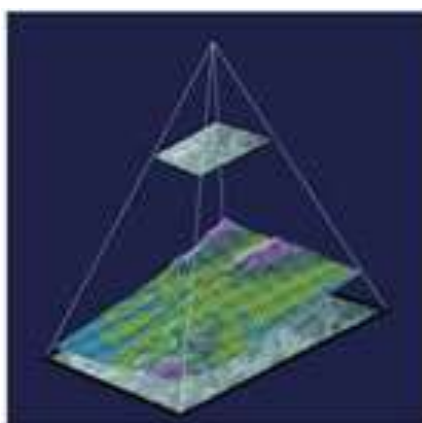
*Software Pix4d Mapper
Posicionamiento de cámaras*



Nube de puntos 3D obtenida del proceso

Luego de la generación de puntos 3D el software genera un modelo digital del terreno, el que junto con las imágenes sirven para generar la ortofotografía

Obtención de la Ortofotografía: Cada fotografía correctamente orientada junto con el Modelo Digital del Terreno permite llevar a cabo el proceso de ortoproyección, proporcionando una ortofotografía, es decir, una imagen georreferenciada, y a escala.



Esquema de ortoproyección

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0001 Versión : 00 Página : 16 de 26
---	-------------------------------------	---

Una vez generados el modelo de terreno y la ortofoto se exportan los resultados en los distintos formatos compatibles con los softwares de post proceso. Estos son:

- Ortofoto en formatos de extensión .TIF y. ECW
- Grilla de puntos 3D en archivo de extensión .LAS. Los archivos de extensión .LAS corresponden a un tipo de formato estándar para la contención de grandes cantidades de datos, el cual puede ser leído por distintos softwares. En definitiva, es un archivo de puntos, similar al de extensión. XYZ que entrega el proceso de los datos GPS.

Quality Check i

? Images	median of 20600 keypoints per image	✓
? Dataset	223 out of 223 images calibrated (100%), 1 images disabled	✓
? Camera Optimization	0.01% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
? Matching	median of 14973 matches per calibrated image	✓
? Georeferencing	yes, 6 GCPs (6 3D), mean RMS error = 0.076 m	✓

? Preview i

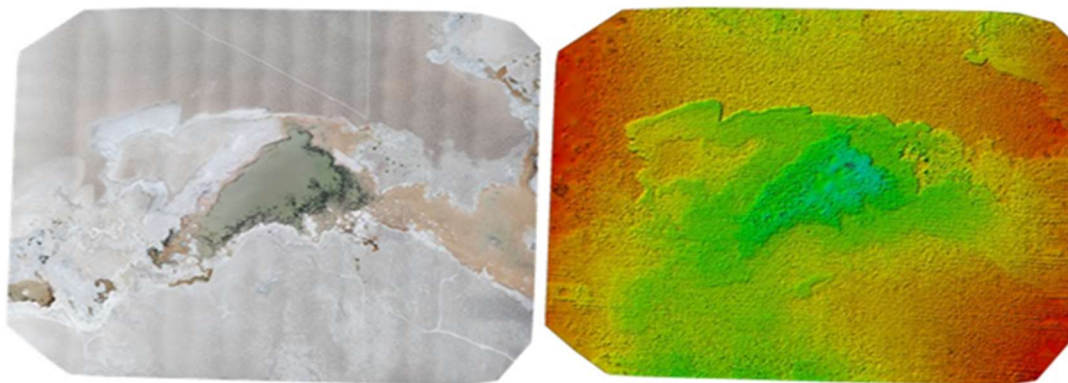


Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

Resultados: Ortomosaico, DTM y Nube de puntos (.LAS)

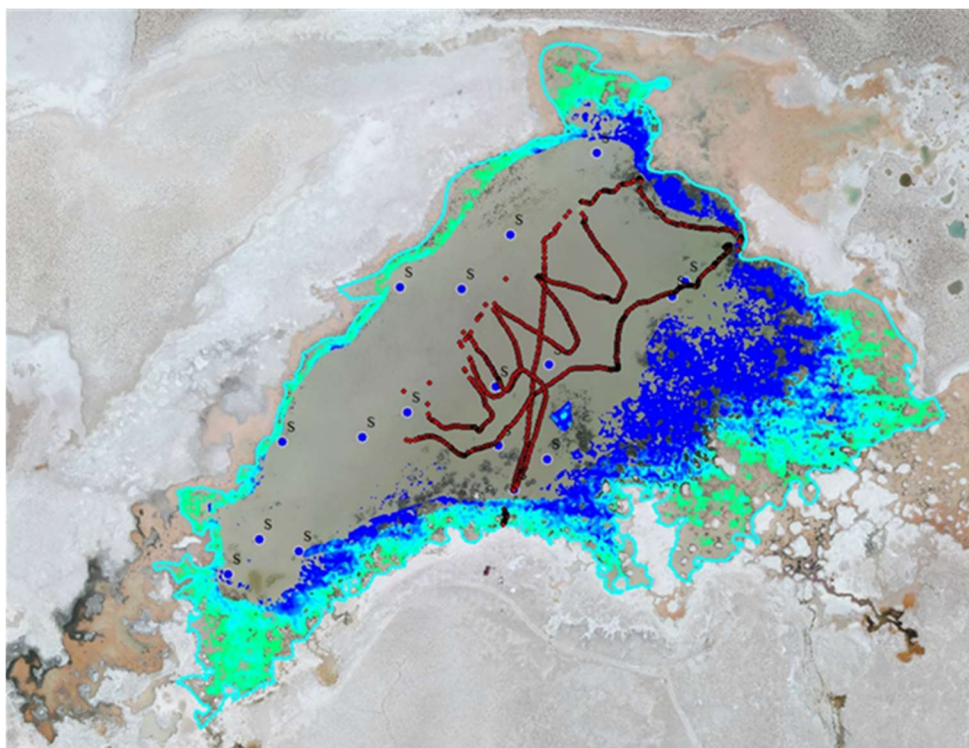
	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0001 Versión : 00 Página : 17 de 26
---	-------------------------------------	---

6. POST PROCESO Y EDICIÓN DEL MODELO 3D(MDT)

Esta etapa es donde se genera el modelo 3d o Malla Digital de Terreno (MDT), utilizando la información obtenida del proceso de datos crudos.

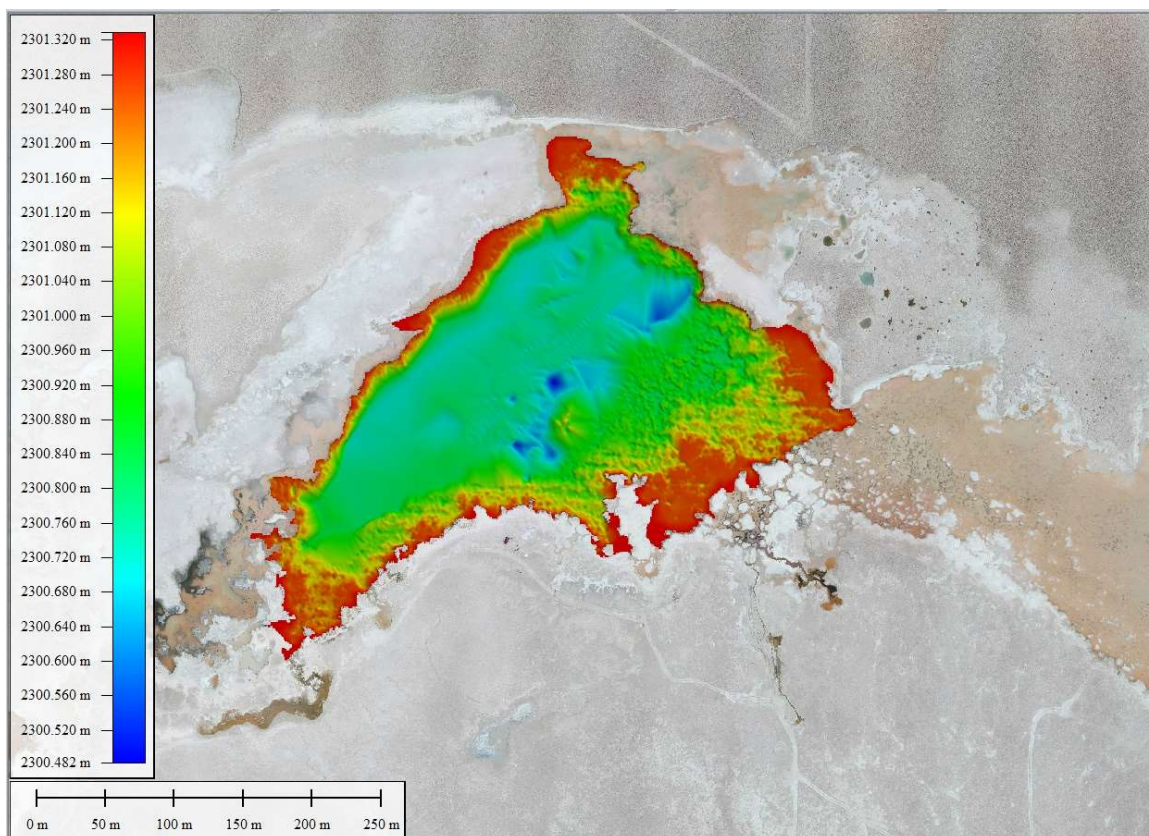
Se unen los archivos de puntos extraídos del proceso de la aerofotogrametría y los datos batimétricos, junto con el contorno del pelo de agua previamente definido sobre la ortofoto.

Datos importados:



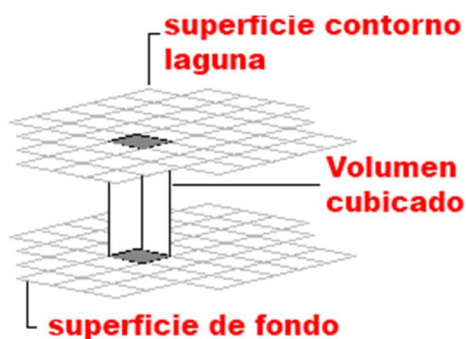
Nube de puntos de aerofotogrametría filtrados, datos de batimetrías y contorno del pelo de agua para generación de modelo digital de terreno MDT

Con toda la información reunida, previamente importada editada y purgada, se genera el MDT (Modelo Digital de Terreno) el cual corresponde a una malla digital de la superficie del fondo de la laguna y del terreno circundante a éstas.



Modelo 3D (DTM) Fondo laguna y terreno

Al obtener un modelo 3D del terreno se pueden extraer los volúmenes de las lagunas, comparando la superficie del terreno vs una superficie creada con el contorno y elevación del pelo de agua de las lagunas



	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0001 Versión : 00 Página : 19 de 26
---	-------------------------------------	---

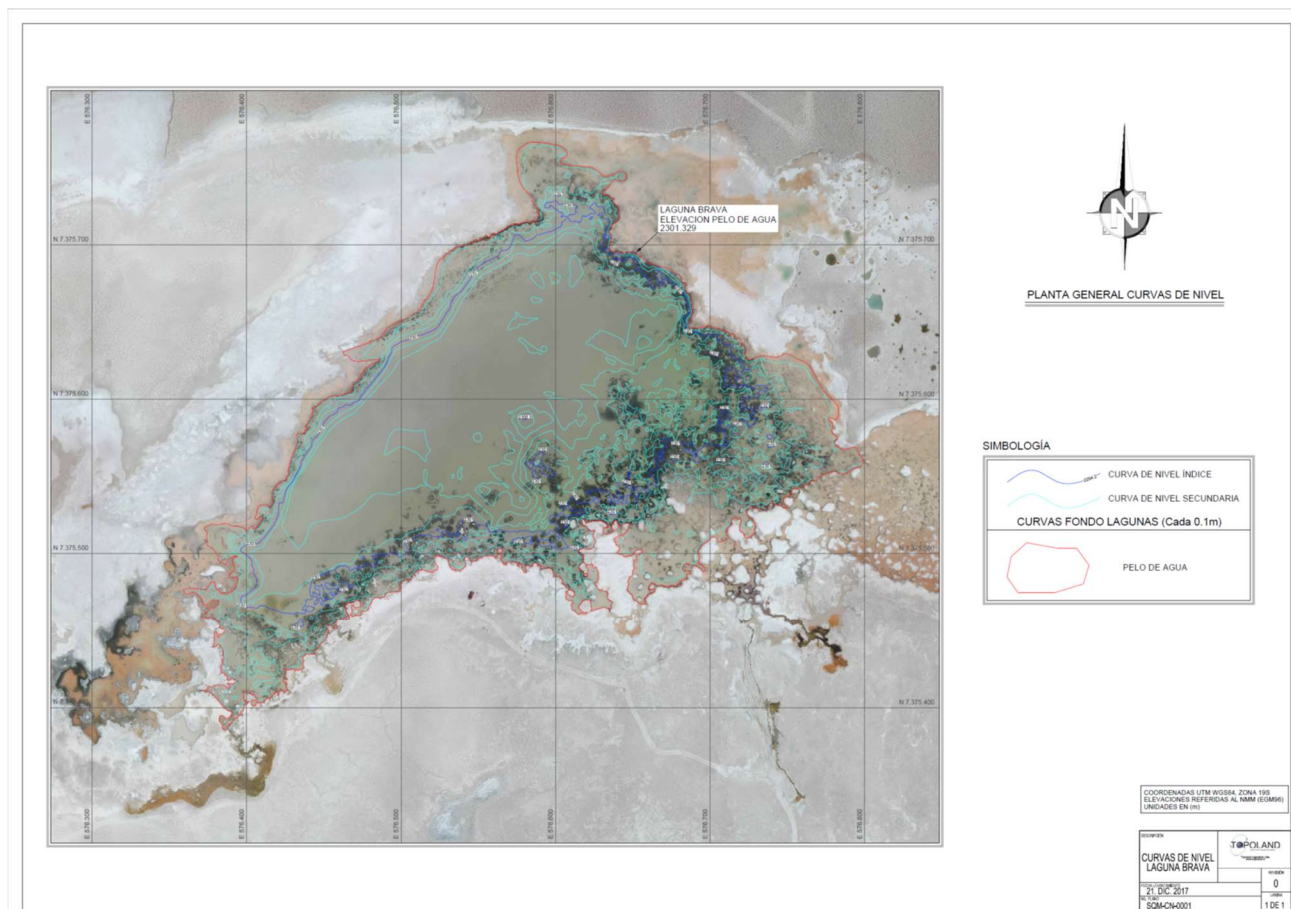
7. RESULTADOS

7.1 Obtención de resultados

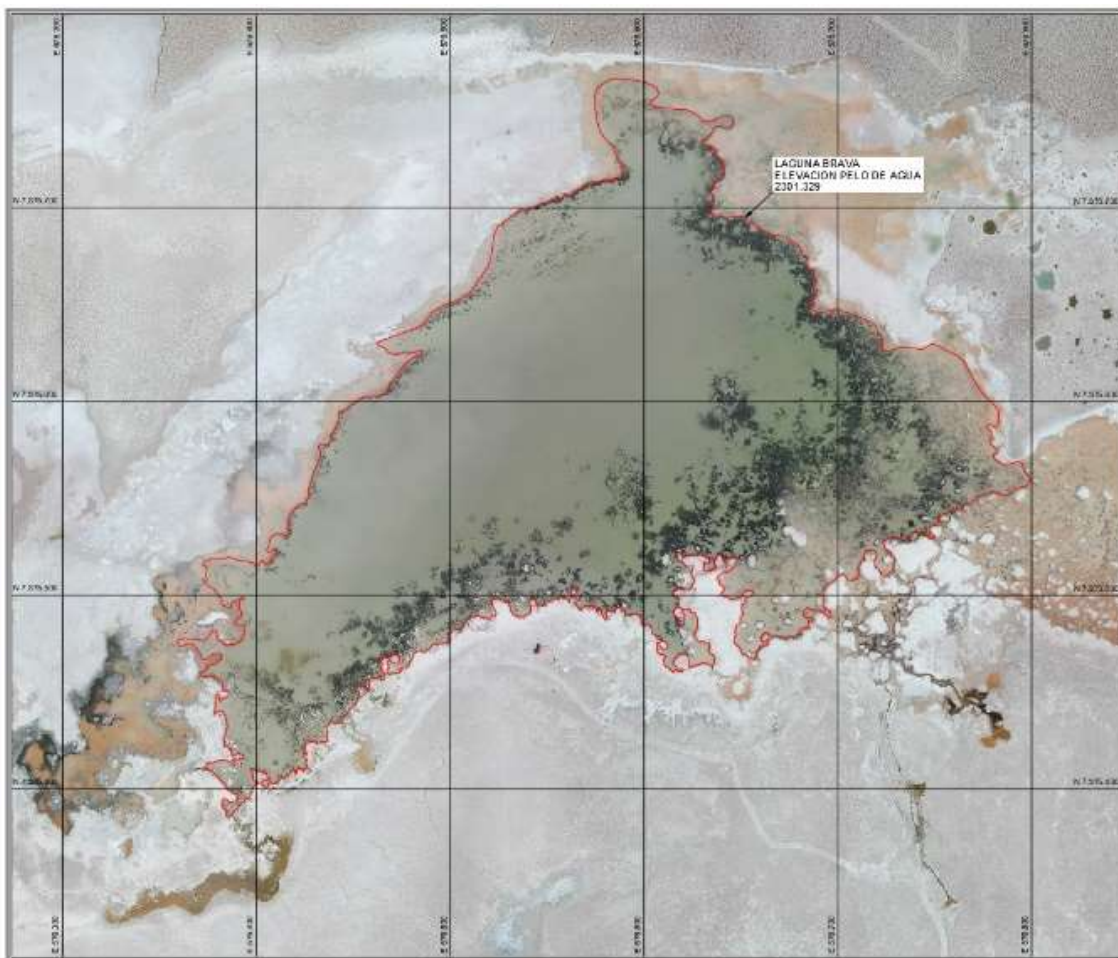
Para poder generar un modelo completo del fondo de la laguna se ha combinado la información obtenida de las distintas etapas de extracción de datos; Batimetría Tradicional, Batimetría No Tradicional (bote autónomo), Aerofotogrametría. Estos datos se han vinculado al vértice de amarre existente P1F1 y se han post procesado en software especializado para obtener un modelo 3D del fondo de la laguna, este modelo está referenciado en elevación al geoide EGM96, por medio de la diferencia entre el elipsoide y el geoide(ondulación), obteniendo un modelo con elevaciones referidas al nivel medio del mar.

Los datos utilizados, correspondientes a la batimetría tradicional, son los puntos medidos con jalón en el fondo superficial de la laguna.

Los datos obtenidos de la batimetría no tradicional corresponden a la información recolectada por el bote autónomo a través del ecosonda, que registra la profundidad del fondo superficial de la laguna. En los sectores donde no se pudo acceder, debido a la presencia de islotes y/o profundidades bajo los 40cm, se utilizaron los puntos LAS obtenidos del proceso de aerofotogrametría, la cual puede ser utilizada en sectores de aguas claras y de baja profundidad (alrededor de los 50cm). Estos puntos que contienen información coordenada (Norte, Este, Elevación) son filtrados por elevación y además son purgados para eliminar del modelo, cualquier punto fuera del rango de elevaciones del fondo, rango corroborado por los datos levantados con batimetría convencional y/o no convencional.



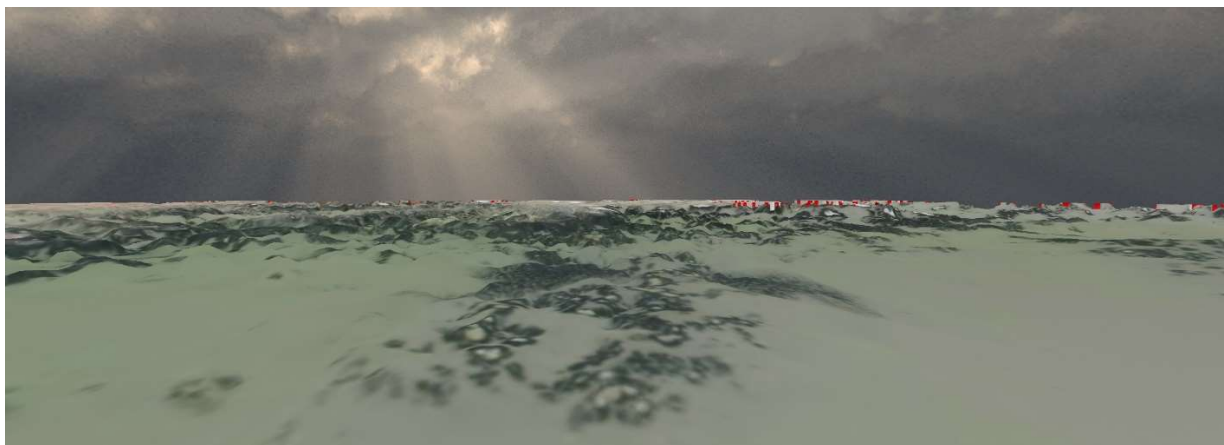
Curvas de nivel



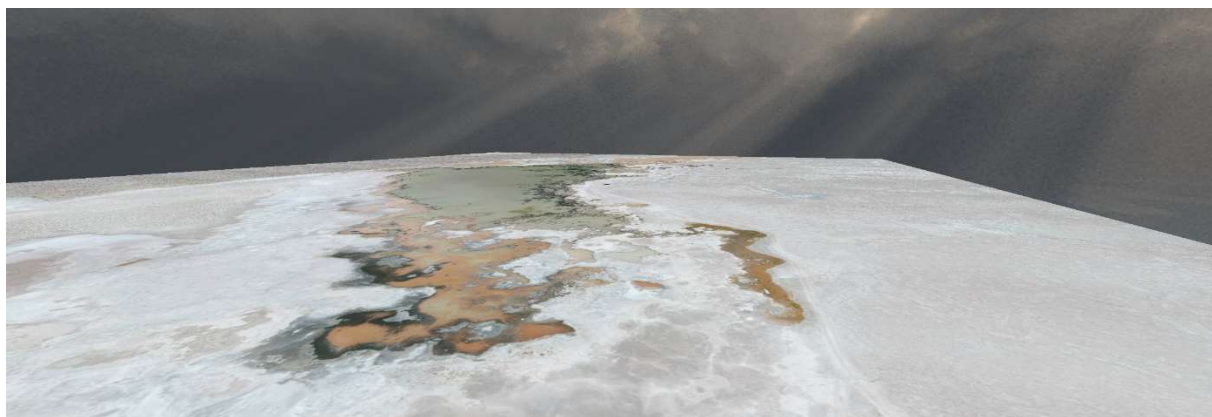
Planta contorno de laguna

Columna1	Laguna Chaxa
Cota de Pelo de agua (nmm)	2301.329
Superficie Laguna (ha)	6.84 ha
Volumen Laguna (m3)	25489.6 m3

Niveles, Superficies y Volúmenes de agua.



Vista 3D, modelo digital de terreno, laguna La Brava



Vista 3D, modelo digital de terreno, laguna La Brava

8. EQUIPOS UTILIZADOS

Sociedad Topoland Ingeniería LTDA., realiza sus servicios del área de Topografía con equipos de vanguardia, con el fin de optimizar el desarrollo de las labores, y cumplir con los estándares exigidos. A continuación, se describen los equipos utilizados durante el trabajo encomendado:

8.1 Instalación de base, puntos de apoyo y mediciones directas del fondo de laguna



Precisiones	
Static/Fast Static:	
H:	3.0 mm + 0.4 ppm
V:	5.0 mm + 0.5 ppm
Precision Static:	
H:	3.0 mm + 0.1 ppm
V:	3.5 mm + 0.4 ppm
RTK (L1+L2):	
H:	5 mm + 0.5 ppm
V:	10 mm + 0.8 ppm

Equipo GPS marca: Topcon
Modelo: Hiper V

8.2 Aerofotogrametría



Peso (con seis baterías)	9.6kg
Velocidad máxima ascendente	5m/s
Velocidad máxima descendente	3m/s
Máxima resistencia al viento	8m/s
Velocidad máxima	18m/s (sin viento)
Tiempo de vuelo (según tipo de batería)	35min/ con 6kg de carga 16min
	40min/ con 5.5 kg de carga 18min

Dron marca: DJI
Modelo: matrice 600

8.3 Batimetría convencional o tradicional



Longitud (eslora)	3m
Ancho(manga)	1.59m
Peso	52kg
Pasajeros	3
Carga máxima	510kg

Bote tipo zodiac marca BlueBay

8.4 Batimetría no convencional



Tipo de bote	Catamarán
Navegación	Automático completo (o manual)
Desmontable	Sí
Configuración e inicio	Menos de 10 minutos
Tiempo de autonomía	Hasta 5 horas
Velocidad de cruceo	1.0 a 2.0 m / s típico (3.9 nudos)
Velocidad máxima	2.5 m / s (4.9 nudos)
Distancia de recorrido	Hasta 18 km lineales (9.7 nmi)
Rango de temperatura	- 10 ° C a + 45 ° C
Material	Espuma EPP, estructura compuesta
Dimensiones	820 mm x 1130 mm x 755 mm
Peso con ecosonda estándar	5,8 kg
Motores	2 motores subacuáticos
Baterías	1 (Polímero de litio)
Remoto	2.4 GHz y otros
Telemetría	433-868-933 Mhz y otros
Vídeo (FPV)	5.8 GHz y otros
Área típica medida(1.6 m / s)	18 ha / h
Software	• Planificación (Mission Planner) • Procesamiento GNSS (HASK – Geoprocessor)
Datos de Salida	Latitud, Longitud, Altitud - WGS 84

Especificaciones Bote autonomo_FoxBathy

Frecuencia	235khz
Rango de medición de profundidad	0.4m a 100m
Precisión	10 cm
Temperatura	- 10 ° C a + 45 ° C

Especificaciones Ecosonda

Foxbathy

	Sistema de Gestión Integrado	Código : SQM-BAT-P1F1-0001 Versión : 00 Página : 26 de 26
---	-------------------------------------	---

9. PERSONAL ENCARGADO DEL SERVICIO

9.1 Personal de terreno

Geomensor: Logística, instalación de GPS base, mediciones directas con GPS (marcas de apoyo y fondo laguna).

Operador Drones: Mediciones con dron aéreo y batimétrico.

Patrón de bote: Armado y navegación de bote tipo Zodiac.

9.2 Personal de gabinete

Geomensor: Proceso de datos crudos de terreno.

Dibujante: Proceso de imágenes y obtención de resultados finales.