



Gobierno Regional de Atacama



UNIVERSIDAD DE
ATACAMA
SEDE VALLENAR

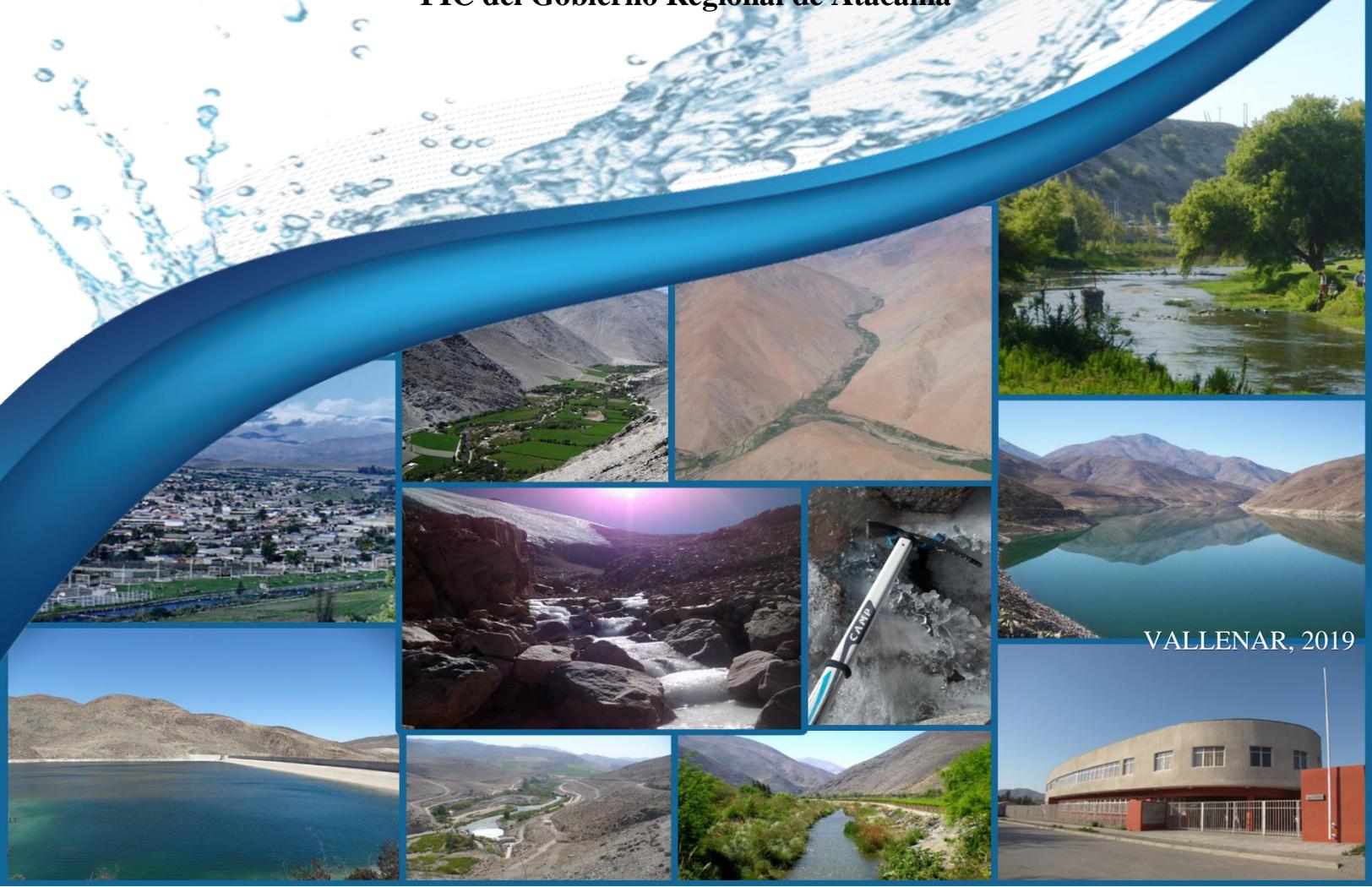


INFORME FINAL

2019

PROYECTO FIC LABORATORIO PARA EL ESTUDIO HIDRICO DE LA CUENCA, USO EFICIENTE, MONITOREO Y PREDICCIÓN DE CAUDALES APLICANDO MODELO DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES Y SNOW RUNOFF MODEL NASA PARA LA CUENCA DEL RÍO HUASCO, REGIÓN DE ATACAMA, CHILE.

Proyecto financiado con Fondo de Innovación para la Competitividad FIC del Gobierno Regional de Atacama



VALLENAR, 2019

Contenido

1 INTRODUCCIÓN.....	6
RESUMEN EJECUTIVO	9
PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.	11
1.1. Objetivo General.....	15
1.2. Objetivos Específicos	15
1.3. Ambiente geográfico.....	16
2. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Geomorfología.....	19
2.2. Clima.....	19
2.3. Antecedentes y revisión bibliográfica.....	21
2.3.1. Precipitación y Temperatura.....	22
2.3.2. Fluviometría	22
2.4. Datos Satelitales.....	23
2.4.1. Satélite Terra.....	23
2.4.2. Satélite Aqua	23
2.4.3. Sensor MODIS	24
2.4.4. Organización Espacial.	31
2.4.5. Cobertura nival y nubosa.....	33
2.5. Modelo SRM.....	35
2.6. Misión TRMM.....	37
2.7. Constelación GPM.....	38
2.8. Albedo.....	40
2.9. Factor NDSI.....	40
3. METODOLOGÍA	41
3.1. Área de estudio	42
3.2. Hipsometría.....	44
3.3. Factor Grados Día.....	45
3.4. Variables dinámicas	46

3.4.1. Cobertura nival	47
3.4.2. Precipitaciones.....	50
4 CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS, ACTIVIDADES E INDICADORES.	52
4. PRINCIPALES LOGROS Y RESULTADOS.....	63
4.1. Pronóstico de Caudales	63
5. CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO DIRECTO E INDIRECTO.....	71
6. DESAFÍOS FUTUROS	75
7. CONCLUSIONES	76
ANEXOS	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tramos de distribución de derechos de agua ubicados a lo largo de la cuenca del Río Huasco.	7
Figura 2 Pasos realizados en la ejecución del proyecto.....	12
Figura 3 Actividades de difusión realizadas.....	13
Figura 4 Entrega de documentación asociada a la dinámica Hídrica.	14
Figura 5 instalación de estaciones en Potrerillos y Barriales.	14
Figura 6 Mapa con delimitaciones de subcuencas del Río Huasco.....	16
Figura 7 Mapa con las ubicaciones de las estaciones de monitoreo que fueron utilizadas para el estudio.....	17
Figura 8 Mapa del área de estudio.....	18
Figura 9 Comportamiento de la temperatura por día del año.	21
Figura 10 Sistema de escaneo del sensor MODIS (Imagen tomada de http://sos.noaa.gov/images/atmosphere/aqua_swath.jpg).....	25
Figura 11 Ángulo de visión del sensor MODIS.	29
Figura 12 Corresponde a la grilla que pertenecen las distintas imágenes MODIS.	32
Figura 13 Gráfico imágenes satelitales predominantes por mes, donde mod se refiere a las imágenes del satélite Terra y myd al Aqua.....	35
Figura 14 Descarga de 8 imágenes del satélite ALOS Palsar.....	41
Figura 15 Unión de imágenes Raster ALOS Palsa.....	43
Figura 16 Limitar cuenca hasta el punto donde se realizará el pronóstico en este caso la entrada al embalse.	43
Figura 17 Limitar de manera semi-automática la cuenca.....	43
Figura 18 Extraer el Modelo Digital de Elevación.....	43
Figura 19 A través del Modelo de Elevación Digital, obtener información de subcuencas.....	43

Figura 20 Modelo cuenta con la información de hipsometría, redes de drenaje y límites de subcuencas. 43

Figura 21 Curva Hipsométrica de la cuenca. 44

Figura 22 Información generada mediante álgebra de mapas, de las elevaciones hipsométricas y sus respectivas áreas. 45

Figura 23 Factor grados día de cada día del año, se aprecia que en meses estivales la fusión es mayor debido a la temperatura de la temporada. 46

Figura 24 Imágenes descargadas desde <https://n5eil01u.ecs.nsidc.org/DP5/MOST/MOD10A1.006/>, y <https://n5eil01u.ecs.nsidc.org/DP5/MOSA/MYD10A1.006/>, mediante software automatizado. 48

Figura 25 Cuadrado seleccionado corresponde a la imagen utilizada en el estudio cuya coordenada es h11v11. 48

Figura 26 Extracción de información de la cobertura nival para el área de estudio, desde una imagen MODIS a una imagen con el área de la nieve en un día determinado. 49

Figura 27 A la izquierda imagen GPM y a la derecha imagen TRMM, ambas entregan valores de precipitación su diferencia es la resolución espacial y temporal. 51

Figura 28 Instalación de estaciones Meteorológicas en la Cuenca del Río Huasco. 58

Figura 29 Cantidad de precipitación nival presente en la cuenca del Río Huasco. 60

Figura 30 Simulación de caudales 63

Figura 31 Comparación de los caudales real y simulado desde enero del 2017 a junio del 2019. 64

Figura 32 Comportamiento de caudales, donde A es caudal simulado y B caudal real. 65

Figura 33 Correlación entre caudal real y simulado desde enero de 2017 a junio del 2019. 65

Figura 34 Distribución de caudales pronosticados desde julio 2018 a junio 2019. 67

Figura 35 Valor de caudales pronosticados desde julio del 2018 a septiembre del 2019. ... 68

Figura 36 A) Pronóstico de caudal en gráficos, B) Tabla con datos de caudal pronosticado, C) Gráfico de porcentajes de caudal pronosticado. 69

Figura 37 Comparación entre caudal real y simulado desde el año 2000 al 2019 70

Figura 38 Tendencia de caudal para la temporada de 2019 y 2020 entre enero y abril. 70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Especificaciones generales del sensor MODIS 26

Tabla 2.2. Descripción detallada de las bandas y su uso principal según corresponda su ancho de banda del 1 al 20. Disponible en:
<http://modis.gsfc.nasa.gov/about/scanmirror.php>..... 27

Tabla 2.3. Descripción detallada de las bandas y su uso principal según corresponda su ancho de banda del 21 al 36..... 28

Tabla 2.4. Productos MODIS de MOD01 a MOD19 con sus respectivas descripciones del producto. 30

Tabla 2.5. Productos MODIS de MOD21 a MOD44 con sus respectivas descripciones del producto. 31

Tabla 2.6. Características del Sensor MODIS..... 33

Tabla 2.7. Inventario de imágenes satelitales MODIS descargadas..... 34

Tabla 2.8. Resumen de productos de Precipitación de GPM de nivel 3..... 39

Tabla 2.9. Resumen de productos de precipitación de TRMPA 39

Tabla 2.10. Comparación entre Misión GPM y TRMM 39

Tabla 3.1. Ejemplo de los datos de la cobertura nival para determinados días del año 2000, cada fila representa un día definido y las columnas "500" a "6.000" representan los rangos altitudinales del área de estudio, siendo sus valores el cociente entre el área total de ese rango altitudinal. 50

Tabla 2. Tabla caudales reales y pronosticados, junto a sus máximas y mínimas pronosticadas en m³/s. 66

1 INTRODUCCIÓN.

El agua es un elemento natural que constituye la base del mantenimiento de la vida en el planeta. Sin este gran recurso no existe la vida, por lo que el agua no tiene sustitutos. El agua sustenta los ecosistemas, el abastecimiento humano y es un recurso que es clave para todos los procesos productivos desarrollados por el hombre (Larraín, 2007).

El agua es un recurso finito, vulnerable y crecientemente escaso, esencial para la vida, el desarrollo y el medio ambiente, las actividades nacionales que hacen posible su gestión resulta de la mayor importancia, por esta razón es de muy relevante poder contar con información que haga posible una evaluación de calidad para poder determinar la disponibilidad real de agua en las cuencas, lo cual es un requisito esencial para el desarrollo de una gestión sustentable (DIRPLAN, 2015).

Este estudio comprende un trabajo en La Cuenca del Río Huasco, la cual se ubica en la III Región de Atacama y se extiende aproximadamente entre los paralelos 28°30' y los 29°40' de latitud sur, con una extensión de 9.850 km² (DGA, 2015). El Río Huasco se forma en Junta del Carmen, a 90 km de su desembocadura en el mar, por la confluencia de los ríos del Tránsito que viene del NE y del Carmen que viene del SE. La agricultura y la minería son las principales actividades de la zona, la que como resultado de su crecimiento tiene hoy una gran y creciente demanda hídrica.

La cuenca del Río Huasco presenta principalmente un régimen nival (DGA, 2015) donde los aportes existentes en las zonas cordilleranas son de vital importancia para la generación de un caudal en la temporada estival.

Las bajas precipitaciones y años de escasas hídrica, sumado a las grandes cantidades de áreas cultivadas y la actividad minera hacen un factor preponderante para considerar a la zona como un lugar de un gran interés de estudio y análisis. En ese sentido se puede desglosar que el principal usuario de agua, es el sector agrícola con extracciones de alrededor del 73% y la minería y lo usos industriales comparten el 21% (MOP, 2015).

En la Cuenca del Río Huasco en la actualidad existe una gran demanda hídrica debido a sus principales actividades económicas donde se desarrollan productos frutícolas de calidad, los cuales incluyen hortalizas y viñedos. Si bien existe una superficie limitada de cultivo se

aprovecha intensamente para la producción de paltos, duraznos, uvas. Otra de las principales actividades económicas de la zona es la actividad minera que se desarrolla a lo largo de la cuenca del río Huasco (DGA, 2015).

La situación hídrica en la cuenca del río Huasco para los regantes se encuentra definida por la cantidad de volumen presente en el embalse Santa Juana, el cual cuenta con una capacidad máxima de 160 millones de m³ (JVRH, 2015).

En la cuenca del Río Huasco se encuentran concentrada más de 10,000 acciones de agua las que corresponden a desviaciones del caudal natural desde el cauce principal del río hacia las propiedades privadas, las que por lo general tienen usos para el regadío, esta repartición de acciones del recurso hídrico, se encuentra dividido en tramos desde el 1 al 4, que van en dirección Este a Oeste. Donde el Tramo I corresponde al río El Carmen, Tramo 2 río El Transito, Tramo 3 Río Huasco en sus afluentes y finalmente el Tramo 4 que contempla el sector más Oeste del Río Huasco (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Las acciones en su total suman más de 11 mil acciones, lo cual hace más preponderante el factor hídrico para la zona (JVRH, 2011)

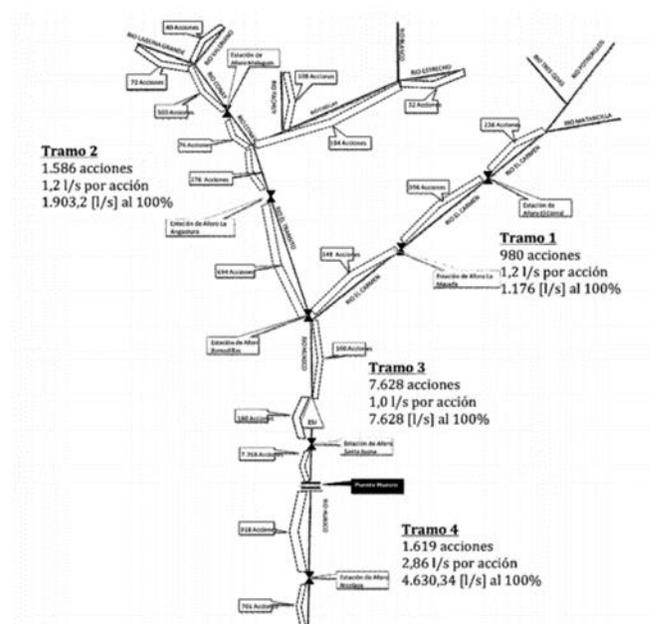


Figura 1 Tramos de distribución de derechos de agua ubicados a lo largo de la cuenca del Río Huasco.

Por lo dicho anteriormente, se ha visto la necesidad de realizar un estudio en la Cuenca del Río Huasco, un proyecto denominado “Estudio hídrico de la cuenca, uso eficiente, monitoreo y predicción de caudales aplicando modelo de redes neuronales artificiales y snow runoff model NASA para la cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile”.

Dado lo anterior, se estudió la cuenca del Río Huasco para obtener un pronóstico de promedios mensuales de los caudales, la importancia de obtener esta información del pronóstico es poder planificar una buena administración hídrica del agua.

Para este proyecto se utilizó el modelo SRM (Snowmelt- Runoff Model), el cual permite diseñar un pronóstico y simular el caudal diario de la cuenca, donde el deshielo de la cobertura nival es un factor de gran importancia para la esorrentía.

Además, se utilizaron en el presente estudio imágenes satelitales MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) proporcionadas por la NASA, para obtener la información de la cobertura nival y nubosa, estas imágenes entregan la superficie con nieve y nubes diaria y también la máxima cobertura en cada 12 hrs gracias a los satélites Terra y Aqua.

Este estudio consiste en la recolección de datos de diferentes fuentes, tales como imágenes satelitales y sus respectivos procesos, estaciones de monitoreo (DGA), y salidas a terreno. Donde se analizarán y modificaran la información, para poder aplicar el modelo SRM, el cual nos dará un pronóstico promedio mensual del caudal, finalmente, se confeccionará un informe de pronóstico de caudales medios.

RESUMEN EJECUTIVO

La Cuenca del Río Huasco está ubicada en la parte más austral de la Región de Atacama, Chile. Esta cuenca depende mucho del régimen nival estacional que ocurre principalmente en las zonas cordilleranas de la misma. En los meses de acumulación nival (desde marzo a octubre) temporada en la cual cae una cantidad muy variable de nieve y la fusión además de esta, sumada a los aportes de otras entidades criosféricas dan vida a los caudales existentes en la zona que presentan sus máximos en las estaciones de primavera y verano. Este proyecto busca implementar un Laboratorio Hídrico en la Ciudad de Vallenar, para conocer la cantidad de recursos hídricos disponibles en la provincia del Huasco, donde se estudiará además la cobertura nival de forma diaria utilizando tecnologías pioneras en la materia, para lo cual se usarán distintos productos provenientes de la NASA como las imágenes MODIS que probablemente es hoy la herramienta más importante para estudiar la cobertura nival debido a que se toman dos imágenes diarias (Satélites Terra y Aqua), desde hace aproximadamente 16 años, y son de libre acceso, sin embargo, el procesamiento y adaptación de la información para su comparación con las estaciones de aforo destacadas en terreno, es un trabajo que debe llevarse a cabo uniendo observaciones remotas y de terreno, por lo cual este laboratorio desea unir tanto información de terreno como obtenida de forma satelital, de esta manera crear un centro de estudios hídricos pionero en la Provincia del Huasco, capaz de monitorear, estudiar y predecir los caudales hídricos a través de 3 metodologías que se encuentran a la vanguardia en el uso y aplicación de tecnologías competentes en estas áreas. Estas 3 metodologías contemplan el uso de redes neuronales artificiales, modelo SRM (Snow Runoff Model) y métodos estadísticos de regresión lineal para el análisis y procesamiento de información, esto será fundamental para realizar un análisis continuo y permanente. Este laboratorio que se instalará en la Sede de Campus Costanera de la Universidad de Atacama, será pionero en instalar las primeras 2 estaciones con nivómetro que se ubicará en sectores cordilleranos en las distintas subcuencas, El Carmen y El Tránsito, estas estarán entregando información que pueda ser incorporada a la actual red existente de la Dirección General de Aguas, a través de su red fluviométricas, de esta manera se mejorará el espectro y área de monitoreo de la cuenca del Río Huasco. Este laboratorio quiere establecerse como el centro hídrico y experto en temáticas del tema, de esta manera entregar resultados con menor grado de incertidumbre,

para la toma de decisiones en las distintas contingencias político administrativas. Además, se realizarán capacitaciones de capital humano calificado proveniente de la zona, el cual este sensibilizado con las contingencias hídricas que requiere el lugar, generando tesis y publicaciones que aportarán al desarrollo científico de la Provincia. También se pretende realizar seminarios y difusión en distintas entidades como colegios, liceos y otras Universidades, colaborando a la masificación del conocimiento del tema hídrico que compete a la zona.

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.

El Laboratorio Hídrico de la Provincia de Huasco busca iniciarse como un primer hito para el estudio de la dinámica del agua, donde su ubicación estaría en la Universidad de Atacama Sede Vallenar.

Este laboratorio buscaría predecir la cantidad de agua en el corto (mes a mes) mediano (3 meses) e incluso largo plazo indicando una tendencia en un 1 año, esta información se entregaría a través de la página WEB del proyecto habilitada hasta el 2021, www.labhidroambiental.com, también mediante visitas a terreno entregando la predicción hídrica, trabajando con la comunidad de regantes a lo largo de la cuenca del Río Huasco.

El proyecto comenzó administrativamente durante el mes de octubre del 2017, para comenzar a implementarse en los meses de noviembre a diciembre, para posteriormente trabajar en tecnología satelital y usos de softwares. Posteriormente se buscaron los lugares aptos para la instalación de 2 estaciones meteorológicas ubicadas en Potrerillos y Barriales, donde se incluyeron salidas a terreno para su adecuada instalación. Posteriormente se creó una Geodata con información para la creación de mapas los que se encuentran disponibles en la web antes mencionada.

Utilizando diversas tecnologías como modelos de Redes Neuronales, SRM NASA y métodos estadísticos tradicionales, se llegó a la generación de pronósticos de caudales, estos resultados llevaron a la socialización a través de informes, compendios de resumen y documentos digitales.

Los reportes realizados se entregaron a entidades privadas y gubernamentales, los cuales sirvieron como información también para la realización de publicaciones científicas como la realizada en el SELPER Cuba, charlas de divulgación científica en liceos, colegios y la semana del poster, para finalizar con un Seminario asociado a los recursos hídricos donde se invitaron a distintos expertos del área, destacados a nivel nacional.

Los pasos descritos se ubican en la siguiente figura 2.



Figura 2 Pasos realizados en la ejecución del proyecto.

Los trabajos realizados con la comunidad incluyeron presentaciones en medios de difusión como radios, salidas informativas a terreno, reuniones de coordinación con otros equipos técnicos y realizar exposiciones a liceos en la Universidad de Atacama, Sede Vallenar, tal como se muestra en la siguiente figura 3.



Figura 3 Actividades de difusión realizadas.

Durante el transcurso del proyecto, se realizaron visitas informativas a terreno que ilustraban la cantidad de agua esperable para la siguiente temporada, para lo cual se entregaba un resumen con infografías que facilitarían comprender cómo evolucionaría la dinámica hídrica, esto se indica en la figura 4.



Figura 4 Entrega de documentación asociada a la dinámica Hídrica.

Un hito muy relevante es la instalación de dos estaciones meteorológicas que permiten medir diversas variables como las indicadas en la siguiente figura 5.



Figura 5 instalación de estaciones en Potrerillos y Barriales.

1.1. Objetivo General

Obtener un pronóstico de promedios mensuales de caudal para los meses de julio a septiembre del 2019, de la cola del Embalse Santa Juana, ubicado en el afluente de entrada del embalse del Río Huasco.

1.2. Objetivos Específicos

- Obtener datos diarios de caudal, temperatura y precipitaciones desde el año 2000 hasta el 2019 desde las estaciones meteorológicas y fluviométricas de la DGA y Junta de Vigilancia.
- Obtener información satelital del área de la cuenca del Río Huasco desde el año 2000 al 2019.
- Procesar información satelital para obtener datos de cobertura nival y cobertura nubosa.
- Realizar un análisis de los datos obtenidos para generar información.
- Realizar un pronóstico de caudales para los meses de julio a septiembre del 2019 mediante modelo SRM.

1.3. Ambiente geográfico

El estudio se realizó en la Provincia del Huasco, ubicada al Sur de la Región de Atacama, Chile, dónde limita al norte con la provincia de Copiapó y al Sur con la Provincia de Elqui, al este con la Provincia de San Juan, de la República de Argentina y al Oeste con el Océano Pacífico. Con una superficie de 19.066 km², centrándose principalmente en la cuenca del Río Huasco cuya área total es de 9850 km².

La Cuenca del Río Huasco, abarca cuatro comunas de la Provincia que lleva el mismo nombre, estas son las comunas de Alto del Carmen, Vallenar, Freirina y Huasco, abasteciendo su caudal a 74.406 habitantes (Gobierno de Chile, Censo, 2017)

A su vez, la cuenca del Río Huasco cuenta con tres sub cuencas, a estas la DGA les ha dado una codificación, 0380 que corresponde al Río El Tránsito, abarcando los ríos Conay y Chollay, 0381 correspondiente al Río del Carmen, y 0382 desde el sector Las Juntas hasta Huasco Puerto (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Para el estudio se han utilizado datos de las sub cuencas Río el Tránsito y Río Huasco, de la cola del Embalse Santa Juana, el área de estudio abarca 7.300km², como muestra la **¡Error! No se encuentra el**

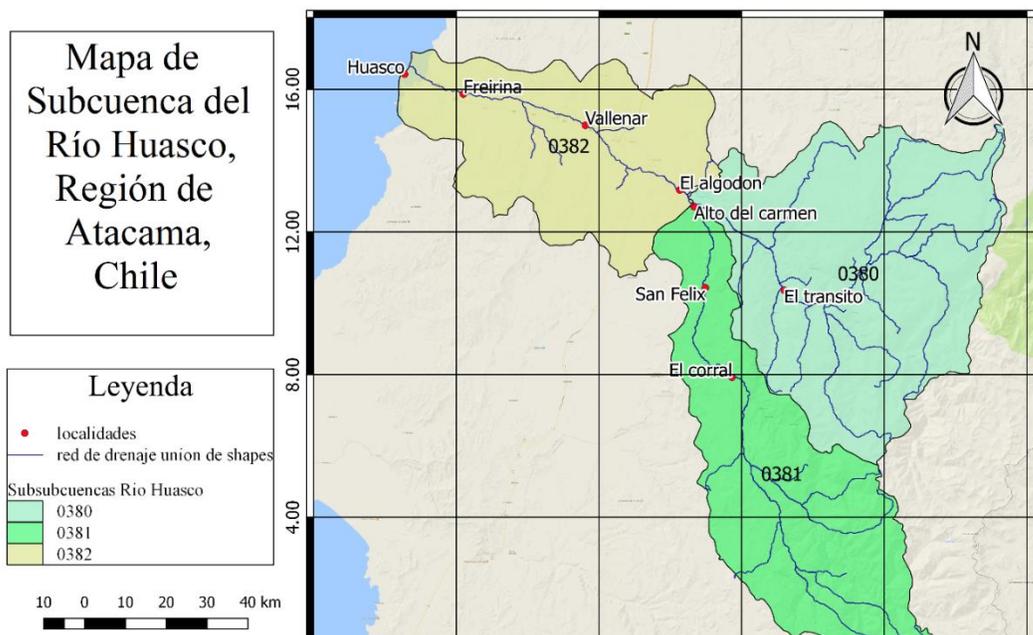


Figura 6 Mapa con delimitaciones de subcuencas del Río Huasco

origen de la referencia.. (DGA, 2014)

Las estaciones de monitoreo utilizadas fueron El Tránsito, ubicada en la sub cuenca del mismo nombre (0380); Río Huasco en Algodones y Río Huasco en Santa Juana ubicadas en la sub cuenca 0382. (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

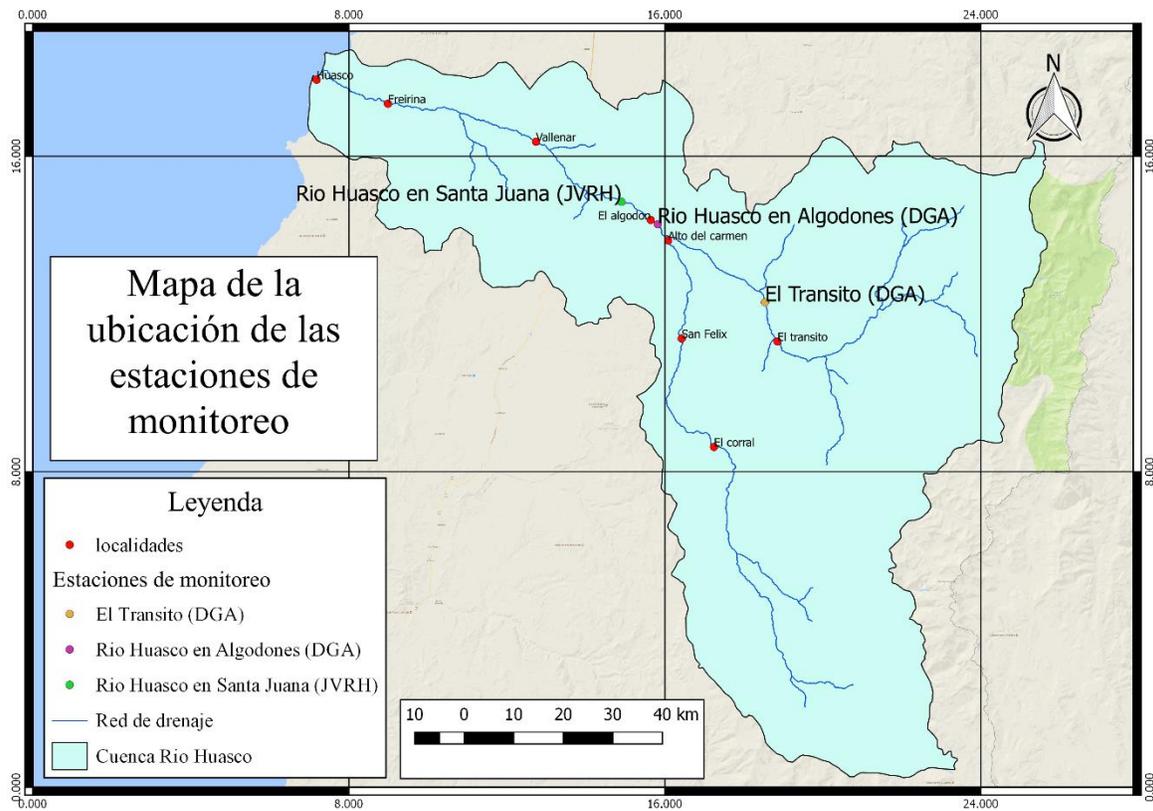


Figura 7 Mapa con las ubicaciones de las estaciones de monitoreo que fueron utilizadas para el estudio.

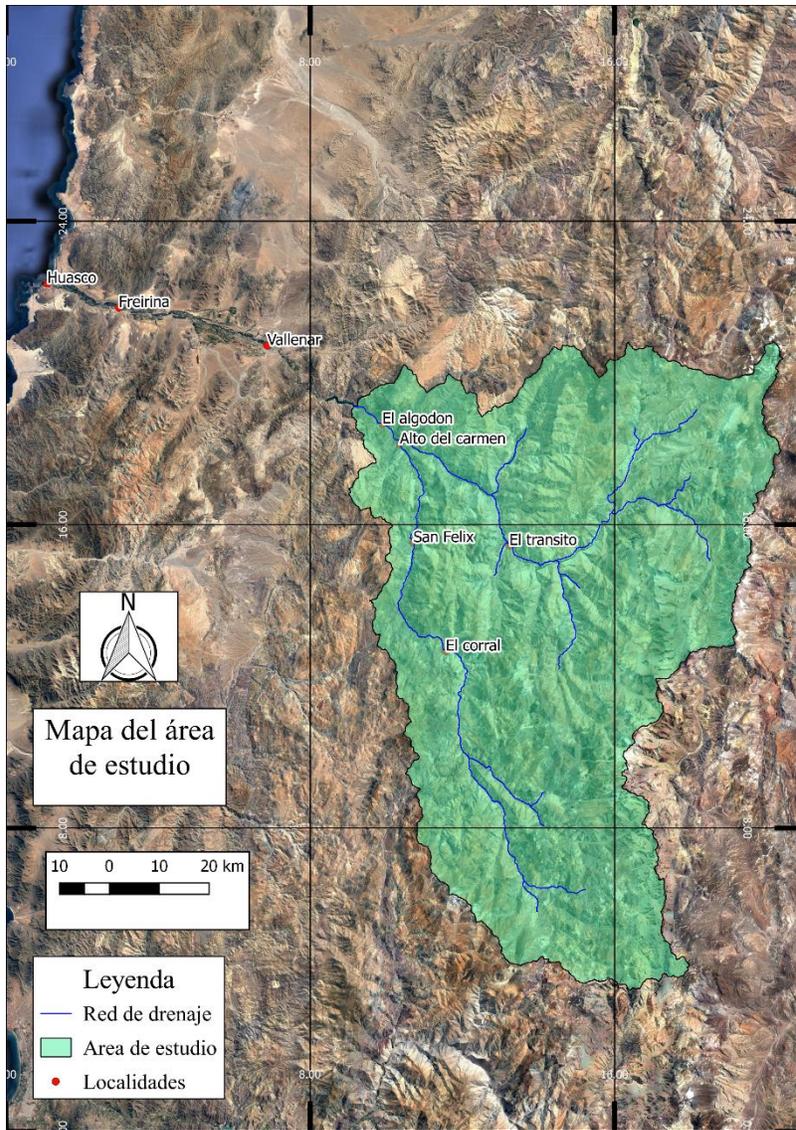


Figura 8 Mapa del área de estudio

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Geomorfología

En la Región de Atacama hacia el sur existe un valle transversal el cual forma el curso del Río Huasco. Desde el nacimiento del Río Huasco, posee una hoya hidrográfica de 9.850 km², llevando un curso general con una orientación de Este-Oeste.

Los ríos del Tránsito y del Carmen muestran encajonados, los cuales están rodeados de elevados cerros rocosos, de laderas con mucho desnivel y pendientes, sin embargo, la caja del río del Tránsito, desde la localidad de Conay a la Junta del Carmen es lo suficientemente ancha para dejar extensas áreas planas ripiosas, en esta el río presenta múltiples curvaturas. También son comunes grandes conos de deyección, los cuales son usados para cultivos.

El río Huasco desde su nacimiento en la unión de los ríos del Tránsito y del Carmen, hasta la desembocadura en la quebrada El Jilguero, fluye en un lecho relativamente estrecho en un típico cajón cordillerano, rodeado por altos cerros de rocas mezoica. Debido a que las quebradas contienen conos de deyección, el curso del río se ve desviado de un lado a otro.

Desde el Jilguero hasta la desembocadura en el mar, se expande la caja del río, esto en una longitud de 55km. El lugar presenta amplias terrazas fluviales cuaternarias, llegando a la desembocadura la caja del río alcanza una extensión de 2 km de ancho. (Cade-idepe Consultores en Ingeniería, 2004)

2.2. Clima

Las características climáticas de la Región de Atacama están determinadas principalmente por la presencia de Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur y la corriente fría de Humboldt. Estos factores más la compleja topografía de la región determinan bajas tasas de precipitación concentradas en unos pocos días en los meses de invierno, lo que resulta en una región árida, con extensas superficies desprovistas de vegetación. El aire húmedo proveniente del mar da

origen a intensas neblinas costeras. Hacia el interior, el clima es seco, con bajas tasas de humedad relativa, salvo en zonas cultivadas y valles que permiten el ingreso de aire húmedo costero. Las temperaturas son altas y con ciclos diurnos muy marcados. Durante años el fenómeno ENSO ha provocado el aumento de las precipitaciones permitiendo el desarrollo de vegetación en zonas usualmente desprovistas de ella. Los resultados de modelación atmosférica de mesoescala muestran que el cambio en la cobertura vegetal cambia el albedo, lo que afecta las características meteorológicas de la región provocando una disminución de la temperatura del aire cerca de la superficie. Los resultados de modelos globales de cambio climático indican que habría un aumento de la temperatura de alrededor de 2° a 3°C y de 5°C en sectores altos de la cordillera, y disminuciones en los montos de precipitaciones (Juliá, Montecinos, & Maldonado, 2008).

En la Provincia del Huasco el bioclima dominante es el mediterráneo desértico – oceánico, el cual se caracteriza por un déficit hídrico durante la mayor parte del año, haciendo que las principales lluvias ocurran en los meses invernales. Su variabilidad está dada por los cambios desde la costa a la cordillera. Las neblinas costeras son las mayores alimentadoras de la zona litoral.

Las precipitaciones por lo general se originan en los frentes polares los cuales provienen del sudoeste y la barrera climática de los Andes, estas aumentan al ascender en el gradiente altitudinal hacia la cordillera. Mientras que disminuyen hacia el Este gracias a la combinación del incremento de la distancia al mar y el efecto de la altitud.

El valle del Huasco se caracteriza por presentar un periodo libre de heladas de 11 meses, donde las temperaturas mínimas promedio es de 5°C en el mes de julio y la máxima de 28°C en el mes de enero. (Cade-idepe Consultores en Ingeniería, 2004)

Las variaciones de la temperatura se pueden observar en la figura 9.

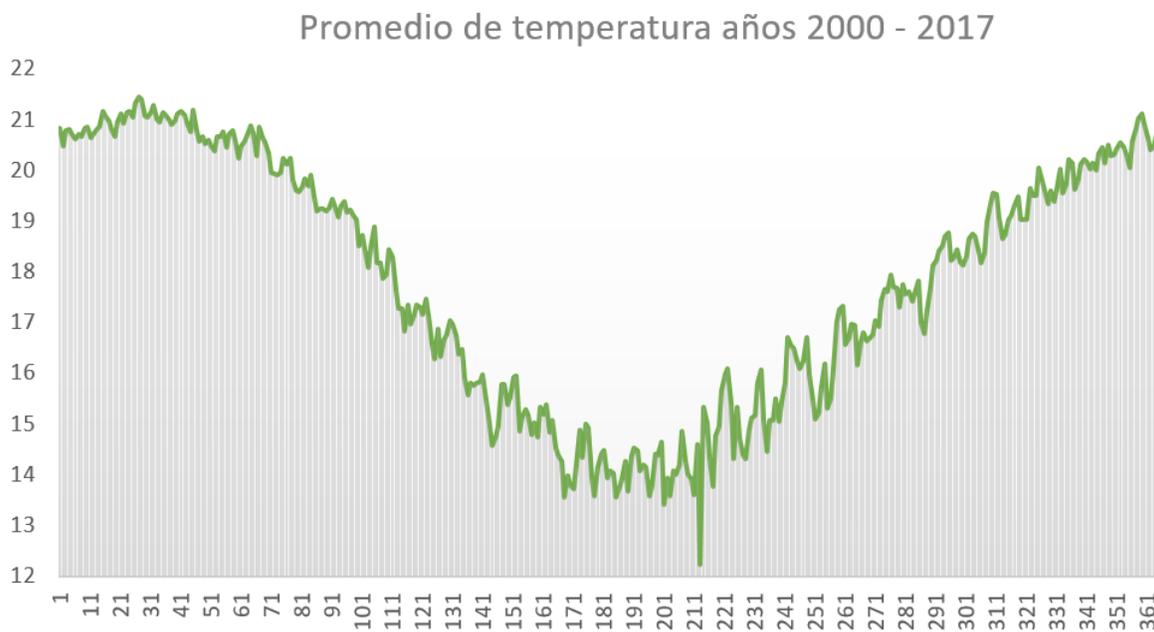


Figura 9 Comportamiento de la temperatura por día del año.

2.3. Antecedentes y revisión bibliográfica.

La búsqueda de datos de temperatura y precipitación de las diferentes estaciones de aforo pertenecientes a la DGA, se vio afectada por la poca cantidad de estaciones que cumplían con los requisitos para obtener un pronóstico preciso.

El número de estaciones no son suficientes, muchas de estas no están vigentes actualmente y las que están vigentes presentan vacíos en sus datos. Al igual que algunas de las estaciones vigentes no tienen datos tan antiguos como los que se necesitan para dar un pronóstico certero.

Existen pocas estaciones que midan los tres factores que se necesitan para el estudio, y las que miden un factor en particular se encuentran muy alejadas la una de la otra.

En el caso de caudal de entrada del Embalse Santa Juana, obtenidos desde la Junta de Vigilancia, sólo contenían datos desde el 2013, por lo tanto, se debió analizar estaciones de la DGA cercanas que tuviesen datos de años anteriores.

2.3.1. Precipitación y Temperatura

Para la obtención de datos de precipitación y temperaturas extremas diarias se utilizó la estación de monitoreo perteneciente a la Dirección General de Aguas (DGA) El Tránsito cuya codificación según la DGA es 03806002-3.

Esta estación está ubicada en las coordenadas UTM Este 374948 y norte 68805357 (WGS 1984 - 19S), A 1.100 m.s.n.m, en la localidad de El Tránsito, en la comuna de Alto del Carmen, en la sub cuenca 0380.

Se obtuvieron datos diarios desde el 1 de enero del año 2000 hasta el 20 de junio del 2019. (DGA, 2014)

2.3.2. Fluviometría

Los datos del caudal medio diario se obtuvieron de dos fuentes, las cuales se complementaron por la ausencia de datos anteriores de una de ellas, y la discontinuidad de la otra.

La Estación Río Huasco en Santa Juana, perteneciente a la Junta de Vigilancia del Río Huasco se encuentra ubicada en las coordenadas UTM Este: 339120 y Norte: 6827205 (WGS 1984, 19 S), a 575 m s.n.m , en el afluente de entrada del Embalse Santa Juana, en la comuna de Vallenar, sub cuenca 0382. Los datos obtenidos de esta estación de monitoreo son desde el 1 de enero del 2013 hasta el 20 de junio del 2019., dicha estación carece de datos anteriores a la fecha antes mencionada.

La Estación Santa Juana en Algodones (codificación DGA 0382001-1) perteneciente a la Dirección General de Aguas, se encuentra ubicada en las coordenadas UTM Este: 352856 y Norte: 6820890 (WGS1984, 19 S), a 750 m s.n.m. Se decidió utilizar esta estación para complementar la antes mencionada ya que es la más cercana que cuenta con los datos necesarios. Se utilizaron datos desde el 1 de enero del 2000 al 31 de diciembre del 2012, al ser una estación que no se encuentra vigente, no se ha podido utilizar datos hasta el año actual. (DGA, 2014)

2.4. Datos Satelitales

Para este estudio se realizaron descargas de imágenes satelitales del sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), el cual se encuentra a bordo de los satélites espaciales Terra y Aqua lanzados por la NASA los cuales entregan una imagen satelital diaria de la superficie terrestre.

2.4.1. Satélite Terra

El Satélite Terra forma parte de la misión que incluye a EEUU, Canadá y Japón, unas de sus grandes características es la capacidad que tiene para registrar los cambios climáticos de la atmósfera con la precisión adecuada como para permitir un pronóstico a corto plazo. Terra gira alrededor de la Tierra a 705km de altura, de manera sincronizada con el sol y va desde polo norte a polo sur, su vida útil se estima en 6 años y dado que se concibió como un centro de investigaciones, lleva a bordo cinco instrumentos: ASTER, CERES, MODIS, MISR, MOPITT. (NASA)

2.4.2. Satélite Aqua

El Satélite Aqua fue el primer miembro de un grupo de satélites de la constelación vespertina, integrada además por Aurora y PARASOL. Su misión de 6 años tiene como objetivo estudiar el ciclo global del agua en la atmosfera, tierra y océanos. Este satélite posee un total de 6 sensores, de alta precisión, dirigidos a estudiar el espectro visible y el infrarrojo para determinar las propiedades de las nubes, la temperatura superficial del mar, Grosor de las capas de hielo y nieve, medir humedad y evaporación, el volumen de las masas de agua, entre otros. (NASA, NASA Aqua Proyec Sciencie)

2.4.3. Sensor MODIS

MODIS (por sus siglas en inglés Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), corresponde a un sensor para la teledetección que contiene distintas características espaciales y espectrales el cual es uno de los más importantes para el monitoreo para la dinámica de los cambios de la tierra, este fue diseñado por un equipo interdisciplinario de científicos con una vasta experiencia en sensores remotos (Francois Mas, 2011). Este equipo trabajó por cerca de 10 años para finalmente definir los requisitos para la toma, calibración y procesamiento de los datos (Xiong, 2008).

El sensor MODIS se encuentra a bordo de los satélites TERRA o EOS-AM el cual fue lanzado en diciembre del año 1999 y AQUA o EOS-PM el cual fue lanzado en mayo del 2002. La órbita de ambas plataformas es helio-sincrónica y cuasi-polar con una inclinación de 98.2° y 98° y una altitud media de 708 y 705 km respectivamente (NASA-MODIS, 2010), con el fin de adquirir datos para el conocimiento de la dinámica atmosférica global y la interacción tierra-océano-atmósfera (INEGI, 2015). Terra está programada para pasar de norte a sur cruzando el ecuador a las 10:30 de la mañana en su órbita descendente, mientras que Aqua pasa de sur a norte sobre el ecuador a las 1:30 de la tarde, un esquema del cubrimiento MODIS se presenta en la figura 2.3. Las primeras imágenes captadas por Terra se obtuvieron en febrero del año 2000. Ambas plataformas monitorean la totalidad de la superficie terrestre cada 1 o 2 días dependiendo de la latitud (Francois Mas, 2011).

En la figura 10 se puede observar el barrido del sensor.

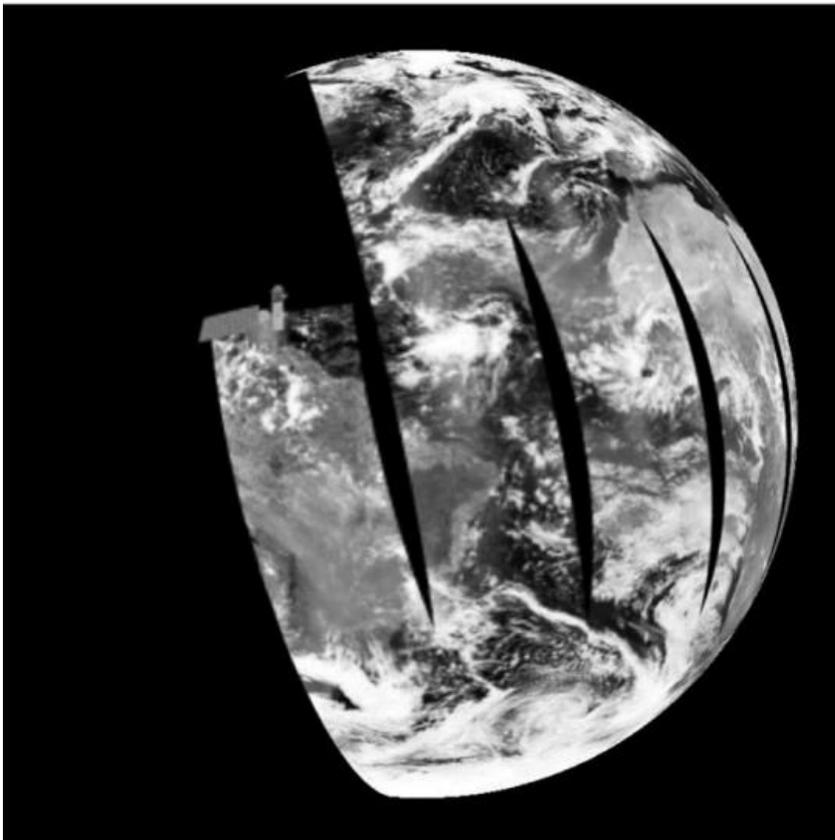


Figura 10 Sistema de escaneo del sensor MODIS (Imagen tomada de http://sos.noaa.gov/images/atmosphere/aqua_swath.jpg)

El instrumento MODIS cuenta con una alta sensibilidad radiométrica (12 bit) en 36 bandas espectrales, en un rango de longitud de onda que va de los $0.4 \mu\text{m}$ a los $14.4 \mu\text{m}$. Las primeras bandas están posicionadas en la región del espectro electromagnético situado entre 0.405 nm y 2.155 nm . Podemos clasificar las bandas de la siguiente manera (NASA, 2008):

- Las bandas de la 1 a la 7 son útiles para las aplicaciones terrestres.
- Las bandas de 8 a la 16 son para observaciones oceánicas.
- Las bandas de 17 a 19 son para las mediciones atmosféricas.
- Las bandas de 20 al 36 son las que cubren la porción del infrarrojo térmico del 3.660 a 14.385 nm .

Dos bandas son tomadas a una resolución nominal de 250 m al nadir, cinco bandas a 500 m y las 29 bandas restantes a 1 km . MODIS posee una alta calidad geométrica que permite el monitoreo preciso de las alteraciones de la superficie terrestre (error RMS inferior a 50 m) (Francois Mas, 2011).

El sensor MODIS es un explorador de barrido: un espejo móvil que oscila perpendicularmente a la dirección de la trayectoria con un ángulo de $\pm 55^\circ$ permite explorar una franja de terreno (swath) a ambos lados de la traza del satélite, cuyo ancho es de 2,330 km. El sistema óptico es un telescopio con dos espejos fuera de su eje focal que direccionan la radiación incidente a cuatro sistemas ópticos reflectantes, uno para cada región espectral (visible, infrarrojo cercano, medio y térmico). Para las bandas del visible y del infrarrojo cercano se utiliza una nueva tecnología de fotodiodos de silicio. Para el infrarrojo térmico se usan detectores de Telureto de Mercurio-Cadmio (HgCdTe) (Francois Mas, 2011).

En la Tabla 2.1 a continuación podremos ver alguna de las características principales del sensor MODIS.

Tabla 2.1. Especificaciones generales del sensor MODIS

Órbita	Altitud: 708 km (Terra) y 705 km (Aqua), pasando en el ecuador a 10:30 a.m. nodo descendente (Terra) y a la 1:30 p.m.; nodo ascendente (Aqua), heliosíncrona, casi polar, circular.
Tasa de escaneo	20.3 rpm, ortogonal a la órbita
Dimensiones de la franja escaneada	2.330 km (ortogonal) por 10 km (a lo largo de la órbita, al nadir)
Telescopio	17.78 cm diámetro con planos de desvío intermedarios
Tamaño	1.0 x 1.6 x 1.0 m
Peso	228.7 kg
Poder	162.5 W (promedio orbital)
Tasa de transferencia de datos	10.6 Mbps (pico); 6.1 Mbps (promedio orbital)
Codificación	12 bits
Resolución espacial	250 m (bandas 1-2) 500 m (bandas 3-7) 1000 m (bandas 8-36)
Vida útil	6 años

En la siguiente tabla podremos encontrar las principales características según el número de banda, el cual depende de su ancho y SNR^3 (Radio de señal de ruido) o NE (delta) T requerido (diferencia de temperatura equivalente al ruido), todo esto para asignar un uso adecuado a cada una de las bandas. Las que se encuentran entre 1 a 20 se pueden ver en la Tabla 2.2 y las que se encuentran entre la 21 a 36 en la Tabla 2.3.

Tabla 2.2. Descripción detallada de las bandas y su uso principal según corresponda su ancho de banda del 1 al 20.
 Disponible en: <http://modis.gsfc.nasa.gov/about/scanmirror.php>.

Uso principal	Banda	Ancho de banda ¹	Radianza espectral ²	SNR ³ o NE (delta) T requerido T(K) ⁴
Limites de Tierra/Nubes/aerosoles	1	620 - 670	21.8	128
	2	841 - 876	24.7	201
Propiedades de Tierra/Nubes/aerosoles	3	459 - 479	35.3	243
	4	545 - 565	29.0	228
	5	1230 - 1250	5.4	74
	6	1628 - 1652	7.3	275
	7	2105 - 2155	1.0	110
Color del océano / fitoplancton/biogeoquímica	8	405 - 420	44.9	880
	9	438 - 448	41.9	838
	10	483 - 493	32.1	802
	11	526 - 536	27.9	754
	12	546 - 556	21.0	750
	13	662 - 672	9.5	910
	14	673 - 683	8.7	1087
	15	743 - 753	10.2	586
	16	862 - 877	6.2	516
Vapor de agua atmosférico	17	890 - 920	10.0	167
	18	931 - 941	3.6	57
	19	915 - 965	15.0	250
Temperatura de la superficie/nubes	20	3.660 - 3.840	0.45(300K)	0.05*

Tabla 2.3. Descripción detallada de las bandas y su uso principal según corresponda su ancho de banda del 21 al 36.

Uso principal	Banda	Ancho de banda ¹	Radianza espectral ²	SNR ³ o NE (delta) T requerido T(K) ⁴
Temperatura atmosférica	21	3.929 - 3.989	2.38(335K)	2.00*
	22	3.929 - 3.989	0.67(300K)	0.07*
	23	4.020 - 4.080	0.79(300K)	0.07*
	24	4.433 - 4.498	0.17(250K)	0.25*
Vapor de agua de nubes Cirrus	25	4.482 - 4.549	0.59(275K)	0.25*
	26	1.360 - 1.390	6.00	150
Propiedades de las nubes	27	6.535 - 6.895	1.16(240K)	0.25*
	28	7.175 - 7.475	2.18(250K)	0.25*
	29	8.400 - 8.700	9.58(300K)	0.05*
Ozono	30	9.580 - 9.880	3.69(250K)	0.25*
Temperatura de la superficie/nubes	31	10.780 - 11.280	9.55(300K)	0.05*
	32	11.770 - 12.270	8.94(300K)	0.05*
Altitud de las nubes	33	13.185 - 13.485	4.52(260K)	0.25*
	34	13.485 - 13.785	3.76(250K)	0.25*
	35	13.785 - 14.085	3.11(240K)	0.25*
	36	14.085 - 14.385	2.08(220K)	0.35*

Disponible en: <http://modis.gsfc.nasa.gov/about/scanmirror.php>

Existen deformaciones provocadas por el barrido de las imágenes debido al ángulo de visión (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) que tiene el sensor, el que se debe a un problema del procedimiento de captura de datos, debido a que el campo instantáneo de vista del sensor aumenta en los extremos de la imagen llegando a 5 veces el tamaño del pixel en el eje Y y dos veces en el eje X. Estas deformaciones se conocen con el efecto Bowtie y

consiste en la presencia de líneas repetidas cerca de los bordes de las imágenes MODIS que ocurre debido al barrido de 10 líneas. No obstante, existen programas para corregir este defecto, los píxeles a los bordes de la imagen deben ser empleados con cautela (Francois Mas, 2011).

Junto con todos los datos de otros instrumentos a bordo de Terra y Aqua, los datos MODIS se transfieren a las estaciones en tierra en White Sands, Nuevo México, a través del seguimiento y retransmisión de datos desde el sistema de satélites (Tracking and Data Relay Satellite System -TDRSS). Una de las características que distinguen a MODIS de cualquier otro instrumento es que no solo se puede tener acceso a los datos después de su captura y almacenamiento para la posterior descarga, además, tiene la capacidad de poder transmitir de manera directa los datos crudos que colecta a una base en tierra (Direct Broadcast). El instrumento de MODIS Terra fue uno de los primeros satélites en operar con una transmisión directa de datos, de manera constante y con disponibilidad de que cualquiera con el equipo y software adecuados pueda obtener estos datos gratuitamente (Francois Mas, 2011).

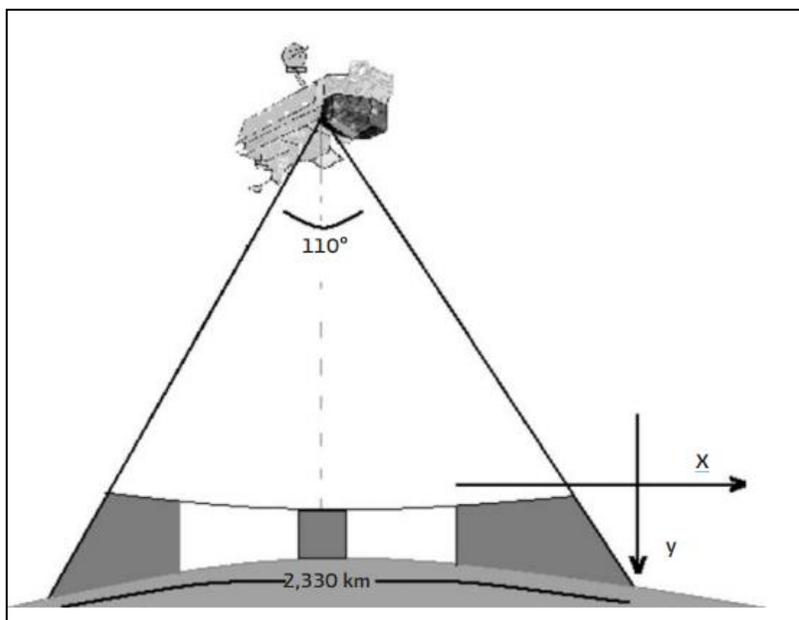


Figura 11 Ángulo de visión del sensor MODIS.

Los datos captados por el sensor MODIS se integran en tres productos básicos (MOD. 01 al 03), los cuales contienen las 36 bandas captadas. A partir de ellos, se derivan toda una serie de productos seleccionando los canales de mejor respuesta al objeto de estudio (INEGI, 2015) los cuales los podemos visualizar en la Tabla 2.4 y Tabla 2.5 se indica la descripción de cada producto.

Tabla 2.4. Productos MODIS de MOD01 a MOD19 con sus respectivas descripciones del producto.

Clave	Descripción del producto	Clave	Descripción del producto
MOD01	Level 1A: Contiene datos crudos de las 36 bandas e información auxiliar del satélite, así como de los instrumentos de toma.	MOD10	Cobertura de nieve.
MOD02	Level 1B: Incluyendo la calibración de radiancias y georeferencia para las 36 bandas. De él se obtienen 4 productos: 1B 1Km, 1B 500m, 1B 250m y 1B OBC (calibración a bordo del satélite).	MOD11	Emisión de calor y temperatura superficial de la tierra.
MOD03	Conjunto de datos georeferidos.	MOD12	Cobertura terrestre / Cambios de cobertura terrestre.
MOD04	Productos de aerosoles.	MOD13	Índices de vegetación.
MOD05	Total de agua precipitada (método del i infrarrojo cercano).	MOD14	Anomalías termales, incendios, biomasa.
MOD06	Productos de las nubes (grosor óptico, partículas de radio, etc.).	MOD15	Índices de hojas y FPAR
MOD06	Productos de las nubes (fase y propiedades de la parte superior de las nubes).	MOD16	Resistencia superficial y evapotranspiración.
MOD07	Perfiles atmosféricos.	MOD17	Producción de vegetación y productividad primaria neta.
MOD08	Productos atmosféricos Nivel 3	MOD18	Índice normalizado de radiancia del agua.
MOD09	Reflectancia superficial corregida atmosféricamente.	MOD19	Concentración de pigmentos.

Tabla 2.5. Productos MODIS de MOD21 a MOD44 con sus respectivas descripciones del producto.

Clave	Descripción del producto	Clave	Descripción del producto
MOD21	Concentración de clorofila.	MOD31	Concentración de Phycocrythrin.
MOD22	Radiación activa fotosintética (PAR).	MOD32	Matchup DB y estructura de los procesos oceánicos.
MOD23	Concentración de sólidos suspendidos en el agua oceánica.	MOD33	Coordenadas de la cobertura de nieve.
MOD24	Concentración de materia orgánica	MOD34	Malla de índices de vegetación.
MOD25	Coccolith concentración.	MOD35	Máscara de nubes.
MOD26	Coefficiente de atenuación del agua oceánica.	MOD36	Coefficiente total de absorción.
MOD27	Productividad primaria del océano.	MOD37	Ocean Aerosol Propierties.
MOD28	Temperatura superficial del mar.	MOD39	Épsilon del agua clara o limpia.
MOD29	Cobertura de hielo en océano.	MOD43	Albedo 16 Day Level 3
MOD30	Perfiles de humedad y temperatura.	MOD44	Campos continuos y conversión de la cobertura vegetal.

2.4.4. Organización Espacial.

Dependiendo del nivel de procesamiento, los productos MODIS presentan diferentes formas de organización espacial. Los que corresponden al nivel L2, corresponden a los datos colectados por el sensor, de tal forma que el tamaño de cada escena depende del ancho de la traza (aproximadamente 2,330 km) y del tiempo de colecta: Los gránulos que corresponden a 5 minutos de colecta son de aproximadamente 2,340 x 2,330 km (Francois Mas, 2011).

La mayoría de los productos de MODLAND son del nivel L2_G, 3 y 4 y están organizados en una retícula de 1,200 x 1,200 km (10 por 10 grados al ecuador) en proyección sinusoidal (SIN). Cada cuadro, llamado tile, se localiza por un número de columna (h) y fila (v). Así por ejemplo la parte continental del territorio chileno está cubierta en su totalidad por los mosaicos h11v11, h12v12, h12v13, h13v14. En la siguiente **¡Error! No se encuentra el**

origen de la referencia. se presenta la retícula de mosaicos MODIS, donde 188 cuadros indicados en blanco no contienen información y los 134 cuadros azules indican 100% de agua (Francois Mas, 2011).

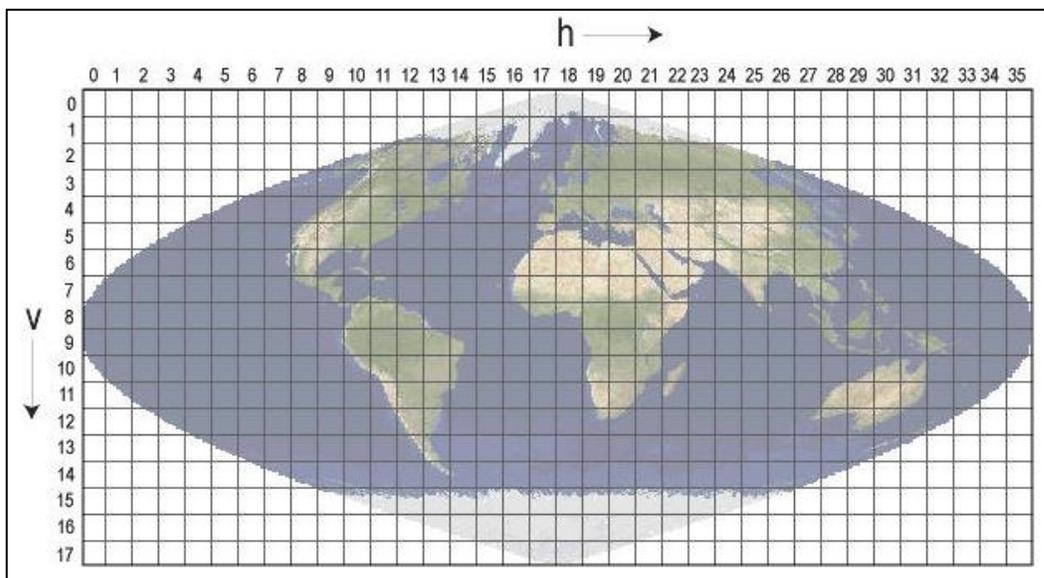


Figura 12 Corresponde a la grilla que pertenecen las distintas imágenes MODIS.

Donde la mayoría de los productos MODIS Land utilizan este sistema de recubrimiento de rejilla sinusoidal. Con valores de cuadrículas de 10 por 10 grados al ecuador. Este sistema comienza en 0,0 donde los valores de H corresponden a Horizontal y V a vertical y el ultimo valor de coordenadas es 35,17 en la esquina inferior derecha (LPDAAC, 2015).

Los datos obtenidos por MODIS, se utilizan para derivar varios productos. (NASA, NASA MODIS Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)

- Índice de vegetación (NDVI)
- Cobertura de la superficie terrestre
- Temperatura de incendios
- Cobertura de nubes
- Concentración de aerosoles

Detalles del producto:

MODIS/Terra Snow Cover Daily L3 Global 500m Grid, Version 6 y MODIS/Aqua Snow Cover Daily L3 Global 500m Grid, Version 6. (NSIDC, National Snow and Ice Data Center).

Tabla 2.6. Características del Sensor MODIS.

Parámetros	Hielo nieve > albedo Hielo nieve > Cubierta nival
Cobertura espacial	N: 90, S: -90, E: 180, W: -180(Terra y Aqua)
Resolución espacial	500m x 500m
Cobertura temporal	24 febrero del 2000 a la fecha (Terra) 4 julio del 2002 a la fecha(Aqua)
Resolución temporal	1 día
Formato de datos	HDF-EOS
Plataforma(s)	Terra ; Aqua
Sensor(s)	MODIS
versión	V6

2.4.5. Cobertura nival y nubosa

La obtención de datos de la cobertura nival y nubosa es de gran importancia para el desarrollo del modelo SRM, por lo tanto, es fundamental la caracterización adecuada de este. Debido a

la gran extensión de la cuenca, estos datos se obtendrán a través de la descarga de imágenes satelitales del satélite Terra y Aqua con su sensor MODIS.

Se obtuvieron imágenes satelitales del producto MOD10A1MODIS / Snow Cover Daily L3 Global 500m SIN Grid V006 del satélite Terra y Aqua, específicamente del sensor MODIS que se encuentra a bordo de estos satélites, éste pertenece al Centro Nacional de Datos de Hielo y Nieve (NSIDC) los datos son almacenados en formato HDF-EOS (Hierarchical Data Format - Earth Observing System). Las imágenes satelitales obtenidas corresponden a tomas de fotografías diarias desde año 2000 a junio del 2019, descargadas desde los servidores de la NASA.

Gracias a este producto se pudo percibir los sectores cubiertos de nieve y nubes del área de estudio (730,19km².), para lograr un mejor resultado de esto, se recopilaron imágenes de los dos diferentes satélites en las distintas estaciones del año.

Para el satélite Terra, se utilizaron imágenes en tiempo invernal, debido a que la máxima cobertura nival se generaba en los meses de abril a noviembre en cambio en el satélite Aqua se genera en el periodo estival de diciembre a marzo tal como indica la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Además, se recopilaron imágenes del satélite Terra para el mapeo de la cobertura nubosa en el área de estudio.

Tabla 2.7. Inventario de imágenes satelitales MODIS descargadas.

Año	Total	Sin datos	Obtenidas	Faltantes	%Faltantes
2000	312	54	292	20	6,41%
2001	365	0	347	18	4,93%
2002	365	0	352	13	3,56%
2003	365	0	360	5	1,37%
2004	366	0	364	2	0,55%
2005	365	0	353	12	3,29%
2006	365	0	342	23	6,30%
2007	365	0	333	32	8,77%
2008	366	0	328	38	10,38%
2009	365	0	362	3	0,82%

2010	365	0	363	2	0,55%
2011	365	0	364	1	0,27%
2012	366	0	363	3	0,82%
2013	365	0	363	2	0,55%
2014	365	0	363	2	0,55%
2015	365	0	364	1	0,27%
2016	366	0	365	1	0,27%
2017	365	0	365	0	0,00%
2018	365	0	365	0	0,00%
2019	170	0	170	0	0,00%
total	7056	54	6878	178	2,52%

Disponibilidad de imágenes se puede ver en la figura 13.

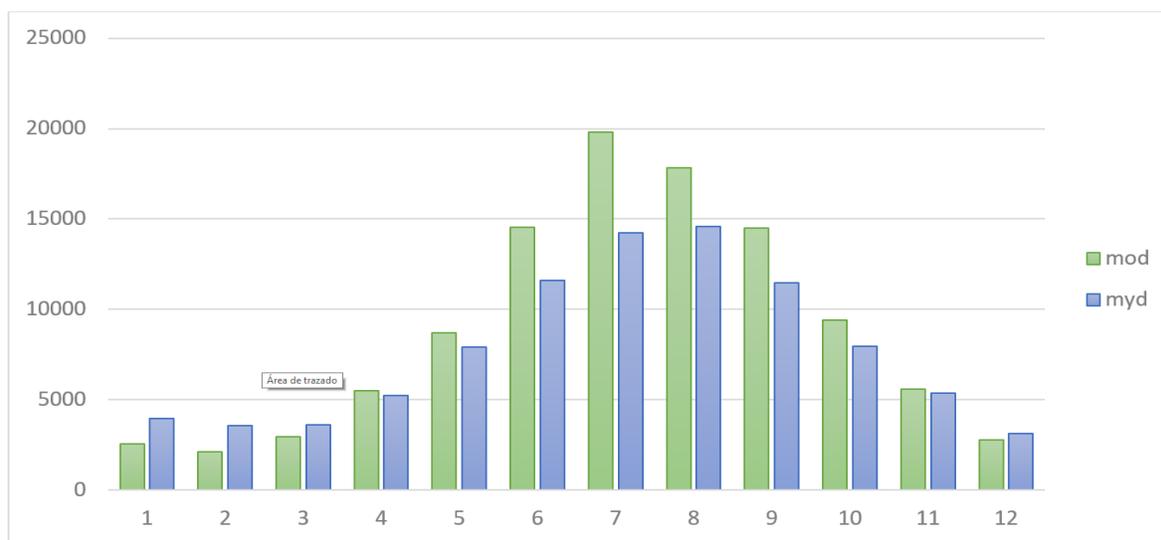


Figura 13 Gráfico imágenes satelitales predominantes por mes, donde mod se refiere a las imágenes del satélite Terra y myd al Aqua.

2.5. Modelo SRM

El modelo SRM (Snowmelt Runoff Model; en biografías también llamado Modelo de Martinec y Rango) está diseñado para pronosticar y simular el caudal diario de cuencas de montaña, donde el deshielo es un factor importante en la escorrentía. Últimamente se ha utilizado para evaluar el efecto del cambio climático sobre la cobertura de nieve y escorrentía.

Este modelo puede ser aplicado a cuencas de montaña de casi cualquier tamaño y cualquier rango de altura.

El modelo se inicia con un valor de caudal conocido o estimado y se puede calcular el caudal de un número ilimitado de días siempre que se le suministren las variables de entrada, dinámicas y estáticas.

Las variables que se utilizaron en este estudio fueron los siguientes:

VARIABLES DE ENTRADAS DINÁMICAS

- Temperaturas
- Precipitación
- Cobertura nival
- Caudal

VARIABLES DE ENTRADAS ESTÁTICAS

- Área de estudio
- Nivel hipsométrico

El modelo puede ser aplicado a cuencas de montañas de casi cualquier tamaño desde 0,76 Km² hasta 120.000 Km² y rango de Alturas, por ejemplo, de 305-7690 m. El modelo se inicia con un valor de caudal conocido o estimado, este caudal puede ser calculado de un número ilimitado de días mientras que se le sean suministradas las variables de entrada (temperatura, precipitación y porcentaje de superficie cubierta de nieve).

Para este estudio se utilizó una relación empírica basado en datos obtenido en terreno, el modelo SRM calcula la cantidad diaria de agua procedente de la fusión nival y el aporte pluvial en la cuenca de estudio. Esta cantidad se añade al caudal de recesión para obtener el caudal total diario de acuerdo a la siguiente ecuación. (J. Martinec, 1998)

$$Q_{n+1} = [c_{sn}a_n(T_n + \Delta T_n)S_n + c_{RN}P_n] \frac{A \cdot 10000}{86400} (1 - k_{n+1}) + Q_n k_{n+1}$$

Dónde:

Q = Caudal medio diario [$m^3 s^{-1}$]

c = Coeficiente de escorrentía, considera las pérdidas como un cociente

(escorrentía/precipitación), con cS referido a fusión de nieve y cR referido a lluvia.

a = Factor de grados-día [$cm\ ^\circ C^{-1} d^{-1}$],

T = Número de grados-día [$^\circ C d$]

ΔT = Ajuste de grados-día mediante la razón de variación de temperatura (lapse rate)

S = Cociente del área cubierta de nieve al área total

P = Aporte de precipitación [cm].

A = Área de la cuenca o zona [km^2]

k = coeficiente de recesión, indica el decremento del caudal en ausencia de aportaciones de lluvia o fusión de nieve.

$k = \frac{Q_{m+1}}{Q_m}$ ($m, m+1$ son días consecutivos de un periodo de recesión)

n = secuencia de días durante el período de cálculo de caudal.

$\frac{10000}{86400}$ = factor de conversión de $cm \cdot km^2 \cdot d^{-1}$ a $m^3 \cdot s^{-1}$

2.6. Misión TRMM

La misión TRMM se conforma por un grupo de satélites que en conjunto crean información geoespacial, hasta la fecha se registra un sinnúmero de productos satelitales para medir la precipitación, y con diversas resoluciones espaciales y temporales, uno de ellos es TRMPA (TRMM Multisatellite Precipitation Analysis) fue lanzado el 27 de noviembre de 1997 desde el centro espacial Tanegashima, en Japón, su misión principal fue el monitoreo y estudio de las precipitaciones tropicales y subtropicales, entre $35^\circ N$ y $35^\circ S$. (NASA, Precipitation Measurement missions, s.f.)

Los instrumentos son los siguientes

Radar meteorológico de lluvias (PR)

Imágenes por microondas (TMI)

Escáner del visible y del infrarrojo (VIRS)

Sistema de energía radiante de la tierra y de las nubes (CERES)

Sensor de imágenes de relámpagos (LIS)

TRMM se encuentra obteniendo imágenes desde el año 1998 hasta noviembre del 2017, para este estudio se utilizaron los datos del año 2000 a noviembre de 2017, para la variable de precipitación en la cuenca.

Se utilizó el producto TRMM_3B42_Daily.7 de TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) para obtener datos de las precipitaciones del área

2.7. Constelación GPM

La constelación GPM es un conjunto de satélites cuyo objetivo es avanzar en la comprensión científica del ciclo del agua y energía de la tierra, además de proporcionar datos casi en tiempo real para una amplia gama de aplicaciones sociales

Esta conjunto posee 10 satélites en órbita alrededor de la tierra, tales como: GPM Core Observatory, Megha – Tropiques, NDAA 18/19 , GCOM- W1 , DMSPF17/F18/F19/F20, JPSS- 1 , TRMM , MetOp B/C , Suomi NPP.

El satélite principal de la constelación GPM es “GPM Core Observatory (GPM C O)”, lanzado al espacio el 27 de febrero, 2014, este satélite posee una cobertura espacial de 16 orbitas al día cubriendo el trópico global, entre 65°S – 65°N, junto con la constelación de satélites, “GPM C O” tiene un tiempo de revisita de 1-2 horas sobre la tierra, este posee dos sensores remotos, GMI (GPM Microwave Imager) y DPR (Dual Frequency Precipitation Radar). (Atiencia, 2016)

Para este estudio se utilizaron sensores de medición de precipitación el cual se extrae de la constelación de todos los satélites en órbita GPM y TRMM.

Tabla 2.8. Resumen de productos de Precipitación de GPM de nivel 3.

Nombre del sensor/producto	Resolución y cobertura espacial	Resolución temporal	Formato de datos
IMERG	- 10x10km	- 30min (NRT) - 6 hr. , 16hr, y latencia de 3 meses	- HDF4 - NetCDF - OpenDAP - ASCII - .giff, .png - KML (Google Earth)

Tabla 2.9. Resumen de productos de precipitación de TRMPA

Nombre del sensor/producto	Resolución y cobertura espacial	Resolución temporal	Formato de datos
TRMPA	27x27km	3 horas	.nc4

Las principales características y diferencias entre la misión GPM y TRMM se presentan a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 2.10. Comparación entre Misión GPM y TRMM

	GPM	TRMM
Mediciones	Globales	Tropical y subtropical
Detección de precipitación	Lluvia, hielo y nieve	Lluvia; no detecta lluvia ligera (menor a 0.5mm/hr)
Órbita	No polar	No polar
Tiempo de revisita	~95 minutos	~91.5 minutos
Número de órbitas	16	16
Cobertura	65°S a 65°N de latitud	35°S a 35N de latitud
Altitud	407 km	350 km (403*km)

2.8. Albedo

El albedo es una cantidad adimensional que indica la reflexión de la energía del sol en una superficie determinada. Este varía entre 0 y 1. Frecuentemente se refiere a la blancura de una superficie, donde 0 significa negro y 1 significa blanco. Las superficies claras tienen valores de albedo superior a las oscuras y las brillantes más que las mates.

El albedo medio de la tierra es del 37- 39% de la radiación que proviene del sol, si la tierra tuviera un albedo alto, esta se enfriaría, porque la luz (radiación) absorbida y aprovechada para calentarlo es mínima. Por el contrario, un albedo bajo calienta el planeta, porque la mayor parte de la luz es absorbida por el mismo.

En el sector de estudio tanto la nieve como las nubes son de color blanco y brillante, lo que puede interpretar una confusión entre ellas, y se traduce en un gran problema en la estimación de la cubierta nival. Otro importante factor es las sombras de las montañas, la que depende principalmente de la ubicación del sensor respecto a la posición del sol. En tales casos es muy difícil discriminar entre cobertura de nieve bajo sombras de montaña, de áreas desprovistas de nieve. (Espinoza Aburto, 2015)

2.9. Factor NDSI

Unas de las técnicas de teledetección desarrolladas permiten solucionar estos problemas, como es el Índice Normalizado de Diferenciación de nieve o en sus siglas en inglés NDSI (Normalized Difference Snow Index). Este está definido como la diferencia de reflexión observada en una banda visible, usualmente la banda verde que en MODIS corresponde a la banda 4 y la banda infrarroja de onda corta, que en MODIS pertenece a la banda 6 dividido por la suma de las dos reflexiones, esta es expresada en la siguiente fórmula:

$$\text{NDSI} = (\text{Band4} - \text{Band6}) / (\text{Band4} + \text{Band6})$$

El producto MODIS utilizado para este estudio ya contiene el cálculo NDSI ya resuelto en la imagen generado por el Centro Nacional de Datos de Hielo y Nieve (NSIDC), estas imágenes contienen este dato en porcentaje %, por lo cual, es mucho más factible realizar la observación entre la cobertura nival versus la cobertura nubosa. (Cartes Valdivia, 2009)

3. METODOLOGÍA

Anteriormente en el marco teórico se explicó la ecuación del modelo SRM, el cual requiere de varias entradas estáticas como el área de la cuenca, hipsometría de las subcuencas; así como también de valores dinámicos de datos entre los que destacan: Temperatura del aire, precipitaciones líquidas, coberturas nivales. Para las entradas estáticas se requiere del uso de software GIS, este utiliza información satelital para el diseño del modelo que entregara los datos hipsométricos además del área total de estudio.

Uno de los valores necesarios para el estudio es el área completa de la cuenca, aunque este dato debe ser desde el punto donde se realiza la medición de caudal hasta el lugar más alto de la cuenca, para esto utilizamos un modelo de elevación digital, en el caso de este estudio se utilizó el modelo ALOS Palsar.

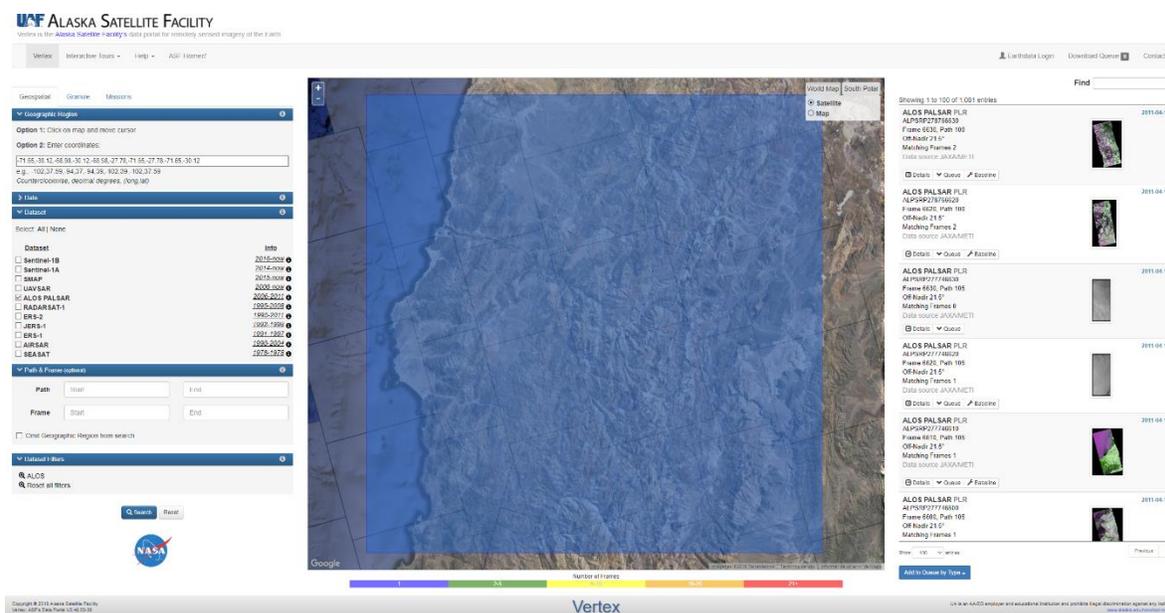


Figura 14 Descarga de 8 imágenes del satélite ALOS Palsar

3.1. Área de estudio

Desde la web de Alaska Satellite Facility (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) se descargan 8 imágenes satelitales, estas contienen un modelo de elevación digital en formato raster con una resolución de 12,5 metros por pixel, la que es suficiente para la precisión del modelo. Estas imágenes deben contener a toda el área de estudio para así realizar la modelación, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa el Modelo de elevación digital ya fusionado, luego de esto es necesario mediante el software GIS limitar la zona de estudio, en este caso se utiliza un procesamiento semiautomático que parte desde la altura en donde se encuentra la estación de aforo que mide el caudal, hasta el lugar más alto de la cuenca en la cual se está modelando. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa el límite inferior altitudinal, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** aparece toda la zona de estudio que abarca la cuenca de Huasco desde el embalse Santa Juana hasta el límite superior de la cuenca.

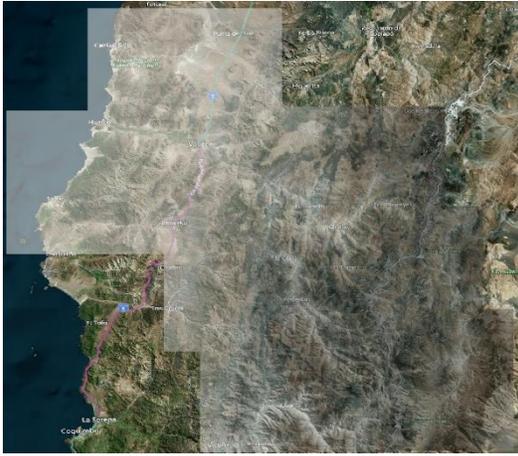


Figura 15 Unión de imágenes Raster ALOS Palsa.



Figura 16 Limitar cuenca hasta el punto donde se realizará el pronóstico en este caso la entrada al embalse.

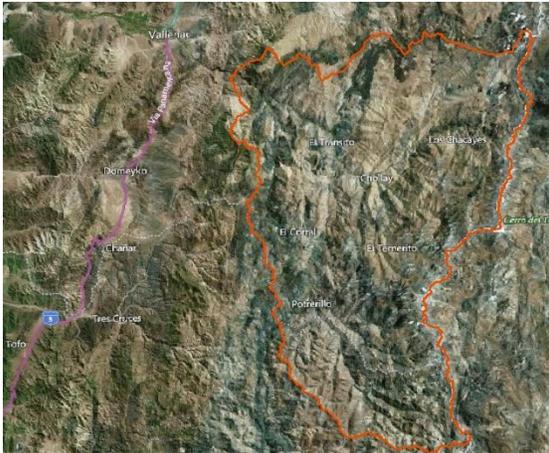


Figura 17 Limitar de manera semi-automática la cuenca.

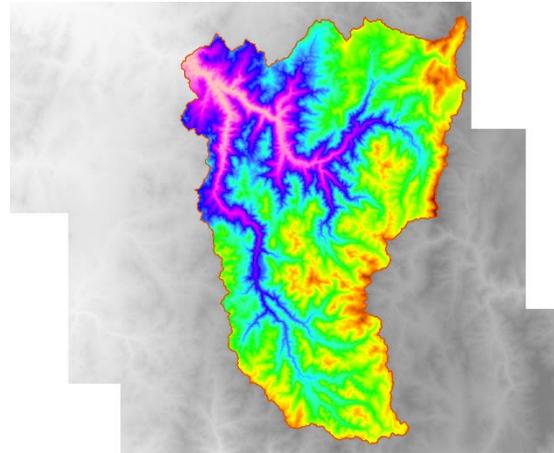


Figura 18 Extraer el Modelo Digital de Elevación.

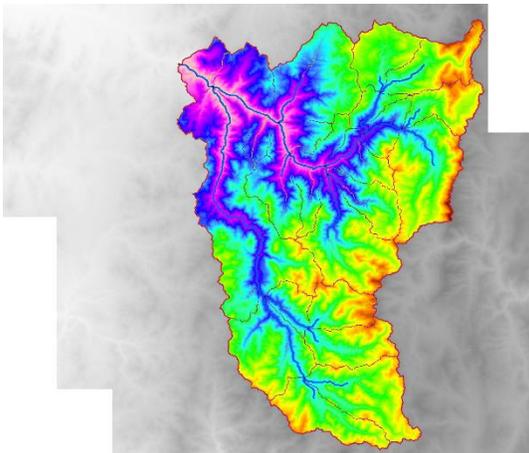


Figura 19 A través del Modelo de Elevación Digital, obtener información de subcuencas.

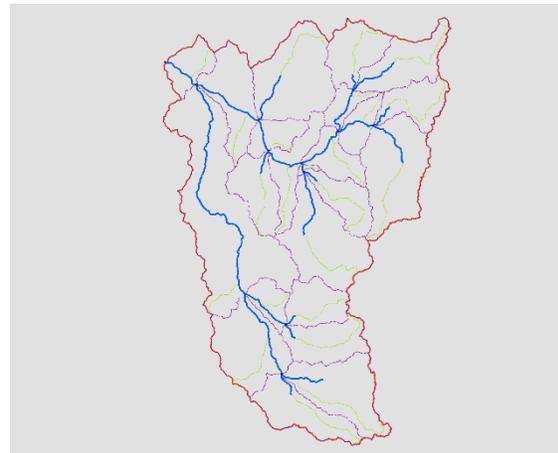


Figura 20 Modelo cuenta con la información de hipsometría, redes de drenaje y límites de subcuencas.

Con estos datos se procede a la modelación de la zona de estudio, se observan estos pasos (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), el cual parte con la extracción del área de estudio del archivo raster DEM, diseño de redes de drenaje, la fragmentación de este archivo en subcuencas, y creación de archivos vectoriales con las áreas de las subcuencas.

3.2. Hipsometría

El modelo SRM requiere de la hipsometría de la cuenca, para lo cual es necesario nuevamente del uso del modelo de elevación digital. El modelo en un principio nos entrega la hipsometría, la cual contiene la relación entre la altura de la cuenca y el área que contiene esta última, en la figura se observa esta relación en base a altura y el área acumulada en %.

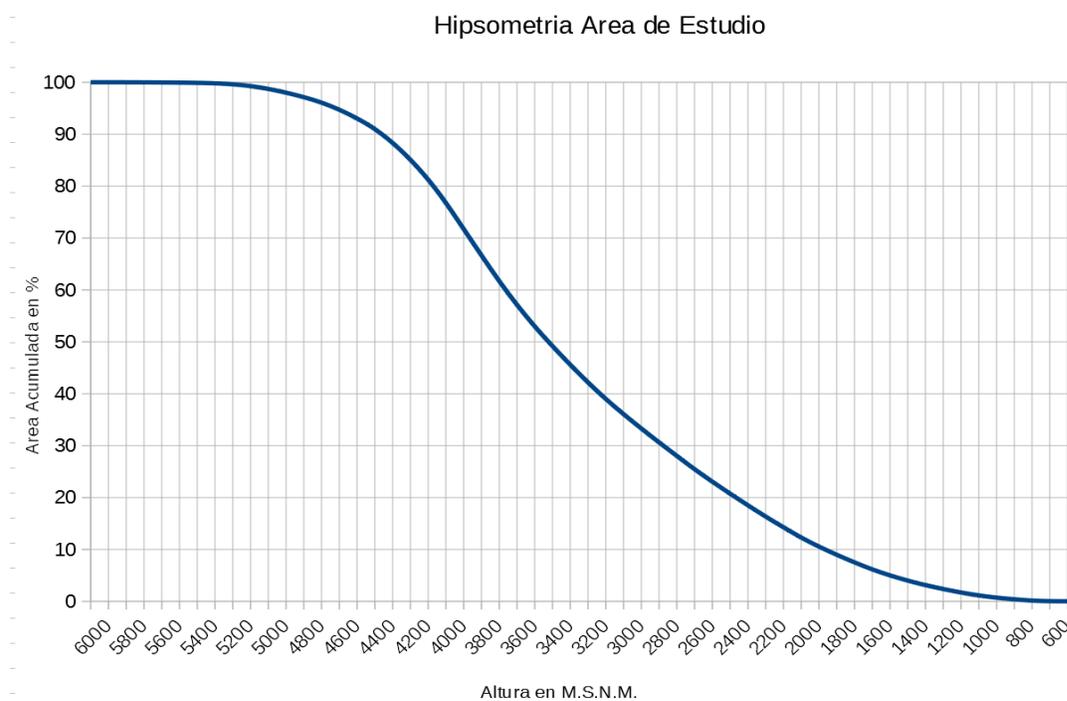


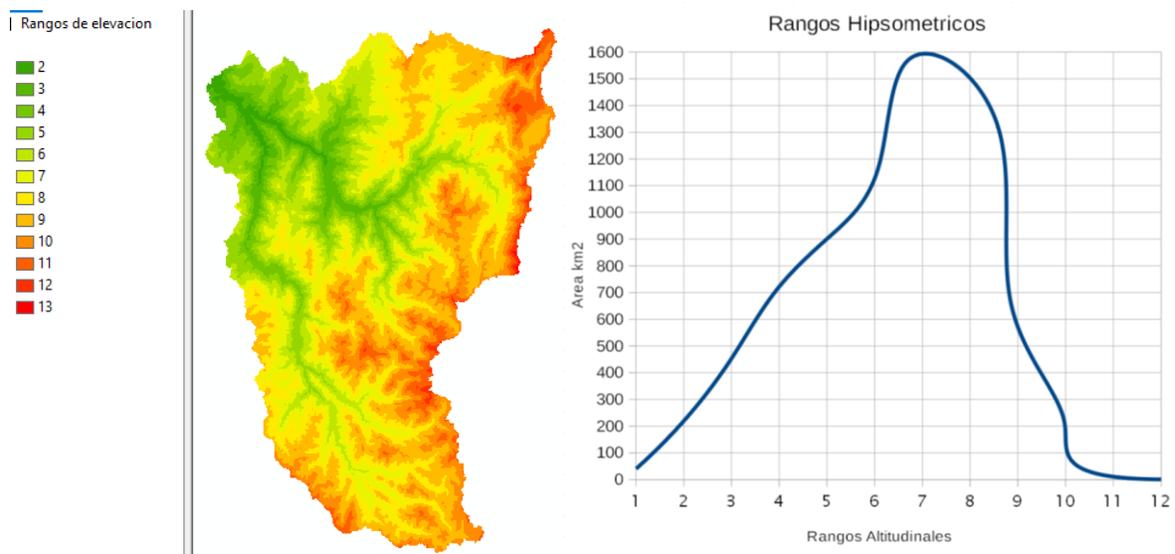
Figura 21 Curva Hipsométrica de la cuenca.

El modelo requiere del área de la cuenca en fracciones de 500 metros de altura, debido a que nuestra cuenca contiene elevaciones desde los 500 hasta los 6.100 m.s.n.m., ésta ha sido

separada en varios rangos. Utilizando álgebra de mapas con el archivo DEM de la cuenca se utilizó la siguiente ecuación.

$$\text{Altura} = \text{Entero}(\text{Pixel}/500)*500$$

Esta ecuación modifica la altura y divide el archivo DEM en 12 rangos altitudinales, cada uno de los cuales contiene un área específica y una altura determinada. En la figura 9 se observa el resultado de este procedimiento, un mapa con el resultado del álgebra de mapas, un gráfico de los rangos altitudinales vs el área de la cuenca, y una tabla con los resultados obtenidos.



Zona	Rango	Elevación media hipsométrica	Área acumulada	Área de la zona
1	691-1000	904	0,55	40,18
2	1001-1500	1303	3,55	219,19
3	1501-2000	1788	9,75	452,98
4	2001-2500	2270	19,63	721,85
5	2501-3000	2764	31,96	900,85
6	3001-3500	3272	47,38	1126,62
7	3501-4000	3776	69,19	1593,48
8	4001-4500	4208	89,76	1502,88
9	4501-5000	4686	97,58	571,34
10	5001-5500	5148	99,84	165,12
11	5501-6000	5616	99,99	10,96
12	6001-6179	6034	100,00	0,73

Figura 22 Información generada mediante álgebra de mapas, de las elevaciones hipsométricas y sus respectivas áreas.

3.3. Factor Grados Día

El factor grado día relaciona el derretimiento de la nieve con la temperatura y la densidad de nieve, Nasa junto a CIREN [J. Ely. 2014] desarrollaron un modelo de grados día para la Región de Atacama, utilizando escasos datos que abarcan de 1974, se pudo estimar un modelo en base a una ecuación polinómica que entrega el valor de grados día para todos los días del año. En la figura se muestra el factor grados día para cada día del año.

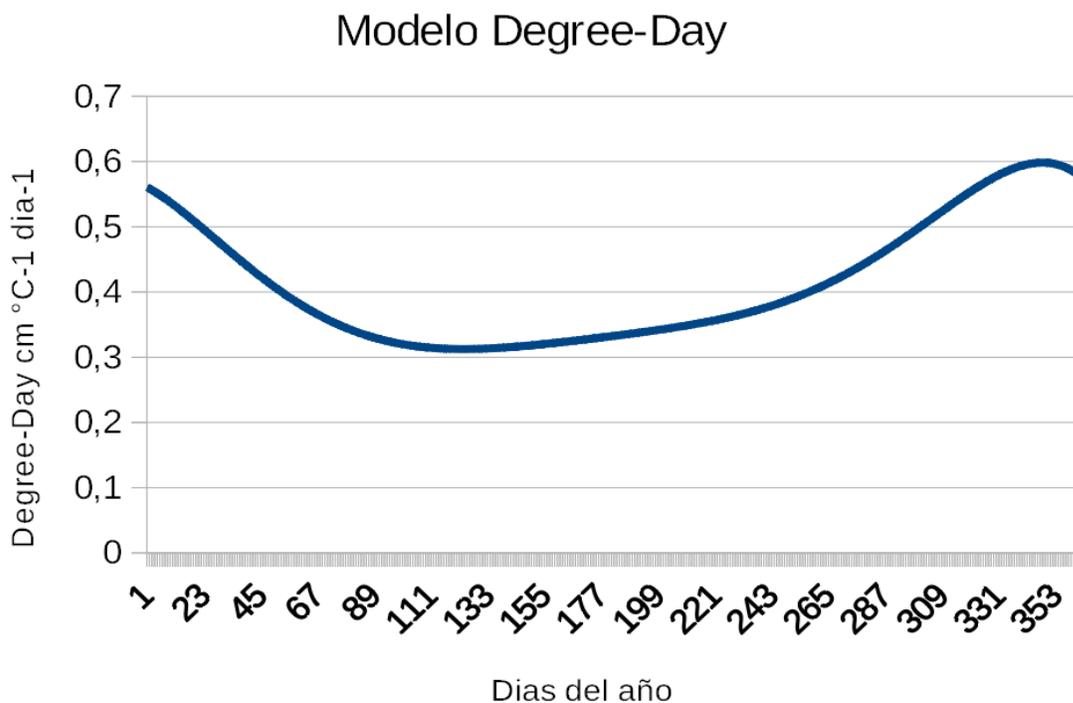


Figura 23 Factor grados día de cada día del año, se aprecia que en meses estivales la fusión es mayor debido a la temperatura de la temporada.

3.4. Variables dinámicas

Las variables anteriormente mostradas contienen datos de áreas, alturas hipsométricas, y el factor grado día, siendo estos valores estáticos en el caso de las primeras dos, y diaria para el caso del último, sin embargo, estos datos no contienen información actualizada para la entrada de datos del modelo SRM. Los datos diarios y continuos necesarios para éste son: Caudales, temperatura del aire, área cubierta de nieve, y precipitaciones líquidas, por lo que estos datos se extraen de la siguiente forma.

Los datos de temperatura y caudales son obtenidas a través de la información de la Dirección general de aguas y luego de la Junta de Vigilancia del Río Huasco (ver marco teórico), estos datos están ordenados y tabulados para la realización del modelo SRM, sin embargo la información satelital debe ser modificada para su carga, ya que estos datos contienen en general más información de la que uno necesita, tanto en la dimensión de unidades como en el espacio en el cual están emplazadas, mediante software GIS es posible adecuar este tipo

de información para que sea utilizable por el modelo, a continuación se explican los pasos para la extracción de información satelital a el modelo SRM.

3.4.1. Cobertura nival

Para obtener datos diarios de la superficie cubierta de nieve que se genera en el área de estudio utilizamos dos satélites de la NASA llamados TERRA y AQUA, los cuales contienen al sensor MODIS a bordo de este, que detecta el tipo de albedo necesario para la detección de nieve. Debido a que este sensor obtiene muchos tipos de datos, se utilizará un producto elaborado por el Centro Nacional de Datos de Hielo y Nieve (NSIDC por sus siglas en inglés). Los productos que se usarán para obtener la superficie cubierta de nieve son: MOD10A1 MODIS/Terra Snow Cover Daily L3 Global 500m SIN Grid V006 además de MYD10A1 MODIS/Aqua Snow Cover Daily L3 Global 500m SIN Grid V006. Para la recopilación de las imágenes satelitales se realizó la descarga de las imágenes MODIS procesadas por la NSIDC, estas se encuentran disponibles en la web de la NASA llamada: Reverb (reverb.echo.nasa.gov) que requiere cierta información para poder entregarnos el producto, en este caso serán las coordenadas de la imagen, que para nuestro caso son MODIS Tile SIN h11v11, para la descarga se utiliza un software de descarga automática.

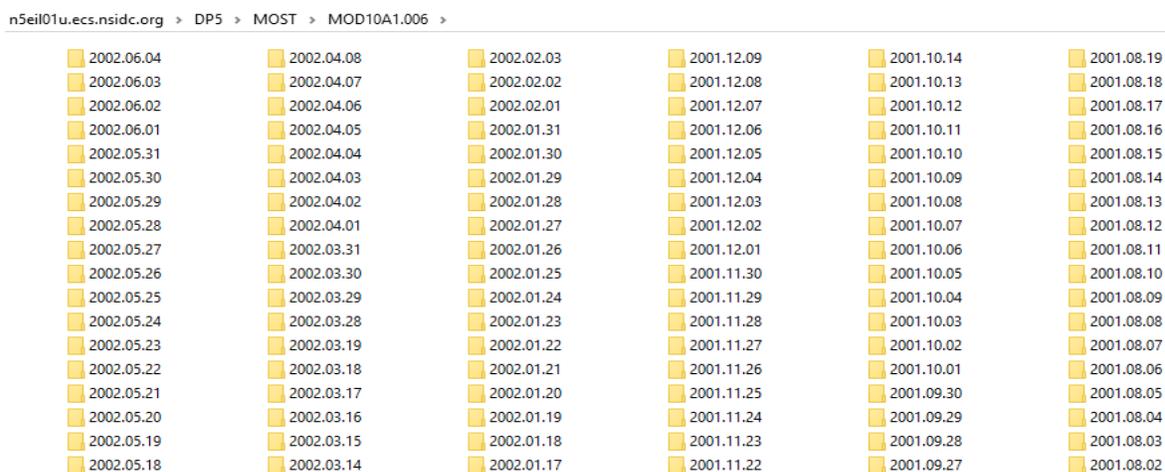


Figura 24 Imágenes descargadas desde <https://n5eil01u.ecs.nsidc.org/DP5/MOST/MOD10A1.006/>, y <https://n5eil01u.ecs.nsidc.org/DP5/MOSA/MYD10A1.006/>, mediante software automatizado.

El sistema de coordenadas de los archivos HDF-EOF utilizado por el sensor MODIS, es llamado “MODIS Sinusoidal Grid”. Este sistema está organizado en cuadrículas. El intervalo

0 a 35 para las cuadrículas horizontales y 0 a 17 para las verticales. En la figura 3.1-1, podemos ver que la región de Atacama completa se encuentra en la coordenada MODIS Tile SIN h11v11.

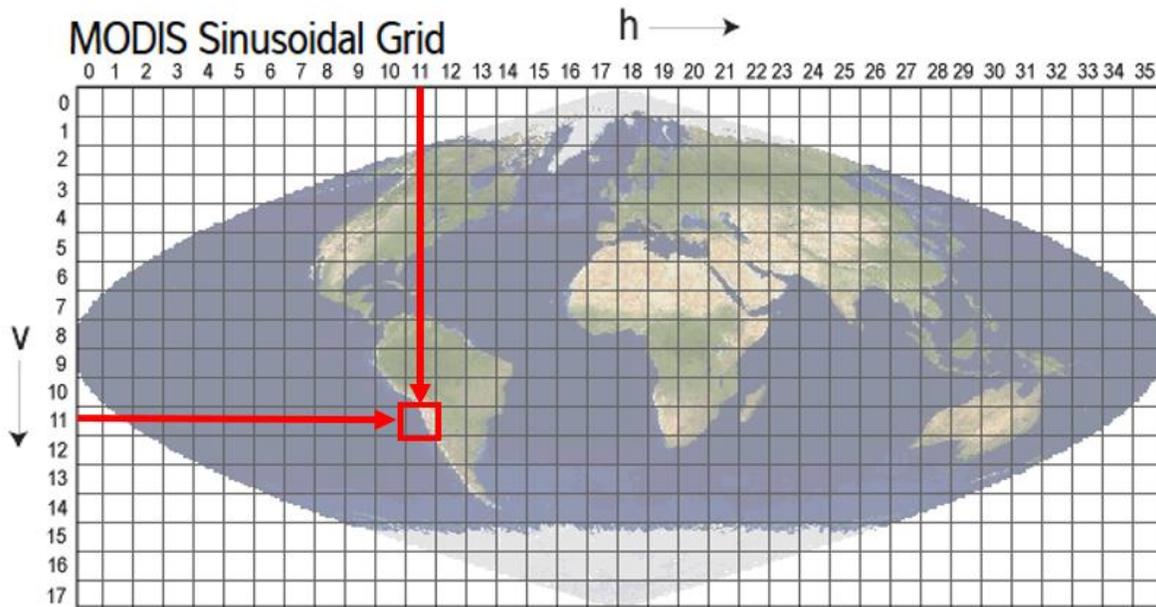


Figura 25 Cuadrado seleccionado corresponde a la imagen utilizada en el estudio cuya coordenada es h11v11.

Luego de obtener las imágenes para el estudio se procede a la realización de 3 pasos: cambio de Datum sinusoidal MODIS TILE SIN a WGS84 zona 19 sur, Eliminar datos que se encuentren fuera a la cuenca, y finalmente eliminar pixeles fuera del factor NDSI como suelo descubierto, nubes, y otros.

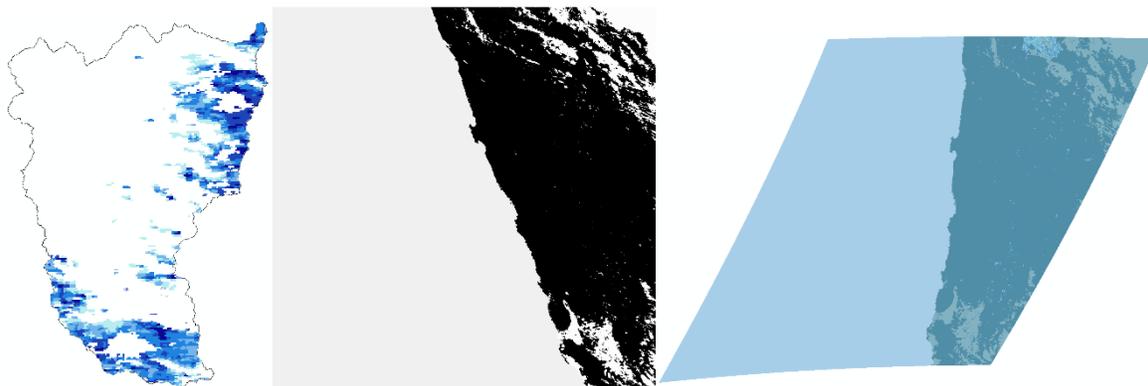


Figura 26 Extracción de información de la cobertura nival para el área de estudio, desde una imagen MODIS a una imagen con el área de la nieve en un día determinado.

Luego de realizar esto a cada una de las imágenes, aproximadamente 12.000 y contando, estos datos son acoplados a la información de altura y luego divididos por el área total de ese segmento de la cuenca para luego ser transformados de información vectorial a hoja de cálculo generando una tabla con datos tabulados diarios.

Tabla 3.1. Ejemplo de los datos de la cobertura nival para determinados días del año 2000, cada fila representa un día definido y las columnas "500" a "6.000" representan los rangos altitudinales del área de estudio, siendo sus valores el cociente entre el área total de ese rango altitudinal.

ano	díaj	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
2000	55				0,20	0,83	0,43	0,62	0,88	2,34			
2000	56									0,78	1,57		
2000	57						0,25			0,53	1,49		
2000	58								0,19	0,65	0,47	0,22	
2000	59										1,70		
2000	60										1,34		
2000	61										1,45	0,23	
2000	62										1,40	0,24	
2000	63										1,75		
2000	64										1,40	0,25	
2000	65										1,69		
2000	66										1,45	0,23	
2000	68										1,46	0,26	
2000	69				0,94	0,29	0,25		0,22	0,26	0,95	0,25	
2000	70					0,18		0,23	0,67	0,37	1,38		
2000	71				0,25				0,58	0,84	1,20		
2000	73								0,50		1,55		
2000	74										1,59		
2000	77								0,25	0,82	1,00		
2000	78								0,25	0,40	0,97	0,28	
2000	79										1,71		
2000	80						0,43	0,36	0,71	0,57	0,80		
2000	81										1,68		
2000	82										1,67		
2000	83										1,03		
2000	84										1,59		
2000	85										1,39	0,25	
2000	86										1,82		
2000	87										1,37	0,22	
2000	88										1,65		
2000	89									0,22	1,62		

3.4.2. Precipitaciones

Los datos de las precipitaciones son obtenidos de dos fuentes distintas, la primera de ellas se encuentra en las estaciones meteorológicas de la Dirección General de Aguas, la cual realiza un registro diario de ellas y la segunda es a través de los satélites, en el marco teórico se nombran 2 fuentes de información, TRMM para años anteriores al 2014 y GPM para años posteriores. Gracias a la NASA es posible encontrar este tipo de información en un formato similar, lo que permite realizar sólo un logaritmo para el procesamiento de ambos, siendo similar al de MODIS, cambio de Datum, extracción de información de la cuenca, generar estadística y acoplar la información en una planilla de calculo

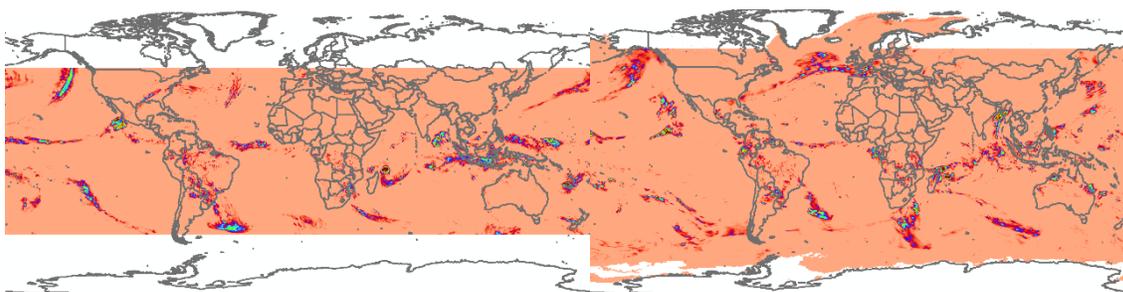


Figura 27 A la izquierda imagen GPM y a la derecha imagen TRMM, ambas entregan valores de precipitación su diferencia es la resolución espacial y temporal.

Finalmente, mediante un software son acoplados todos los datos en una hoja de cálculo con excepción de los valores de ajuste del modelo que son los coeficientes de escorrentía tanto nival como pluvial, coeficientes de recesión, caudal base, y rango máximo de las precipitaciones líquidas (ver hipsometría), estos datos son cargados para generar el pronóstico. La mejor manera en encontrar estos valores es ajustando los errores de los caudales modelados vs los caudales reales, esto se hace mediante iteraciones en una hoja de cálculo a través de una serie de reglas que se les da a diferentes valores con el fin de disminuir al máximo la diferencia entre el caudal modelado y el caudal real.

4 CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS, ACTIVIDADES E INDICADORES.

Objetivo general:

Implementar laboratorio de investigación hidrológico para realizar pronósticos de caudales y monitoreo de la cuenca para el uso eficiente del recurso hídrico en la Provincia de Huasco.

- Específico N° 1: Analizar e interpretar la dinámica histórica y actual para predecir los futuros comportamientos hídricos de la cuenca del Río Huasco.

Término asociado a objetivo específico 1				
Descripción del término	Fecha de cumplimiento programada	Fecha a de cumplimiento real	Logrado (si/no)	Medios de verificación auditables
Implementación del laboratorio hídrico	Noviembre de 2017	Noviembre de 2017	Si	Orden de compra N° 006/2017 (gastos inversión, implementación y equipamiento / mobiliario para laboratorio)
Investigación en terreno de estaciones Fluviométricas	Noviembre de 2017	Noviembre de 2017	Si	Informe general mes de noviembre 2017

a utilizar de la DGA y JVRH				
--------------------------------	--	--	--	--

Análisis cualitativo del objetivo específico numero 1

Implementación del laboratorio hídrico

Se habilitó una sala en Universidad de Atacama Sede Vallenar en donde se modificó a comodidad de equipo de trabajo del “Laboratorio Hídrico”, albergando a 4 integrantes en el lugar. Asimismo, se instalaron los equipos computacionales necesarios para el cumplimiento del proyecto.

ITEM PRESUPUESTARIO GORE	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Gastos Inversión, Implementación y Equipamiento / Mobiliario para laboratorio	1	Código: 1129112. MESA - REUNION OVALADA FAST 180(120) X 90 X 75
Gastos Inversión, Implementación y Equipamiento / Mobiliario para laboratorio	1	Código: 1095661 SILLA - PACIFIC ALTO 62 X 62 X 63 CM
Gastos Inversión, Implementación y Equipamiento / Mobiliario para laboratorio	1	Código: 1095661 SILLA - PACIFIC ALTO 62 X 62 X 63 CM
Gastos Inversión, Implementación y Equipamiento / Mobiliario para laboratorio	1	Código: 1170244 ESTACIÓN DE TRABAJO - EN L LAMINADO - MELAMINA HAYA 1751 130 X 150 X 70/45 X 74 CM
Gastos Inversión, Implementación y Equipamiento / Monitor	1	Código: 1517321 MONITOR DELL U2717D, 27 PULGADAS UNIDAD
Gastos Inversión, Implementación y Equipamiento / Monitor	1	Código: 1517321 MONITOR DELL U2717D, 27 PULGADAS UNIDAD
Gastos Inversión, Implementación y Equipamiento / Computador de escritorio	1	Código: 1520519 . DESKTOP DELL PRECISION TOWER 3620 / INTEL CORE I7-7700K/ 64GB RAM/ 1TB SSD/ WIN 10 PRO UNIDAD

Gastos Inversión, Implementación y Equipamiento / Computador de escritorio	1	Código: 1520463 . DESKTOP DELL OPTIPLEX 7050 SFF / INTEL CORE I7-7700/ 16GB RAM/ 256GB SSD + 1TB SATA/ WIN 10 PRO UNID
--	---	--

Gastos Inversión, Implementación y Equipamiento / Notebook	1	Código: 1389102 . LAPTOP DELL PRECISION MOBILE 3520/INTEL CORE I7-7820HQ/32GB RAM/512GB/WIN10 PRO UNIDAD
Gastos Inversión, Implementación y Equipamiento / Impresora láser color	1	Código: 1290635 . IMPRESORA LÁSER HP PRO 400 COLOR M452DW UNIDAD
Gastos de Operación / Insumos computacionales	1	Código: :1179280 NAS WESTERN DIGITAL MY CLOUD 3TB UNIDAD
Gastos de Operación / Insumos computacionales	1	Código: SSD CRUCIAL MX300 1TB 2.5" UNIDAD
Gastos de Operación / Insumos computacionales	1	Codigo:1258241 KIT MOUSE Y TECLADO MICROSOFT WIRED DESKTOP 600 UNCodigoAD
Gastos de Operación / Insumos computacionales	1	Codigo:1258241 KIT MOUSE Y TECLADO MICROSOFT WIRED DESKTOP 600 UNIDAD
Gastos de Operación / Insumos computacionales	1	Codigo:1427539 CABLES Y CONECTORES LENOVO ADAPTADOR HDMI A VGA UNIDAD
Gastos de Operación / Insumos computacionales	1	Codigo:1427539 CABLES Y CONECTORES LENOVO ADAPTADOR HDMI A VGA UNIDAD
Gastos de Operación / Insumos computacionales	1	Codigo:1072792 ROUTER LINKSYS EA4500 DUAL-BAND N900 WITH GIGABIT AND USB UNIDAD

Adquisición de plotter para el Laboratorio Hidrico

ITEM GORE	PRESUPUESTARIO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Gastos Inversión, Implementación y Equipamiento		1	PLOTTER HP T520 36-IN UNIDAD
Plotter			

Investigación en terreno de estaciones Fluviométricas a utilizar de la DGA y JVRH

Se realizó una descarga de datos meteorológicos masiva desde el año 2000 a 2018 de temperatura y precipitaciones extremas diarias de la estación El Tránsito perteneciente a la Dirección General de Aguas (DGA), cuya codificación según la DGA es 03806002-3. Esta estación está ubicada en las coordenadas UTM Este 374948 y norte 68805357 (WGS 1984 - 19S), a 1.100 m s.n.m, en la localidad de El Tránsito, en la comuna de Alto del Carmen, en la sub cuenca 0380.

Para los datos de caudales medios diarios se obtuvieron de dos fuentes, la estación Santa Juana en Algodones (codificación DGA 0382001-1) y la Estación Río Huasco en Santa Juana, perteneciente a la Junta de Vigilancia del Río Huasco, por lo cual se complementaron debido a los escasos de datos de la primera.

La Estación Río Huasco en Santa Juana, perteneciente a la Junta de Vigilancia del Río Huasco se encuentra ubicada en las coordenadas UTM Este: 339120 y Norte: 6827205 (WGS 1984, 19 S), a 575 m s.n.m , en el afluente de entrada del Embalse Santa Juana, en la comuna de Vallenar, subcuenca 0382. Los datos obtenidos de esta estación de monitoreo son desde el 1 de enero del 2013 hasta el 31 de marzo del 2018., dicha estación carece de datos anteriores a la fecha antes mencionada.

La Estación Santa Juana en Algodones (codificación DGA 0382001-1) perteneciente a la Dirección General de Aguas, se encuentra ubicada en las coordenadas UTM Este: 352856 y Norte: 6820890 (WGS1984, 19 S), a 750 m s.n.m. Se decidió utilizar esta estación para complementar datos de la estación Santa Juana en Algodones ya que es la más cercana que cuenta con los datos necesarios. Se utilizaron datos desde el 1 de enero del 2000 al 31 de

diciembre del 2012, al ser una estación que no se encuentra vigente, no se ha podido utilizar datos hasta el año actual.

Específico N°2

- Aumentar cobertura de datos a red de monitoreo ya existente implementando 2 estaciones de monitoreo satelital ubicadas en alta cordillera para conocer los espesores de nieve, velocidad, orientación del viento y temperaturas presentes a distintas alturas en la cuenca del Río Huasco.

Término asociado a objetivo específico 2				
Descripción del término	Fecha de cumplimiento programada	Fecha a de cumplimiento real	Logrado (si/no)	Medios de verificación auditables
Compra e instalación de estaciones meteorológicas.	Noviembre de 2017 a febrero 2018	Diciembre de 2018	Si	<ul style="list-style-type: none"> - Ord. N°7 Solicita compra de estaciones meteorológicas a través de licitación. - Ord. N°59 Remite Acta de recepción conforme por adquisición e instalación de 02 estaciones meteorológicas - Evidencia de terreno

				- Solicitud de viáticos
--	--	--	--	-------------------------

Análisis cualitativo del objetivo específico numero 2

Compra e instalación de estaciones meteorológicas.

Entre el 10 y 18 de diciembre de 2018, se instalaron dos estaciones meteorológicas de alta tecnología en los sectores cordilleranos de la Provincia de Huasco. Estas estaciones lograrán obtener datos que permitirán realizar una observación permanente, logrando medir humedad del aire, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, temperatura y conductividad de permafrost, radiación solar, altura y densidad de nieve.

Las estaciones fueron instaladas en el sector Potrerillos y Barriales, sector escogido luego de un estudio que contempla más de dos décadas de datos y rectificadas en campañas de terreno, representando de esta manera la subcuenca El Carmen y El Tránsito.

Esta instalación cumple el objetivo específico N°2 del Laboratorio Hídrico de la Provincia del Huasco, correspondiente al Fondo de Innovación a la Competitividad año 2016.

La instalación no fue fácil, pues instalar este equipamiento en sectores de gran altitud conlleva una gran dificultad y requiere de un trabajo logístico intenso, el cual también fue complementado con un trabajo de gestión para poder realizar esta labor, acompañado además por el científico Dr. Balázs Nagy, Profesor del Departamento de Física y Geografía de Eötvös Loránd University, Hungría y el apoyo de la Junta de Vigilancia del Río Huasco y sus Afluentes, se puede observar en la siguiente figura 28 la instalación.

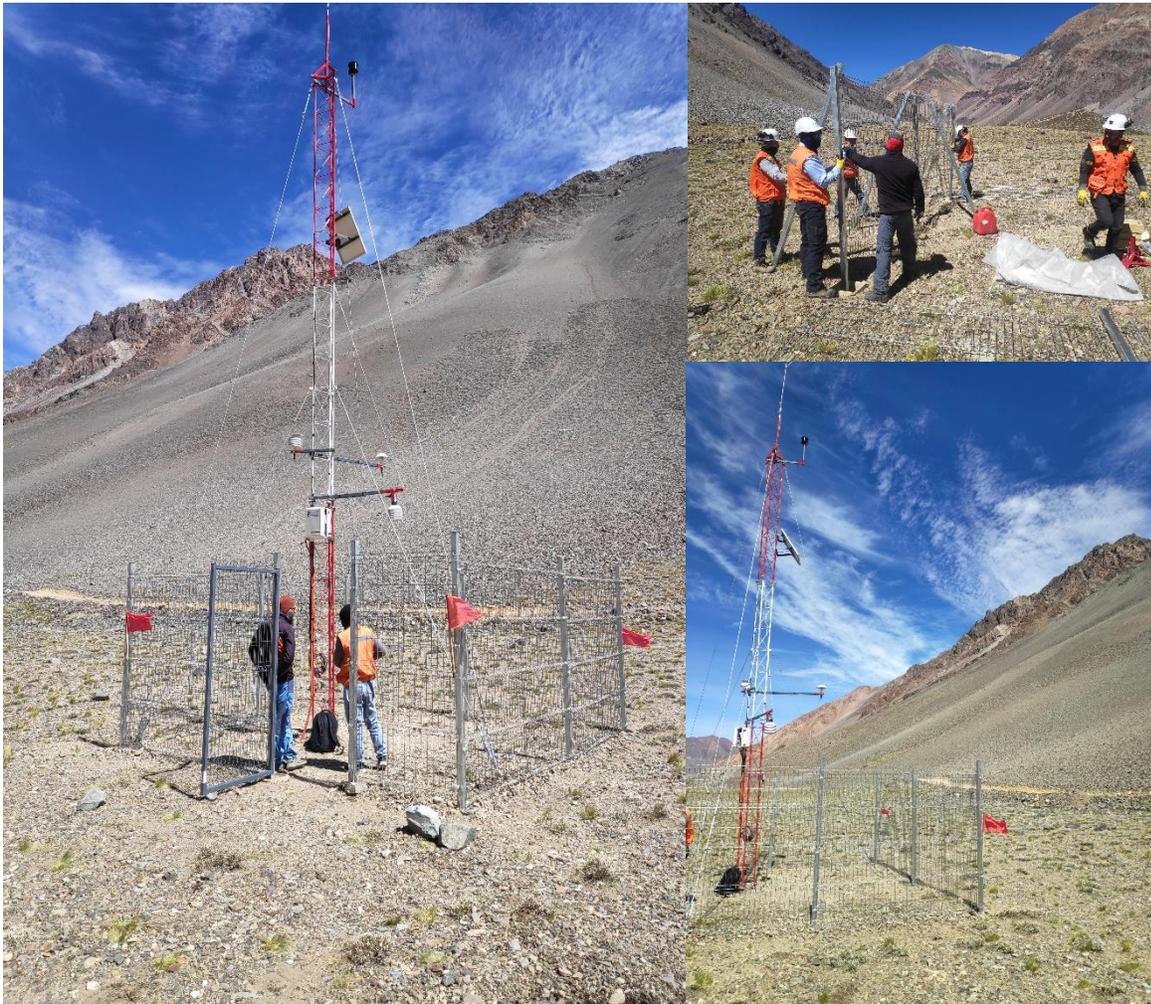


Figura 28 Instalación de estaciones Meteorológicas en la Cuenca del Río Huasco.

Específico N°3

Mediante la obtención de información satelital diaria (NASA) y estaciones nivales de monitoreo, realizar un modelo volumétrico de los recursos hídricos aportados por las precipitaciones nivales para estimar volúmenes venideros.

Termino asociado a objetivo específico 2				
Descripción del termino	Fecha de cumplimiento programada	Fecha a de cumplimiento real	Logrado (si/no)	Medios de verificación auditables
Unificación de datos geográficos de terreno y de sensores remotos satelital.	Febrero, marzo, abril de 2018	Febrero, marzo, abril de 2018	SI	<ul style="list-style-type: none"> - Base de datos descargados de los servidores de la NASA. - Lote de imágenes satelitales. - Modelos Volumétricos de recursos hídricos - Informe general enero 2018 - Masters generados por SRM

Análisis cualitativo de avance del objetivo específico N°3

Proceso y Resultado

Imágenes satelitales descargadas

Se descargaron mediante un script de programación alrededor de 13.719 imágenes del sensor MODIS, en donde 6.863 pertenecen al satélite Aqua y 6.856 al satélite Terra, estas imágenes posteriormente fueron procesadas para la obtención del contenido nival de la cuenca del río Huasco.

Las imágenes satelitales obtenidas, corresponden al periodo 2000 – 2017 en donde se les realizó a cada una de ellas, un procesamiento mediante un software de sistema de información geográfica para obtener el promedio anual de todo este periodo, concluyendo así con un solo archivo (Archivo RASTER) el cual nos entrega el promedio anual de cobertura nival de las Subcuenca El tránsito y Subcuenca El Carmen, tal como se muestra en la siguiente figura.

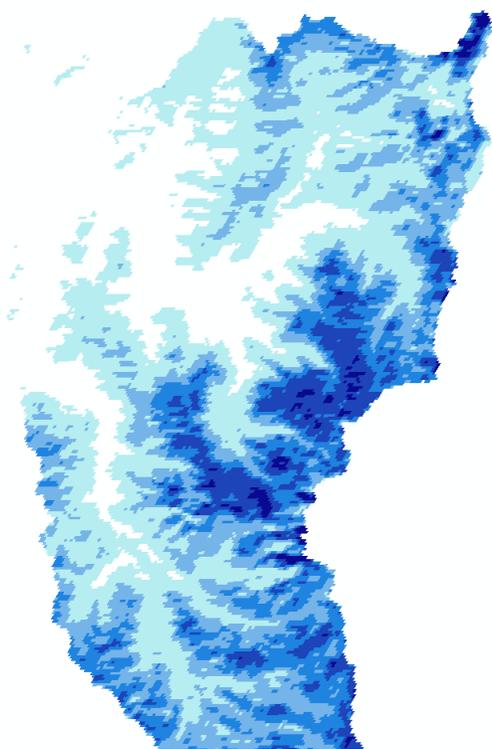


Figura 29 Cantidad de precipitación nival presente en la cuenca del Río Huasco.

En la siguiente imagen, es posible identificar las zonas con más acumulación de nieve durante 17 años, correspondiente a la Subcuenca el tránsito y la Subcuenca el Carmen, además es importante detallar que en las zonas de mayor altitud geográfica (4200 a 5300 m.s.n.m) se encuentran pequeñas pero importantes áreas de cobertura nival, a diferencia de las zonas bajas, entre los 1100 a los 3000 m.s.n.m, con un promedio anual de

Este modelo nos ayudara a

conocer cómo se comporta el clima y su precipitación nival en la cuenca, al tener 17 años de

datos, es posible realizar correlaciones para así identificar cual fue el año con mejor nieve o que años se correlaciona con el actual.

Al ser descargadas, se realizó un procesamiento con un software de sistema de información geografía, en donde se enmarco la zona de estudio, se cortó la imagen de nuestro interés y finalmente realizar los análisis del contenido nival de la cuenca del Huasco.

Estos datos son utilizados para el pronóstico de precipitación nivales futuras, ya que es posible realizar directamente correlaciones entre los datos de las imágenes.

Específico N° 4

Generación de una base de datos en un Sistema de Información Geográfico (GIS), correspondiente a la información temporal y espacial disponible tanto en imágenes satelitales como en estaciones de monitoreo existentes en la zona y nivales propias del proyecto, para realizar pruebas de correlación con sus variables, para así obtener un mejor pronóstico.

(pantallazo de un master, prácticamente es el SRM)

Con los datos obtenidos mediante las imágenes satelitales descargadas, se realizó una base de datos en un software de sistema de información geografía, obteniendo los siguientes tipos de datos:

- 1- Modelo volumétrico de recursos hídricos sólidos en un periodo de 17 años
- 2- Modelo de orientación de laderas
- 3- Modelo de inclinación de laderas
- 4- Promedios de cobertura nival en la zona de estudio

Modelo volumétrico de recursos hídricos solidos

Para la obtención de este producto, se descargaron un conjunto de imágenes del sensor MODIS perteneciente a los satélites Terra y Aqua, proveniente de los servidores de la NASA, logrando conseguir datos de nieve precipitada desde el año 2000 a 2017.

Modelo de orientación de laderas

Se utilizaron los mismos datos geospaciales (RASTER) para la elaboración del producto, este se creó con la finalidad de conocer los grados en donde se dirigen las laderas, para así tener como resultado donde se ubicarán o ubican los mantos nivales y cuál sería su respectiva orientación.

Como parte del resultado, este producto nos responde a la interrogante ¿Por qué los mantos nivales de las laderas del lado sur, se entienden por muchos más tiempos que las del lado norte?, bueno, esto más que nada por los vientos que circulan en la cuenca en diferentes direcciones, pero el más común es el oeste a Este, por otra parte, la producción de sombra creada por los cerros.

Modelo de inclinación de laderas

Se realizó un modelo de inclinación de laderas para la cuenca en cuestión este producto nos da conocer la inclinación en grados de cada ladera de la cuenca, esto nos ayudara a identificar las posibles zonas de avalanchas (10° - 25° de inclinación)

Promedio de cobertura nival en la zona de estudio

Específico N°5

- Realizar comparativa de Pronóstico de caudales con variadas metodologías incorporando el uso de Redes Neuronales Artificiales, modelo SRM (Snow Runoff Model, NASA DEVELOP) y métodos estadísticos convencionales, para la generación de un pronóstico certero que se ajuste a las distintas eventualidades que se presenten en la Provincia del Río Huasco.

4. PRINCIPALES LOGROS Y RESULTADOS

4.1. Pronóstico de Caudales

Para la generación de pronóstico se utilizaron datos desde enero 2017, hasta el mes de junio del 2019, para finalmente obtener caudales de los meses de julio, agosto y septiembre del 2019.

Para este estudio se pronosticó caudales integrando un margen que fue nombrado como mínimo y máximo posible, los cuales corresponden al caudal al 90% y caudales al 110%, utilizando la siguiente fórmula:

$$Q_{MAXc} = Q_{Pronosticado} * 0.1 + Q_{Pronosticado}$$

$$Q_{MiNc} = Q_{Pronosticado} * 0.9$$

La simulación de caudales se encuentra presente en la siguiente **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, donde indica una leve disminución de caudal en los meses de julio, agosto y septiembre.

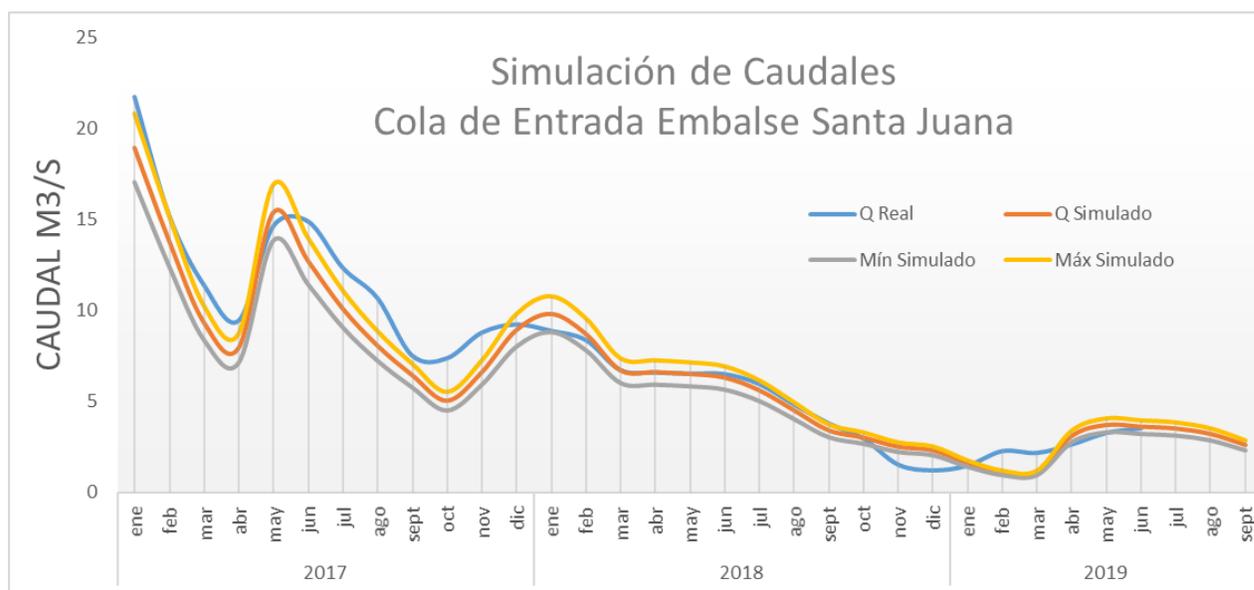


Figura 30 Simulación de caudales

Los caudales simulado y real tienen diferencias en temporadas, donde se ajustan de distinta manera, en los meses de enero y febrero de 2018 tiende a subestimar y entregar caudales bajo lo esperado, ajustándose de mejor manera en los meses de marzo a septiembre de 2018 para los meses de noviembre y diciembre sobreestimar el caudal, los meses de enero a marzo del 2019 el pronóstico subestimó el caudal, para ajustarse en el trimestre de abril-junio tal como se puede apreciar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**



Figura 31 Comparación de los caudales real y simulado desde enero del 2017 a junio del 2019.

En la siguiente figura 32 se puede observar el comportamiento de caudales Simulados y Reales, estos tienen una correlación, donde se indica que en la mayoría de los casos el modelo tiende a subestimar los valores y solo puntualmente en algunos valores a sobreestimar caudales, lo cual es muy importante a la hora de toma de decisiones, debido a que una subestimación con márgenes moderados permite una buena planificación, caso contrario si el modelo sobreestimara en todos los casos.



Figura 32 Comportamiento de caudales, donde A es caudal simulado y B caudal real.

La correlación existente entre los caudales simulados y real desde enero del 2017 a junio del 2019 se ve reflejada en la figura con un 95%

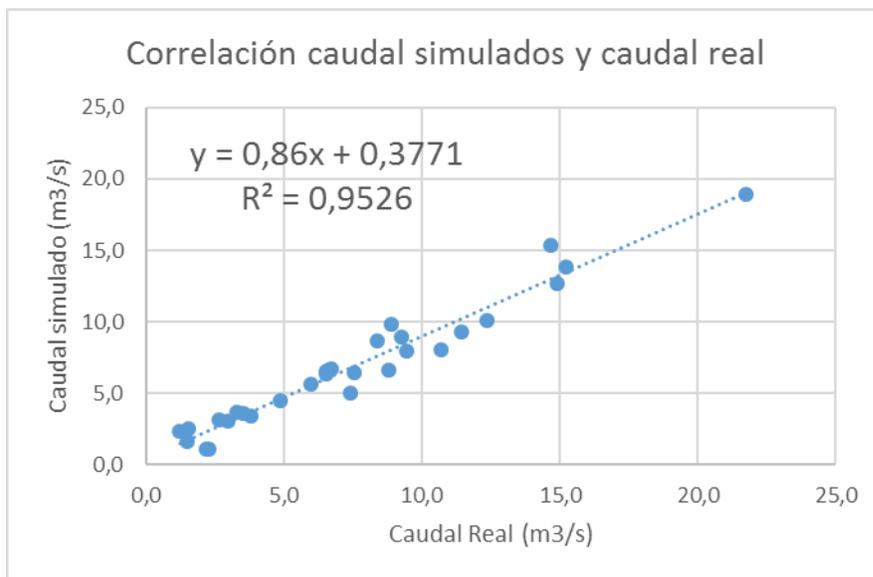


Figura 33 Correlación entre caudal real y simulado desde enero de 2017 a junio del 2019.

Tabla 2. Tabla caudales reales y pronosticados, junto a sus máximas y mínimas pronosticadas en m³/s.

Año	Mes	Caudal Pronosticado	Caudal Real	Mín. Caudal Pronosticado	Máx. Caudal pronosticado
2018	jul	5,6	6,0	5,0	6,2
	ago	4,5	4,9	4,1	5,0
	sept	3,4	3,8	3,1	3,7
	oct	3,0	3,0	2,7	3,3
	nov	2,5	1,6	2,3	2,8
	dic	2,3	1,2	2,1	2,5
2019	ene	1,6	1,5	1,4	1,8
	feb	1,1	2,3	1,0	1,2
	mar	1,1	2,2	1,0	1,2
	abr	3,1	2,7	2,8	3,4
	may	3,7	3,3	3,3	4,1
	jun	3,6	3,6	3,2	4,0
	jul	3,5		3,2	3,9
	ago	3,2		2,9	3,5
	sept	2,6		2,3	2,9

En la figura 34 se aprecia la distribución porcentual de caudales simulados desde julio del 2018 a junio 2019.

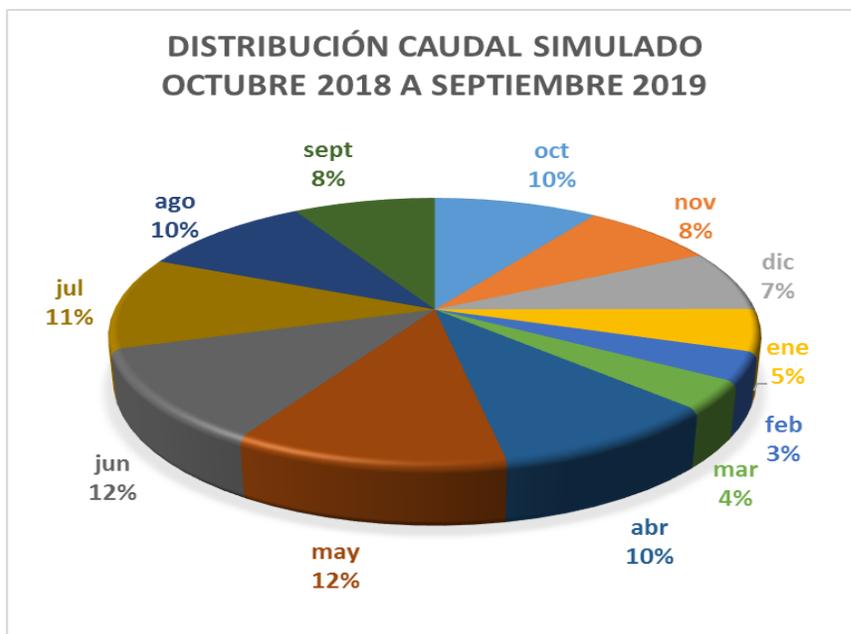


Figura 34 Distribución de caudales pronosticados desde julio 2018 a junio 2019.

Tal como se aprecia en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, durante el transcurso de los meses simulados octubre del 2018 tuvo un 10% de la distribución total del caudal simulado, fue decayendo en los siguientes meses con 8% en noviembre, 7% en diciembre, 5% en enero, 3% en febrero. En el mes de marzo el caudal subió a un 4%, abril aumentó a un 10%, el mayor caudal se ve reflejado los meses de mayo y junio del 2019 con un 12% de la distribución total del caudal generado cada mes. Se pronostica que en el siguiente trimestre el caudal irá disminuyendo a un 11% en julio, 10% en agosto y 8% en septiembre. Los meses pronosticados corresponden a un caudal de $3.5 \text{ m}^3/\text{s}$ para el mes de julio, $3,2 \text{ m}^3/\text{s}$ para el mes de agosto y un $2.6 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondiente al mes de septiembre, tal como muestra la siguiente figura.

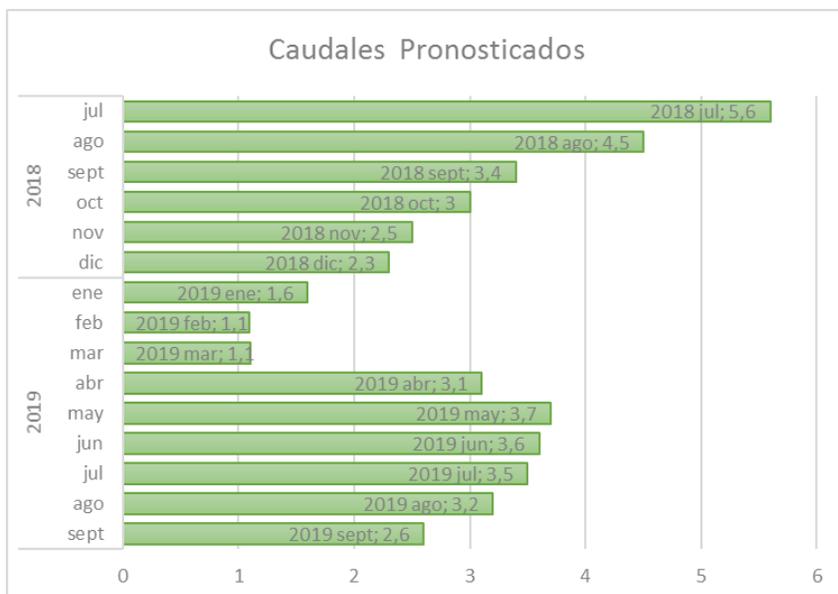
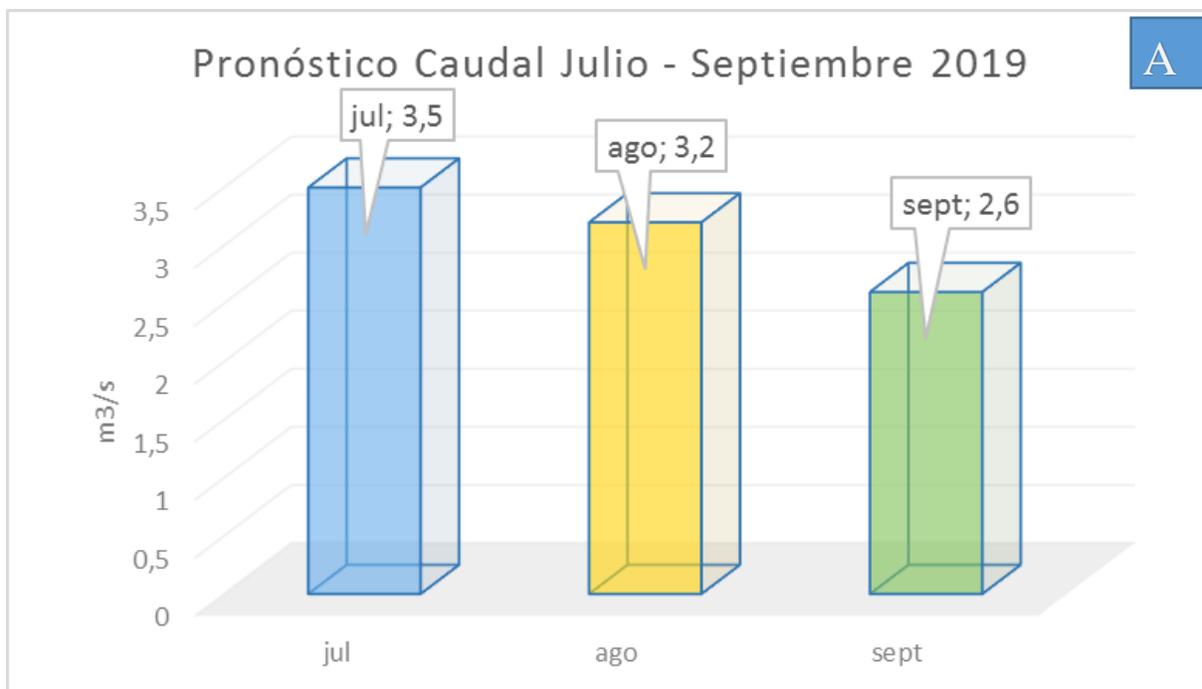


Figura 35 Valor de caudales pronosticados desde julio del 2018 a septiembre del 2019.

El pronóstico indica claramente una disminución respecto a los caudales venideros hasta el mes de septiembre, esto es debido a que antes de iniciar el proceso de deshielo, los caudales tienden a la baja para recuperarse luego en los meses entre diciembre y marzo de la siguiente temporada, para lo cual los pronósticos indican para julio $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$, para agosto $3,2 \text{ m}^3/\text{s}$ y para septiembre $2,6 \text{ m}^3/\text{s}$, según se indica en la figura 36 .



B

MES	Caudal Simulado
Julio	3,5 m ³ /s
Agosto	3,2 m ³ /s
Septiembre	2,6 m ³ /s

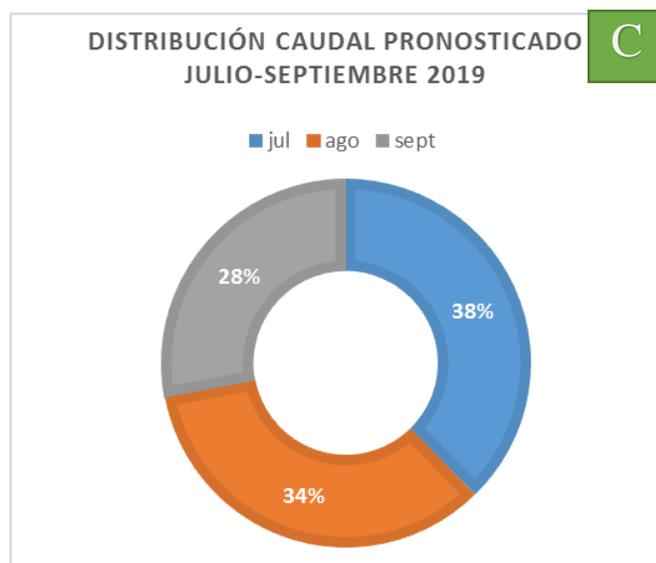


Figura 36 A) Pronóstico de caudal en gráficos, B) Tabla con datos de caudal pronosticado, C) Gráfico de porcentajes de caudal pronosticado.

La relación a los caudales pronosticados y simulados durante los diversos años, se tiene la siguiente relación entre caudal simulado y real, como se indica en la siguiente figura:



Figura 37 Comparación entre caudal real y simulado desde el año 2000 al 2019

Si bien se realizaron pronósticos retroactivos, esto para la obtención de calibración del modelo, que permita realizar una tendencia fidedigna, como la que se indica en la siguiente figura:

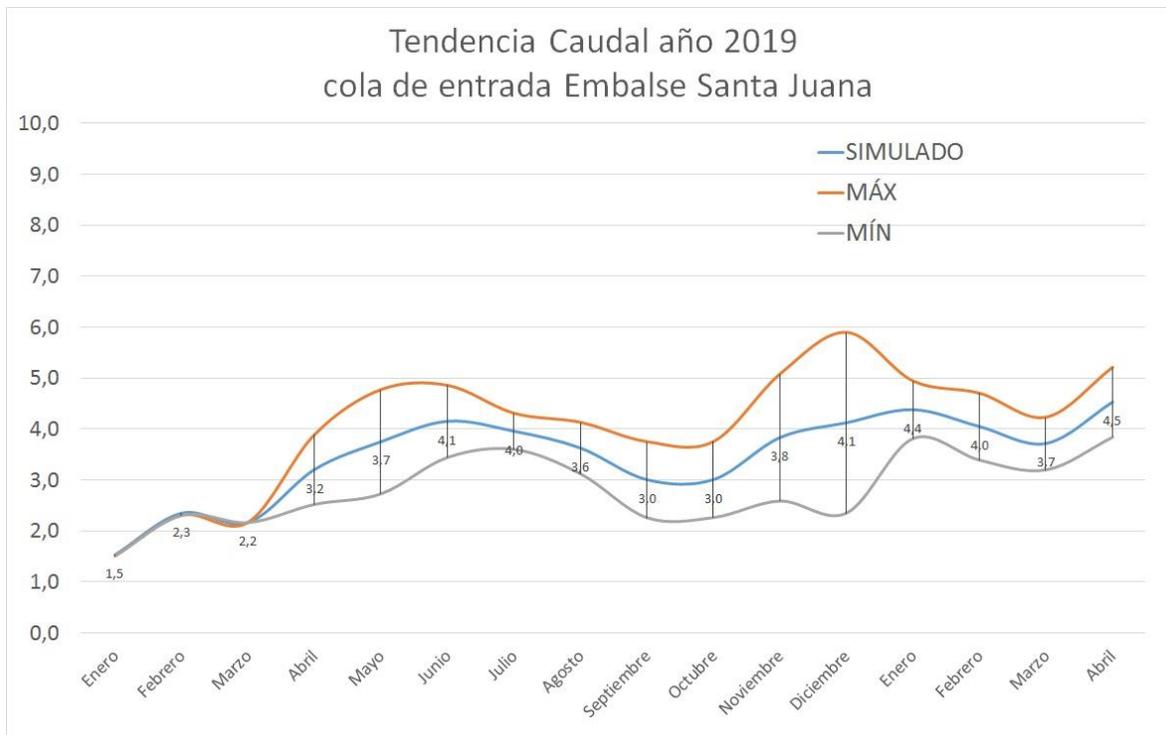


Figura 38 Tendencia de caudal para la temporada de 2019 y 2020 entre enero y abril.

5. CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO DIRECTO E INDIRECTO

El proyecto realizó diversos hitos, entregando información asociada para comprender la dinámica hídrica entre ellos destacan:

- Ceremonia de Inauguración del Proyecto, donde se realizaron ponencias y se entregó información del proyecto.



- Participación en ferias científicas.



- Charlas a otras instituciones públicas y privadas.



- Curso de teledetección impartido por el laboratorio Hídrico.



- Entrega de minutas a la población del Valle del Huasco.



- Semana del Poster abierta a la comunidad



- Participación en medios locales.



6. DESAFÍOS FUTUROS

Existe una gran cantidad de desafíos asociados a la gran amalgama de posibilidades y necesidades que tiene el valle del Huasco, entre ellas contar con un centro permanente que estudie la dinámica hídrica, esto considera a que no solamente mientras existan proyectos se cuenten con investigaciones, sino que tener un cuerpo solido de profesionales que puedan dar información de forma constante a las diferentes demandas que tiene la comunidad.

Otros desafíos como capacitar a mas profesionales del área que quieran trabajar y quedarse en la zona, muchas veces los expertos que visitan la zona vienen de forma esporádica, pero no se cuenta con profesionales que vivan en el lugar y que permanentemente estén educando a la comunidad y resolviendo dudas que estas puedan tener.

También existe una brecha en cuanto a las inversiones respecto a los proyectos de investigación, ya que muchos se desarrollan a nivel central, esto quiere decir en las capitales regionales y falta mayor diversidad a las provincias y lugares mas alejados, llegando con información que permita cambiar realidades en zonas como Junta de Valeriano, Conay, San Felix, etc.

Realizar proyectos que impliquen el uso de ciencias aplicadas, muchos estudios, paper e informes, entregan información valiosa, no obstante, no siempre implica una real transferencia a la comunidad, quienes necesitan de forma permanente tener nuevos conocimientos para realizar cambios significativos que apoyen al desarrollo y crecimiento de la Región.

7. CONCLUSIONES

La predicción de caudales es una labor compleja que conlleva análisis de diversas variables, no obstante, se lograron hacer predicciones con valores cercanos al R^2 de 0.95, esto refleja que es posible estimar con cierta confianza los caudales venideros del río Huasco.

La extracción de aguas no está debidamente cuantificada con exactitud, por lo cual no se sabe con certeza cuánta agua se saca en total en la Cuenca del Río Huasco, ya que no se encuentra un registro ni mediciones en terreno que permitan determinar la cantidad de caudal extraída.

La tendencia al caudal en base a estimaciones es a la disminución en los próximos meses producto de la disminución de precipitaciones en los sectores cordilleranos y bajo aporte de cobertura nival al caudal.

Es imperante continuar con un centro de estudios que permita realizar un monitoreo permanente, así como nuevas investigaciones que contemplen tecnología de alto nivel, debido a que proyectos que se desarrollan en cortos periodos de tiempo y con intermitencia pierden profesionalidad y continuidad en la investigación, lo que sin duda es una debilidad para avanzar en el camino del conocimiento.

La instalación de dos estaciones meteorológicas proveerá de información veraz y útil, la que actualmente no existe, estas estaciones se encuentran instaladas en sectores nivales de alta cordillera registrando información relevante que permite conocer la cantidad de nieve caída, velocidad y dirección del viento, presión, radiación solar, presencia de permafrost del suelo entre otros. La elección del lugar tuvo una logística asociada al acceso al lugar, encontrándose un lecho de alrededor de 500 metros de ancho, con un ángulo pequeño de unos 5 km del límite de la cuenca, existe un mínimo de efecto de sombra gracias a la orientación que tiene de oeste a Este, las formas de la superficie representan el valle periglacial de alta montaña y la morfología de la captación de ríos.

Se espera por la tendencia de los caudales que estos en los meses entre septiembre y noviembre disminuyan llegando a valores menores a los $3 \text{ m}^3/\text{s}$, aumentando estos valores en los meses de deshielo contemplados entre diciembre y marzo, llegando a valores mayores a los $4,4 \text{ m}^3/\text{s}$, esto considerando una proyección a largo plazo.

Bibliografía

- Atiencia, E. B. (2016). *Evaluacion de imagenes satelitales de precipitacoines GPM (Global Precipitation Measurement) a escala mensual para el Azuay*. Cuenca- Ecuador.
- Cade-idepe Consultores en Ingeniería. (2004). *Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según objetivos de Calidad Cuenca del Río Huasco*.
- Cartes Valdivia, M. A. (2009). *PRONÓSTICO DE VOLÚMENES DE DESHIELOS MEDIANTE REDES*. Santiago De Chile.
- DGA. (2014). *Direccion General de Aguas*. Recuperado el 04 de Abril de 2018, de http://www.dga.cl/administracionrecursoshidricos/inventario_cuencas_lagos/Paginas/default.aspx
- Espinoza Aburto, J. H. (2015). *Estructura espacial y temporal de las precipitaciones nivales en La Región de Atacama y modelación del aporte hídrico por fusión de la cobertura nival*.
- Gobierno de Chile, Censo. (2017). *Censo 2017*.
- J. Martinec, A. R. (1998). *SnowMelt Runoff Model SRM*. Berne, Switzerland: Michael F. Baumgartner & Gabriela M. Apfl.
- NASA. (s.f.). *NASA Aqua Proyec Sciencie*. Recuperado el 10 de Abril de 2018, de NASA Aqua Proyec Sciencie: <https://aqua.nasa.gov/>
- NASA. (s.f.). *NASA Terra The EOS flagship*. Recuperado el 09 de abril de 2018, de <https://terra.nasa.gov/>
- NASA. (s.f.). *Precipitation Measurement missions*. Recuperado el 04 de Abril de 2018, de <https://pmm.nasa.gov/TRMM/mission-overview>
- NSIDC. (s.f.). *National Snow and Ice Data Center*. Recuperado el 06 de Abril de 2018, de https://nsidc.org/data/MYD10_L2/versions/6

ANEXOS

Charla Cristian Chadwick





Seminario “Adaptación al Cambio Climático y Recursos Hídricos”

Proyecto FIC “Laboratorio para el estudio hídrico de la cuenca, uso eficiente, monitoreo y predicción de caudales, aplicando modelo de redes neuronales artificiales y snow runoff model NASA para cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile”



Cristián Chadwick Irarrázaval <i>Nombres y Apellidos</i>	
17.088.147-8 <i>C.I.</i>	Hidrología e Impactos del Cambio Climático <i>Área de Especialidad</i>
Av. Santa Rosa 11315, La Pintana <i>Dirección</i>	
Santiago <i>Ciudad</i>	Universidad de Chile <i>Institución</i>
cristian.chadwick@uchile.cl <i>Correo Electrónico</i>	+562-2978-5904 <i>Teléfono</i>
Título del Estudio:	Estimación local del tiempo de emergencia de variables climáticas utilizando un mapeo no sesgado de GCMs. Una aplicación en Chile semiárido y mediterráneo.

Breve Resumen del estudio:

El momento en el que la señal de cambio climático se puede distinguir claramente del ruido se conoce como Tiempo de Emergencia (ToE), y generalmente se define que el ToE ha ocurrido cuando la razón entre la señal y el ruido del Modelo de Circulación Global (GCM) excede cierto umbral. A pesar de que las decisiones sobre la gestión de los recursos y los planes de adaptación se implementan a nivel local el cálculo del ToE se suele calcular hacer a gran escala, utilizando información bruta de los GCM (sin corrección de sesgo o escalamiento). Este estudio propone una metodología para estimar los ToE tanto para la precipitación como para la temperatura a escalas locales (es decir, a nivel de cuenca). La metodología considera las condiciones climáticas locales y el mapeo de las proyecciones de GCM a escala local, para estimar los ToE, para lo cual utilizamos el poder estadístico para determinar cuándo el clima difiere significativamente del histórico. El método sugiere que los ToE para la temperatura ya ocurrieron en tres cuencas chilenas (Limarí, Maipo y Maule). Mientras que en las precipitación el ToE emerge primero para la cuenca del Maule, lo que indica que la evaluación de riesgos y las medidas de adaptación al cambio climático debiesen implementarse primero en esta cuenca.

Firma



Estimación local del tiempo de emergencia de variables climáticas utilizando un mapeo no sesgado de GCMs. Una aplicación en Chile semiárido y mediterráneo.

28 DE JULIO DEL 2019

DR. CRISTIÁN CHADWICK, UNIVERSIDAD DE CHILE

DR. JORGE GIRONÁS, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

DR. SEBASTIÁN VICUÑA, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

DR. FRANCISCO MEZA, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

1

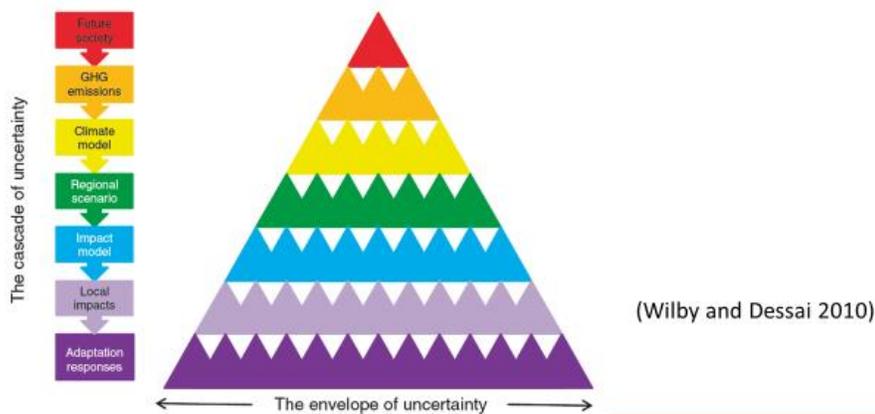


Un estudio sobre los impactos de cambio climático suele tener estos pasos

2



Cascada de Incertidumbre





Cascada de Incertidumbre



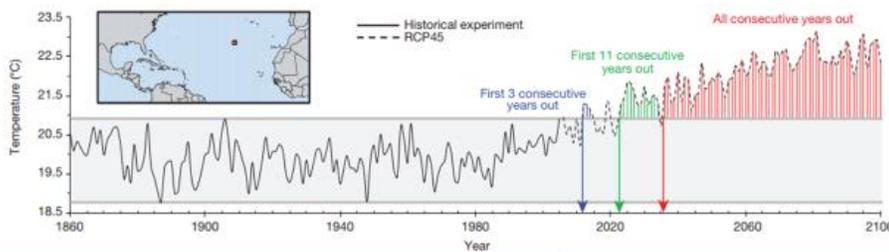
Este estudio en particular trata de:

Estimación local del **tiempo de emergencia** de variables climáticas utilizando un mapeo no sesgado de GCMs. Una aplicación en Chile semiárido y mediterráneo.

¿Qué es el Tiempo de Emergencia?



Tiempo de Emergencia: tiempo en el cual la señal de cambio climático emerge del ruido de la variabilidad natural (Hawkins and Sutton, 2012)



(Mora et al., 2013)



Tiempo de Emergencia: tiempo en el cual la señal de cambio climático emerge del ruido de la variabilidad natural (Hawkins and Sutton, 2012)

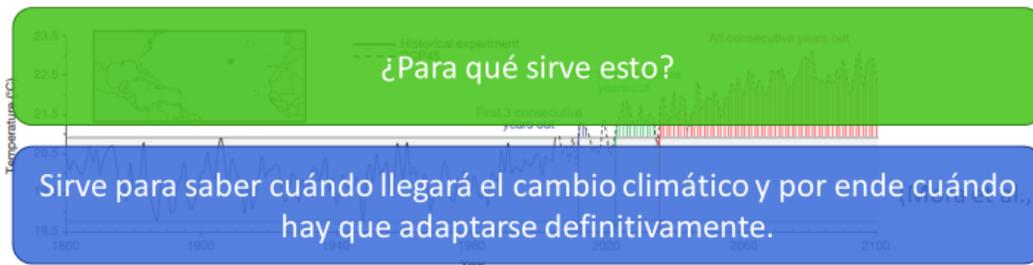


(Mora et al., 2013)



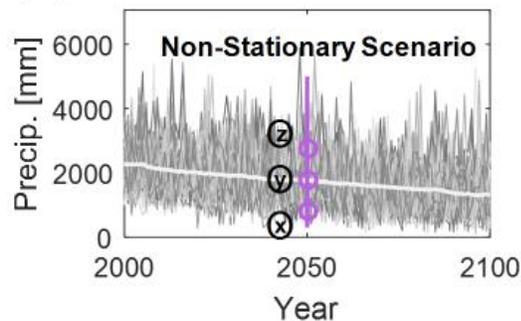
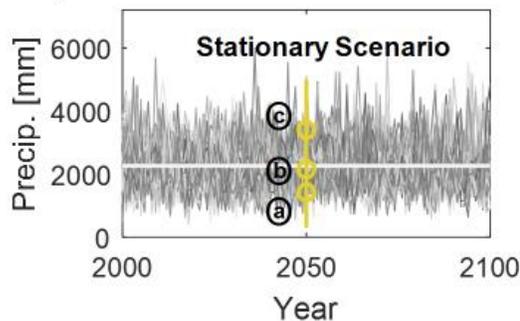


Tiempo de Emergencia: tiempo en el cual la señal de cambio climático emerge del ruido de la variabilidad natural (Hawkins and Sutton, 2012)



Escenarios **SIN** Cambio Climático

Escenarios **CON** Cambio Climático

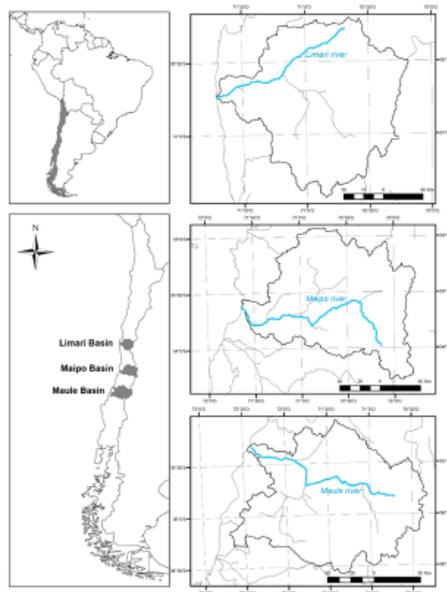


¿Cuándo estos dos grupos de escenarios son realmente diferentes?





Diseñamos una metodología para encontrar el Tiempo de Emergencia a nivel local. Esta fue probada en tres cuencas Chilenas.



Limarí

Maipo

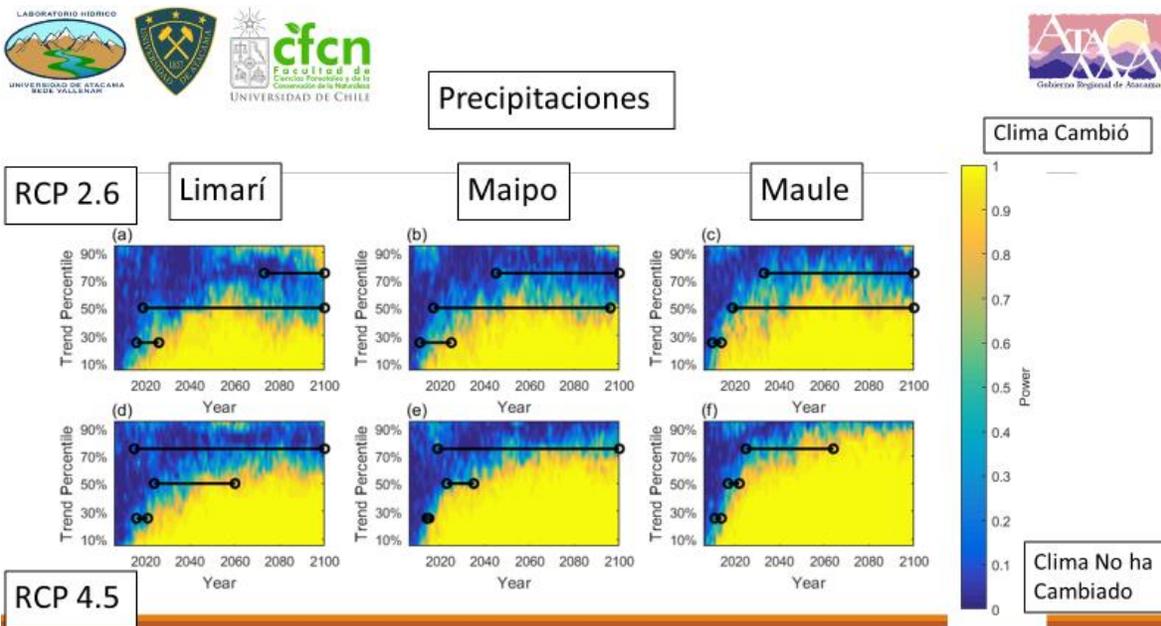
Maule

11

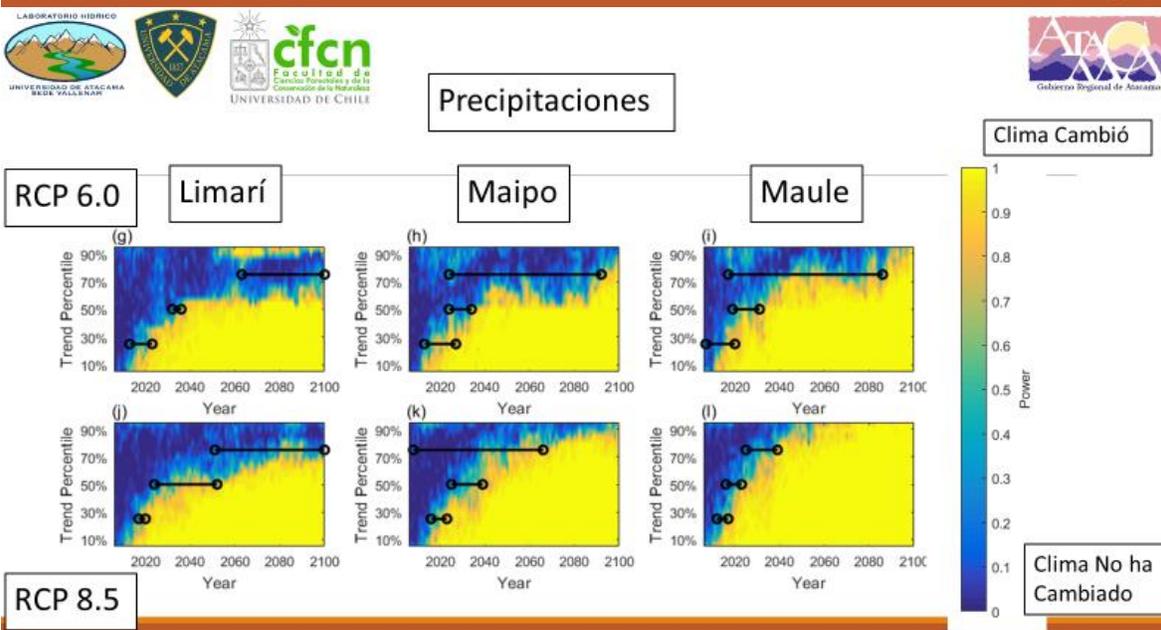


Cuenca	Estación	Latitud	Longitud	Elevación [m]	Precipitación			Temperatura	
					Media	Desv. Est.	CV	Media	Desv. Est.
Limarí	Las Ramadas	31° 01' 11" S	70° 35' 11" W	1.380	341,5	209,8	0,61	16,3	0,54
Maipo	Cerro Calán	33° 23' 42" S	70° 32' 12" W	848	452,2	201,0	0,44	16,3	0,40
Maule	Armerillo	35° 42' 04" S	71° 04' 38" W	492	2397,2	807,2	0,34	14,0	1,12

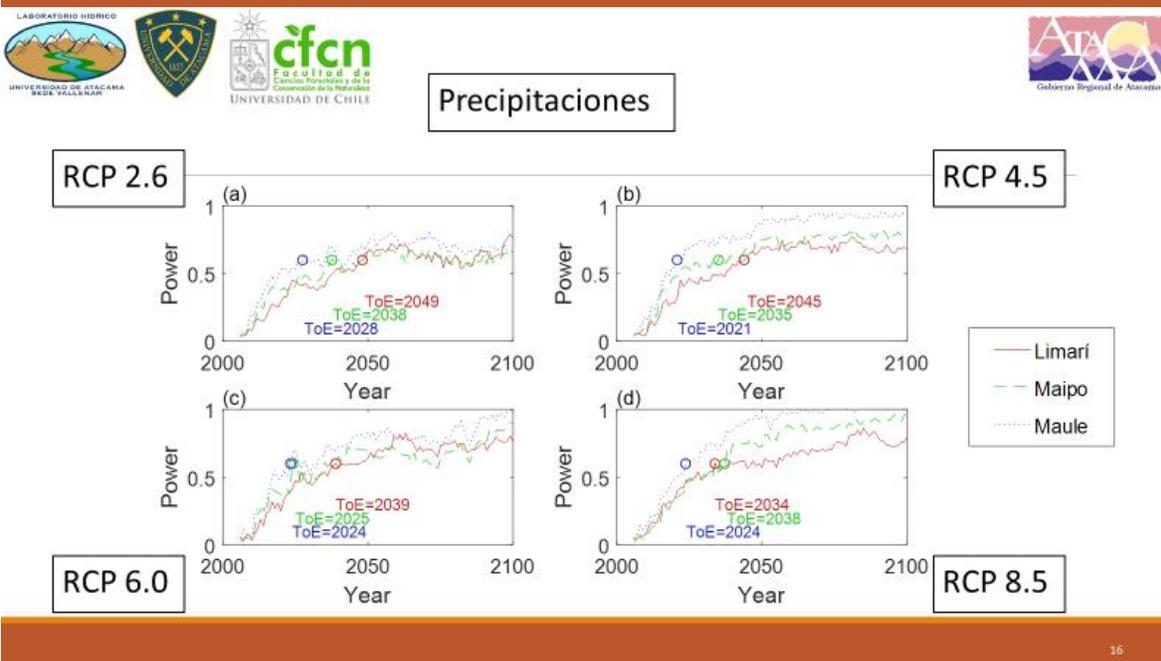
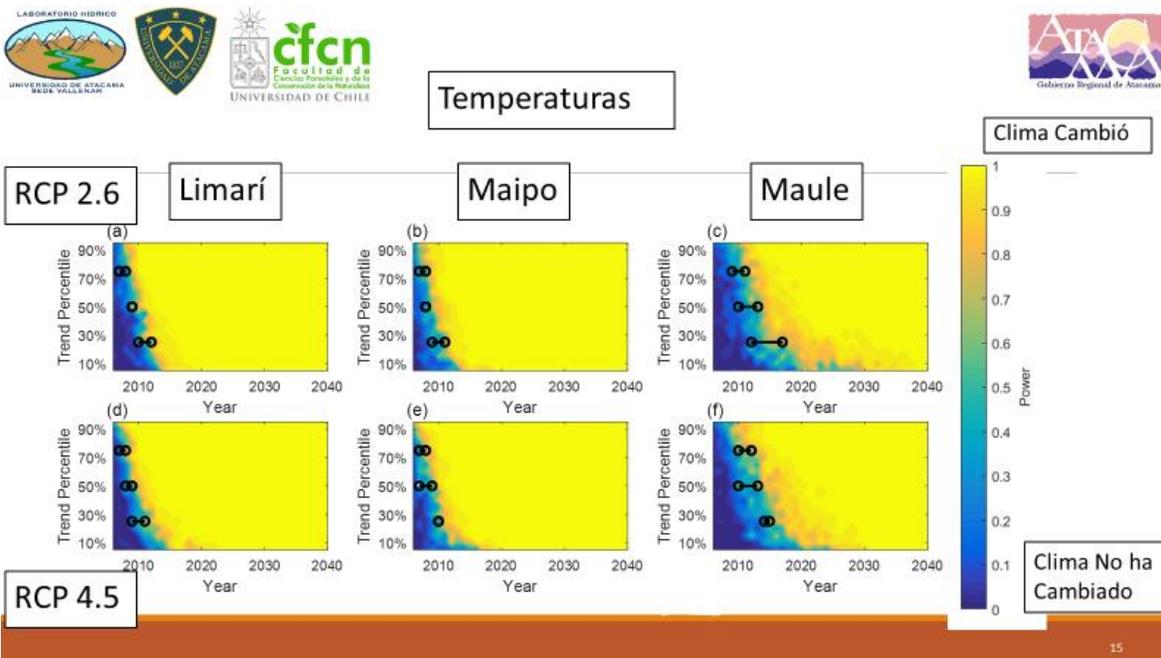
12



13



14





Conclusiones

- El ToE para las precipitaciones ocurre después para los lugares con mayor CV local. Por lo que se espera que el ToE de precipitaciones ocurra antes para el Maule que para el Maipo y el Limarí. Mientras que en temperatura el ToE ya está ocurriendo.
- El ToE no solo depende del CV local, si no que también depende fuertemente de la señal de cambio climático proveniente de los modelos de cambio climático (GCM).
- La elección del GCM puede alterar significativamente el resultado que se obtenga con el ToE.
- El ToE no se le puede asignar a un año en particular, si no que a un período de tiempo. De querer asignarle un valor puntual este depende fuertemente de la metodología utilizada y los parámetros usados en esta.
- La metodología que proponemos permite entender de mejor manera cuándo el cambio climático comenzará a generar impactos a nivel local.

17



Referencias

- Chadwick, C., J. Gironás, S. Vicuña, F. Meza, and J. McPhee, 2018: Using a Statistical Pre-Analysis Approach as an Ensemble Technique for the Unbiased Mapping of GCM Changes to Local Stations. *J. Hydrometeor.*, 19(9), 1447-1465, <https://doi.org/10.1175/JHM-D-17-0198.1>.
- Chadwick, C., J. Gironás, S. Vicuña, and F. Meza, 2019: Estimating the Local Time of Emergence of Climate Variables Using an Unbiased Mapping of GCMs. *Journal of Hydrometeorology*, (Aceptado). DOI: 10.1175/JHM-D-19-0006.1
- Hawkins, E., and R. Sutton, 2012: Time of Emergence of Climate Signal. *Geophys. Res. Lett.*, 39(1), <https://doi.org/10.1029/2011GL050087>.
- Mora, C., and Coauthors, 2013: The Projected Timing of Climate Departure from Recent Variability. *Nat.*, 502(7470), 183, <https://doi.org/10.1038/nature12540>.
- Wilby, R. L., and S. Dessai, 2010: Robust Adaptation to Climate Change. *Weather*, 65(7), 180-185, <https://doi.org/10.1002/wea.543>.

18

Charla Cristian Orrego





Seminario "Adaptación al Cambio Climático y Recursos Hídricos"

Proyecto FIC "Laboratorio para el estudio hídrico de la cuenca, uso eficiente, monitoreo y predicción de caudales, aplicando modelo de redes neuronales artificiales y ~~snow runoff model~~ snow runoff model NASA para cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile"



Cristian Alejandro Orrego Nelson

Nombres y Apellidos

13876056-1

C.I.

Informática (monitoreo meteorológico)

Área de Especialidad

Av. Las Parcelas 1098

Dirección

La Serena

Ciudad

Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)

Institución

cristian.orrego@ceaza.cl

Correo Electrónico

+56 9 78426194

Teléfono

Título del Estudio:

Desarrollo de sensores de bajo costo para medición de condiciones de cordillera

Breve Resumen del estudio:

El CEAZA tiene una red de monitoreo atmosférico llamada CEAZAmet y cubre toda la región de Coquimbo. Esta red tiene más de 40 puntos y la mayoría esta online, en el caso de la cordillera la cantidad de puntos es limitada principalmente por el costo de hacer mediciones de altura.

Los puntos de medición que tiene el CEAZA en cordillera es de los pocos que existen en Chile. Sin embargo debido a la complejidad del terreno y la importancia que tiene la acumulación de agua en forma de nieve para la región y para entender el ciclo del agua todavía existe una necesidad por aumentar la cantidad de puntos en la zona de los Andes. Es bajo este escenario que el CEAZA en sus áreas de Meteorología y Glaciología deciden explorar el uso y desarrollo de tecnologías de bajo costo para complementar el monitoreo que tiene en cordillera. Para esto lleva algunos años probando dispositivos como los Arduinos y sensores de distancia y temperatura e impresión 3d para implementar sensores y nodos de monitoreo que permitan expandir el área de representatividad de la red.

Firma





Experiencia CEAZAmet como herramienta de apoyo a la toma de decisiones (y desarrollo de sensores)



Cristian Orrego
 Ing. Computación
 Coordinador grupo CEAZAmet

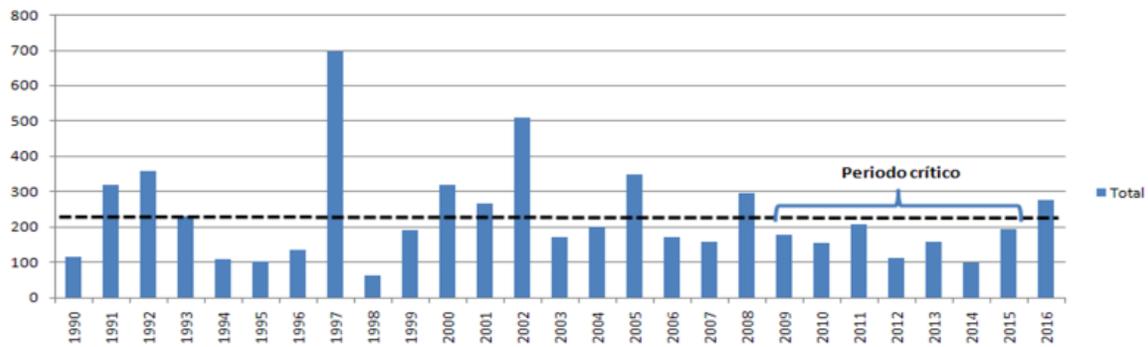


Génesis: Necesidad de información



Diagnóstico temporal

Precip. precordillera (1990 - 2016)
 Región de Coquimbo



Fuente: Estaciones DGA; La Laguna [Elqui], Las Ramadas [Limari], Cuncumen [Choapa], Proceso: CEAZA

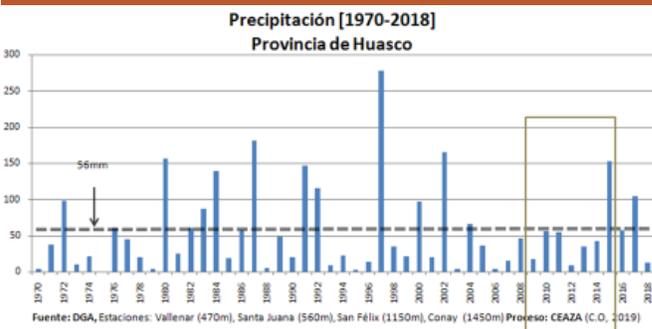
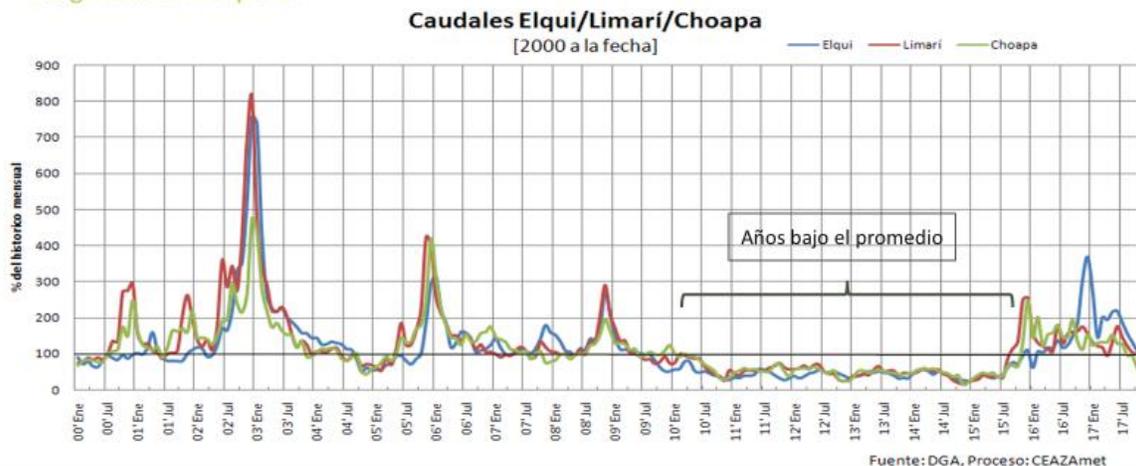




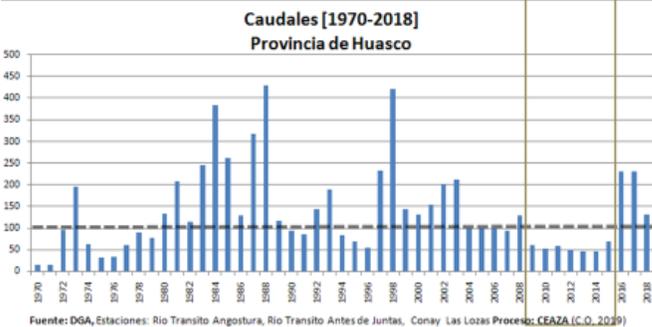
Génesis: Necesidad de información



Diagnóstico temporal



Esto también paso en Huasco

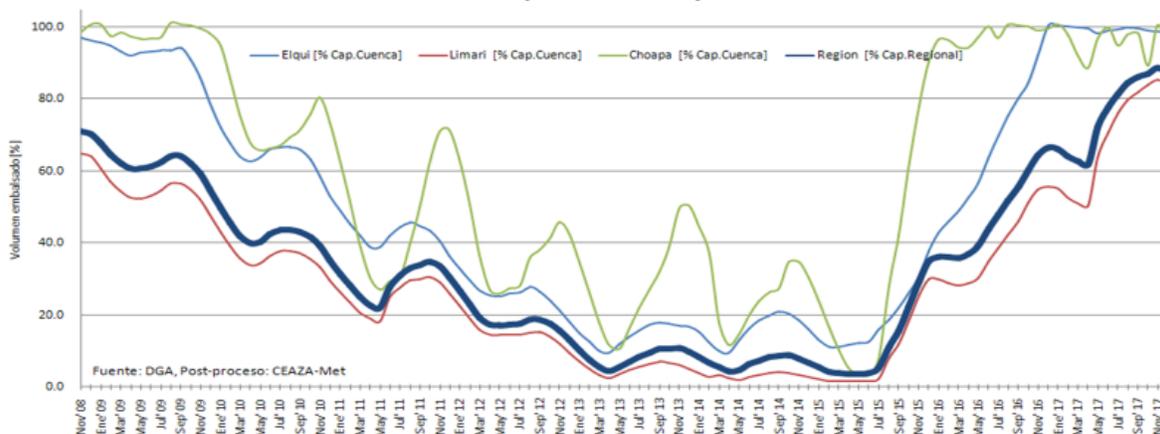




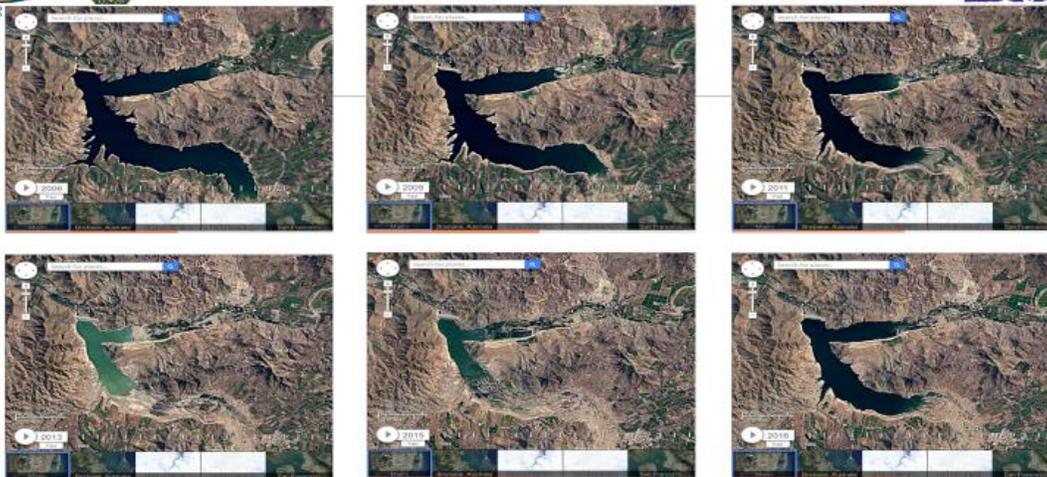
Génesis: Necesidad de información



Evolución de los embalses por cuenca y total regional
[Nov 2008 - Dic 2017]



Registro satelital embalses



<https://earthengine.google.com/timelapse/>



[e](#) [Noticias](#) [Economía](#) [Deportes](#) [Espectáculos](#) [Tendencias](#) [Autos](#) [Servicios](#) [TV](#) [360](#)
[Chile](#) [Mundo](#) [Tecnología](#) [Educación](#) [Documentos](#) [Multimedia](#)

Estudio advierte que entre 2010 y 2015 Chile enfrentó la mayor sequía de los últimos mil años

La cantidad de agua que cae en un año tiene componentes derivados de variables naturales y otros forzados por el efecto de la concentración de CO2 en la atmósfera producto de la acción humana.

12 de Diciembre de 2017 | 08:14 | Emol



Juan Carlos Romo, El Mercurio



EL DÍNAMO
 NACIONAL ACTUALIDAD EDUCACIÓN OPINIÓN DEPORTES AMBIENTE VIDEOS REPORTAJES MUJER DÍNAMO

AMBIENTE

Crítico: Coquimbo perdió más del 60% de su tierra productiva debido a la sequía

La falta de agua que por años afecta a la zona ha provocado que la mano de obra caiga de 2007 a 2014 cerca de 25%.



El Quehay decierto

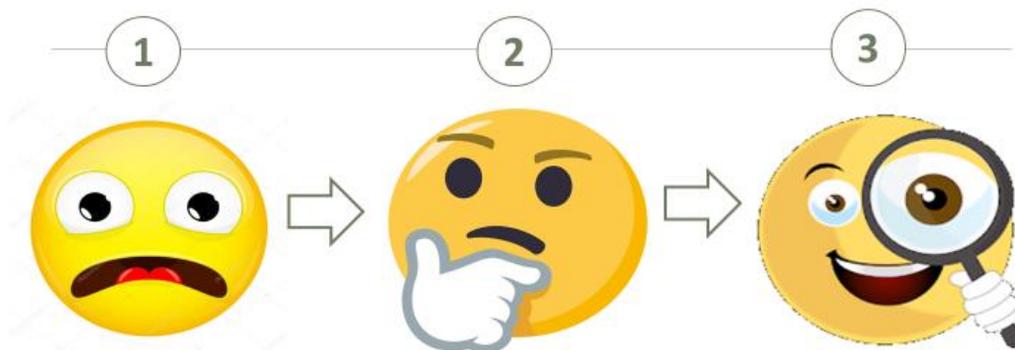
Un Diario Ciudadano de miVOZ

- Inicio
- Local
- Cultura
- Deporte
- Economía
- Política
- Sociedad
- Tecnología
- Contáctenos

Economía » Local

[Infografía] Dónde golpea la sequía en la Región de Atacama

La sequía ha golpeado con fuerza a Chile y en especial a nuestra región, por lo que se declaró zona de emergencia en 6 comunas. Revisa la siguiente infografía donde vemos los lugares donde golpea con mas fuerza la falta de agua.





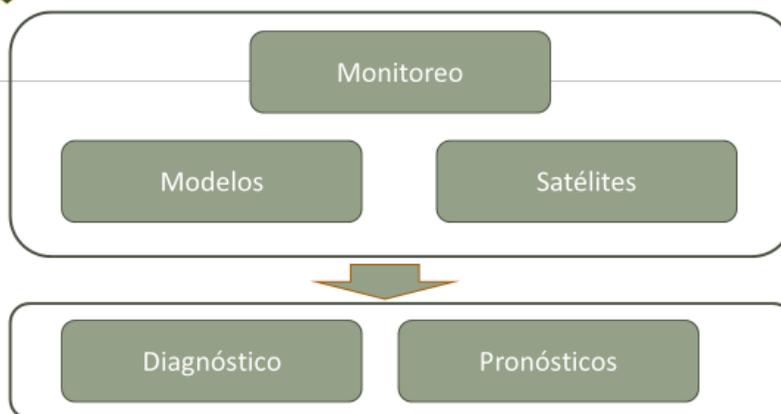
Grupo CEAZAmet (desde 2013)

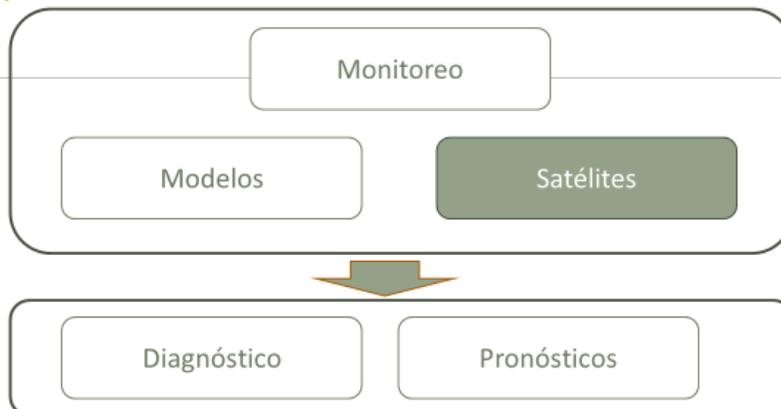


- Monitoreo: Red CEAZAmet
- Pronósticos: Experto y modelado.
- Diagnostico general: Boletín climático mensual



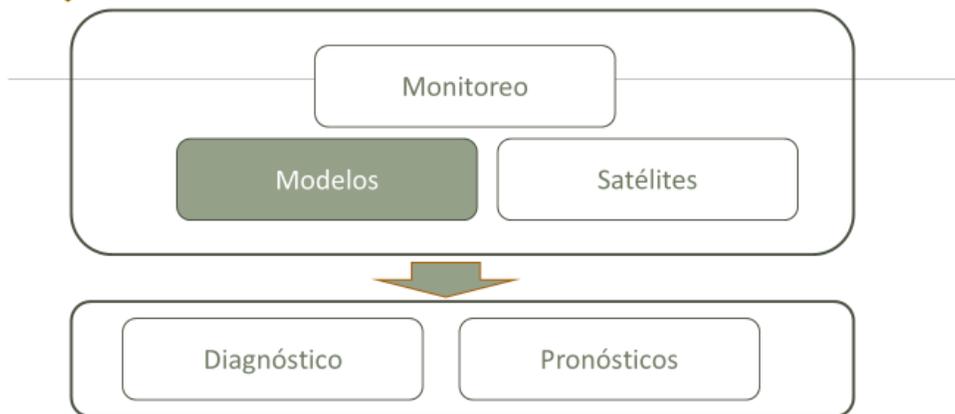
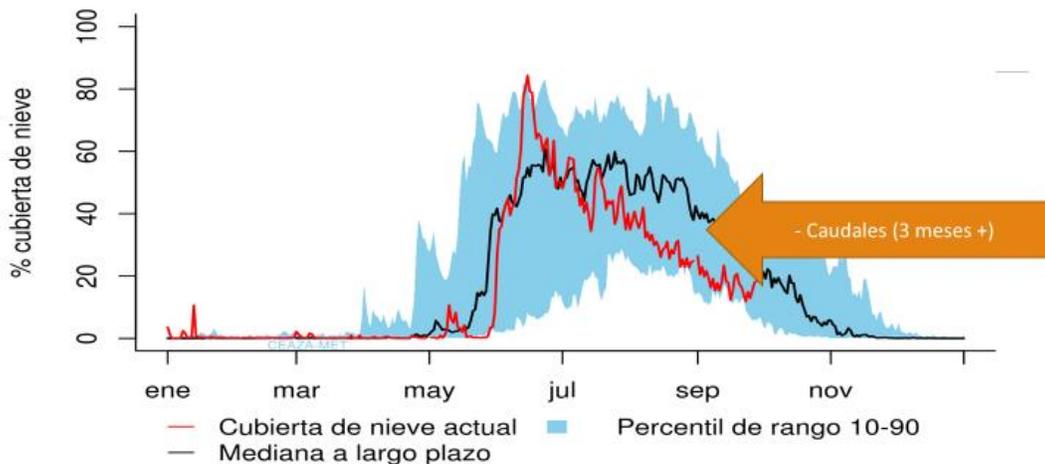
Temas







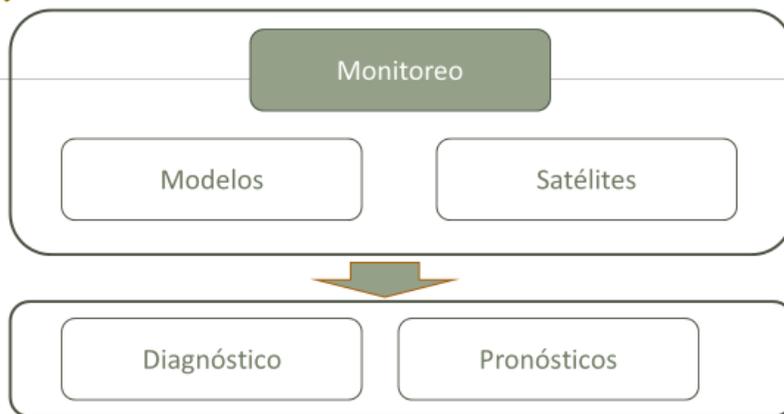
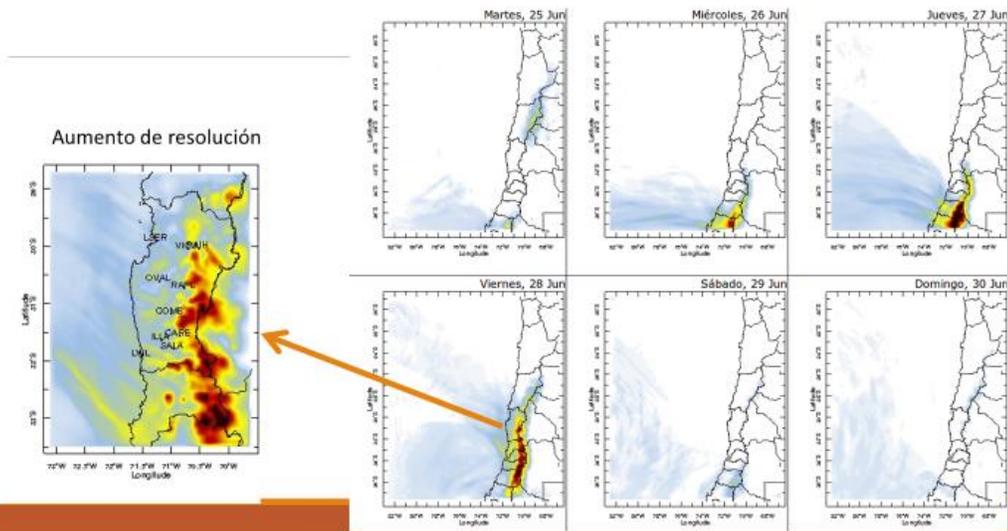
Cobertura de nieve (2018)



Lo que hacemos y lo posible...



Modelo operacional WRF CEAZA



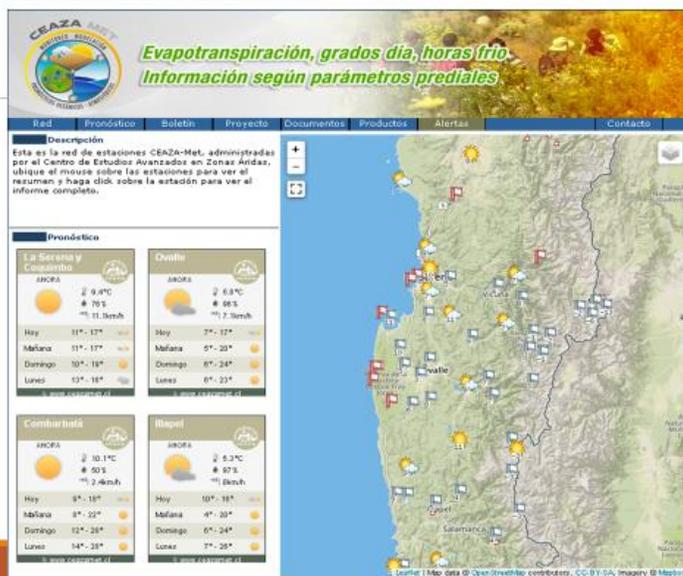
Lo que hacemos y lo posible...



CEAZAmet: Monitoreo



CEAZAmet: Sistema





CEAZAmet/Glaciología: Monitoreo de altura (2015-2016)



Esto es difícil y caro!!
Pero necesitamos mas



Monitoreo: Problemas -> Requerimientos



Más masivos	Más transportable	Más a doc
Más baratos	Menos peso	Sistemas a medida (integrados)
Datos fáciles de recoger	Menos consumo	Sistemas todo en uno
Con comunicaciones	Menos tamaño	

A costa de: I+D y probablemente precisión



Computación física

Junio 2019



Que es el arduino?



- En una especie de computador, mas parecido a una calculadora programable (memoria es un tema importante) que tiene pines de entrada y salida que se pueden controlar (y puertos [serial, I2C, otros]).



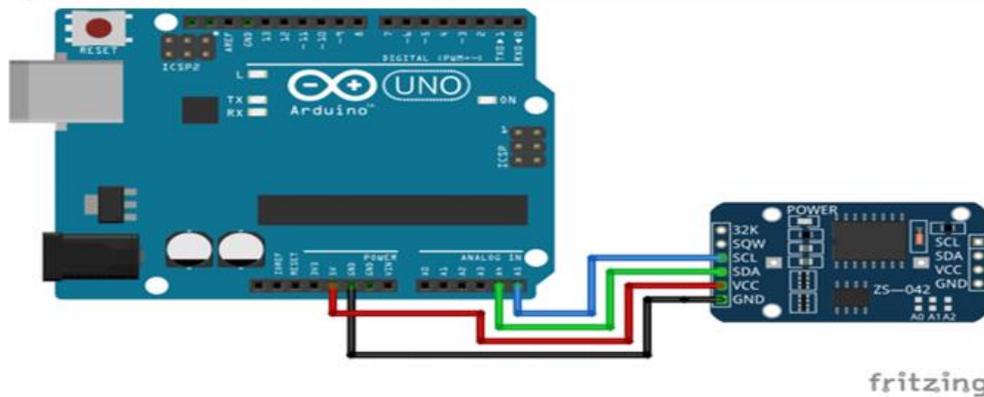
Nota: Hay varios otros, Raspberry, MK, SMT32



Que se puede hacer con arduino? (o procesadores programables)



- Interfaz con múltiples módulos (Reloj)



Primeras pruebas CEAZA, distancia



- 2015 compramos un sensor laser, sónicos e IR (100USD)
- Dentro de un FONDECYT probamos varios sensores de distancia (sónico, laser, IR)

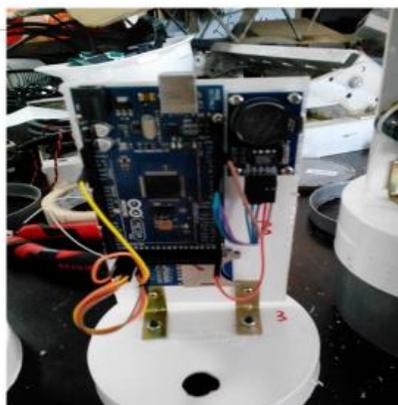
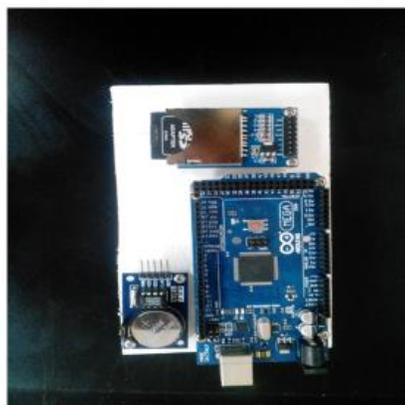




Multisensor distancia: datalogger



- Requerimientos: Lea sensores, guarde fecha/hora, formato CSV.



Puntos clave



Existe una necesidad muy patente

Existe una buena interacción institución/gobierno e institución/privados

Existen capacidades y voluntades de abordar un problema a largo plazo



Gracias

cristian.orrego@ceaza.cl – Junio 2019

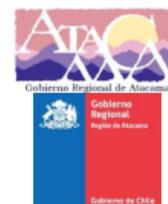
Charla Angel Monsalve





Seminario "Adaptación al Cambio Climático y Recursos Hídricos"

Proyecto FIC "Laboratorio para el estudio hídrico de la cuenca, uso eficiente, monitoreo y predicción de caudales, aplicando modelo de redes neuronales artificiales y snow runoff model NASA para cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile"



Angel Darío Monsalve Sepúlveda <i>Nombres y Apellidos</i>	
15.196.823-6 <i>C.I.</i>	Ingeniería Hidráulica / Geomorfología fluvial <i>Área de Especialidad</i>
Francisco Salazar 01145 <i>Dirección</i>	
Temuco <i>Ciudad</i>	Universidad de la Frontera <i>Institución</i>
angel.monsalve@ufrontera.cl <i>Correo Electrónico</i>	45 2596815 <i>Teléfono</i>
Título del Estudio: Efecto de la variabilidad espacial de flujo y granulometría en ríos muy empinados	

En los ríos de alta montaña la geometría, textura y variabilidad topográfica del lecho junto a la presencia de grandes y relativamente inmóviles obstrucciones (e.g. bolones) pueden alterar de manera importante las características del flujo (e.g. velocidad, profundidad, esfuerzo de corte) tanto a nivel local como en un tramo de río. Sin embargo, esta variabilidad es comúnmente omitida en las predicciones de las tasas transporte de sedimento y efectos geomorfológicos. Los flujos de transporte sólido por arrastre de fondo (i.e. transporte de sedimento que no está en suspensión, este último no se considera en este estudio) se calculan típicamente en función del esfuerzo de corte promedio en un tramo del río y una curva granulométrica representativa de la región, por lo tanto, las ecuaciones convencionales para el cálculo de transporte sólido no pueden explicar o incorporar los efectos que las desviaciones locales del esfuerzo de corte tienen en la geomorfología y la estabilidad de un río de montaña. Ríos empinados (gradientes entre 3 y 20%) son una componente prioritaria de la red de drenaje de las cuencas de montaña, en particular estos ríos ocupan la mayor parte de la longitud total de los ríos y su importancia radica en que gran porcentaje del agua y sedimento que es llevado aguas abajo a áreas urbanas e instalaciones hidroeléctricas proviene de estos sectores. La mayor parte de las ecuaciones de transporte de sedimento que se usan hoy en día se basan en ajustes empíricos a datos que han sido promediados sobre un tramo representativo de río y no incorporan la verdadera mecánica del fenómeno de transporte ni la variabilidad espacial del flujo. Adicionalmente, los ajustes fueron realizados considerando sólo ríos de pendientes bajas (del orden de gradientes 0.1%), por lo cual no son representativos de la dinámica de ríos empinados. Además, las ecuaciones no consideran una característica clave que existe en ríos de montaña; la presencia de parches de sedimento. Se presenta en este estudio un método que mejora significativamente las predicciones de transporte de sedimento en este tipo de ríos. Se considera la variabilidad espacial del esfuerzo de corte y las curvas granulométricas.

Fecha de Confirmación: 17 de junio de 2019


 Firma



LABORATORIO HÍDRICO
PROVINCIA DE HUASCO

“Efecto de la variabilidad espacial de flujo y granulometría en ríos empinados”

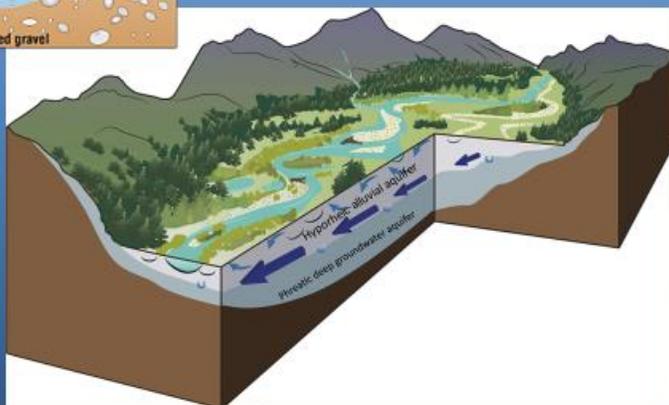
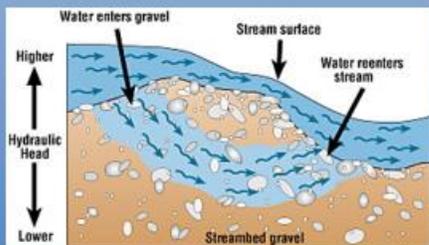
Dr. Ing -Angel Monsalve Sepúlveda




Introducción



Introducción



Introducción



Introducción

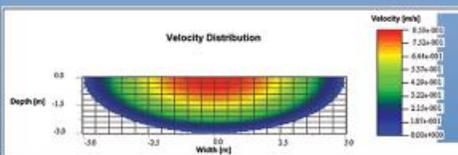
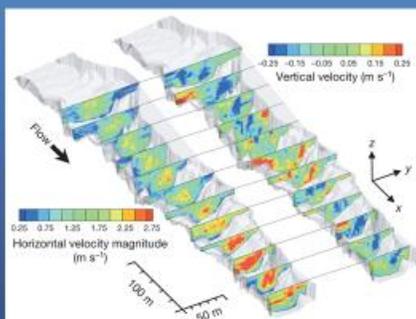
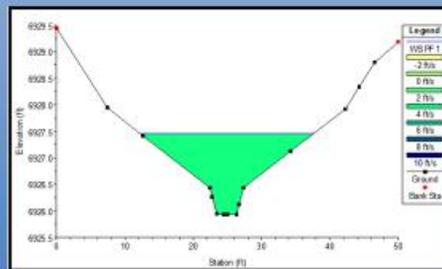
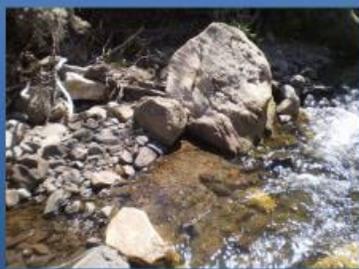


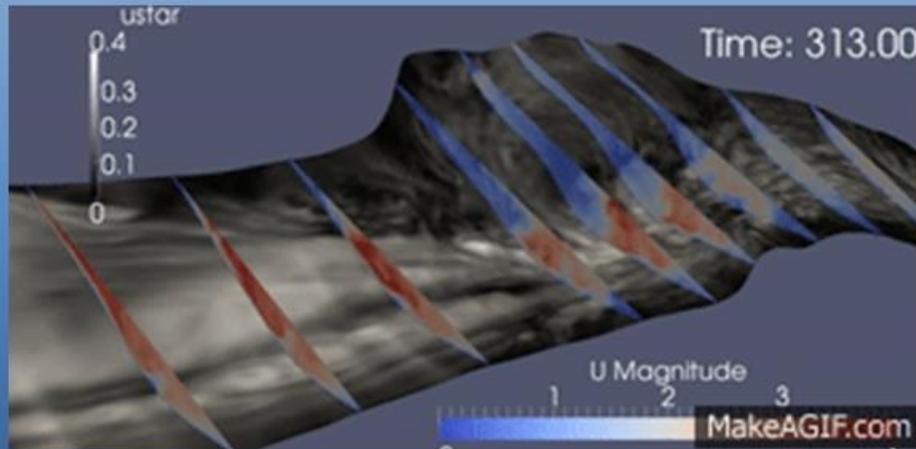
Figure 4: Contour plot of velocity for the case study.



Introducción



Introducción



¿Por qué podría ser importante?

3.707.402(2) Factores de Corrección para la Socavación al Pie de Pilas. Para tomar en cuenta los efectos de la forma de la pila, presencia de varias pilas, de dispersión granulométrica del material del lecho (cuando éste no es uniforme) se utiliza un coeficiente de corrección K . Dicho coeficiente multiplica la socavación obtenida para una pila cilíndrica de sección circular fundada en un lecho de arena uniforme, para obtener la socavación de una o varias pilas agrupadas, con sección no circular, con o sin base de fundación expuesta al flujo, inserta en un lecho de arena no uniforme o material más grueso:

$$S = K \cdot S_c \quad (\text{ec. 3.707.402(2).1})$$

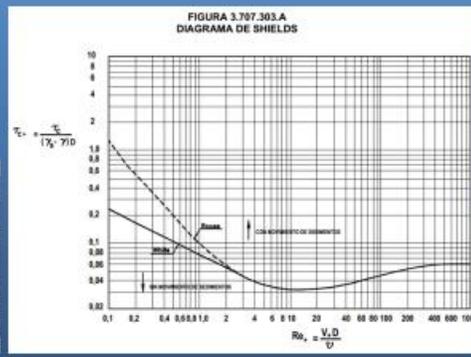
donde el coeficiente K está dado por el producto siguiente:

$$K = K_f K_w K_g K_p K_r K_d \quad (\text{ec. 3.707.402(2).2})$$

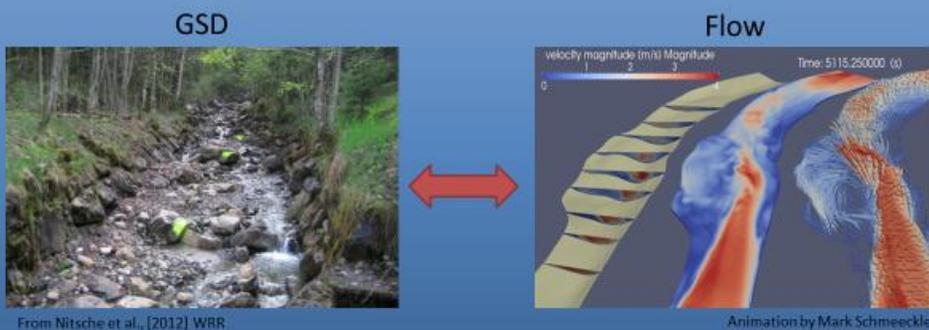
K_d es el factor de influencia por tamaño del sedimento

Chiew y Melville sugieren el siguiente coeficiente K_d

$$K_d = \begin{cases} 0,398Ln\left(\frac{b}{D_{50}}\right) - 0,034Ln^2\left(\frac{b}{D_{50}}\right) & 1 < \frac{b}{D_{50}} < 50 \\ 1,0 & \frac{b}{D_{50}} \geq 50 \end{cases}$$

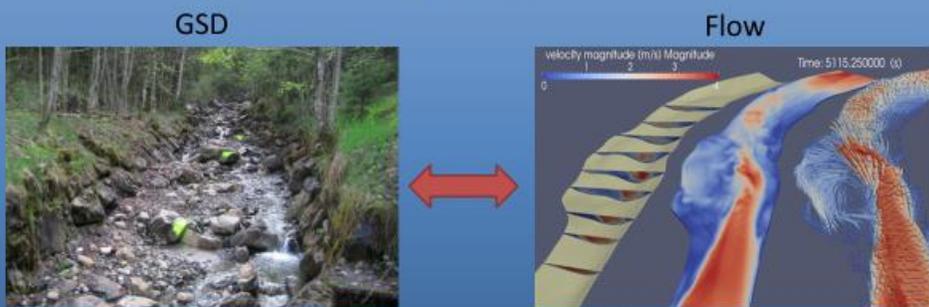


Aplicaciones - Ríos de montaña



Pregunta 1:

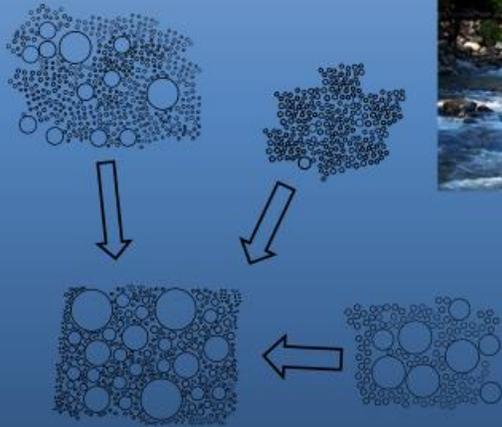
¿Es la variación espacial en el flujo y la granulometría importante en las predicciones de transporte de sedimento?



Si lo es, ¿Cómo incluir esta variabilidad en nuestros cálculos?

Cálculo de transporte de fondo

$$q_s^* = 8(\tau^* - \tau_c^*)^{3/2}$$



$$q_s^* = \frac{q_s}{D \sqrt{\frac{\rho_s - \rho}{\rho} gD}}$$

$$\tau^* = \frac{\tau}{(\rho - \rho_s) gD}$$

Cálculo de transporte de fondo



$$q_s^* = \frac{q_s}{D \sqrt{\frac{\rho_s - \rho}{\rho} gD}}$$



$$q_s^* = 8(\tau^* - \tau_c^*)^{3/2}$$

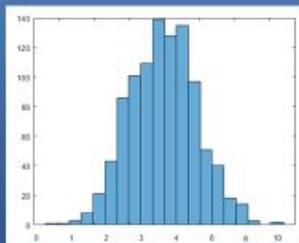
$$\tau^* = \frac{\tau}{(\rho - \rho_s) gD}$$

Cálculo de transporte de fondo

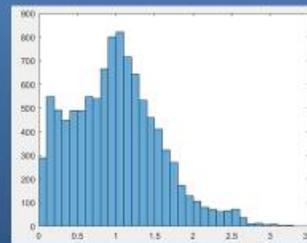


$$q_s^* = \frac{q_s}{D \sqrt{\frac{\rho_s - \rho}{\rho} gD}}$$

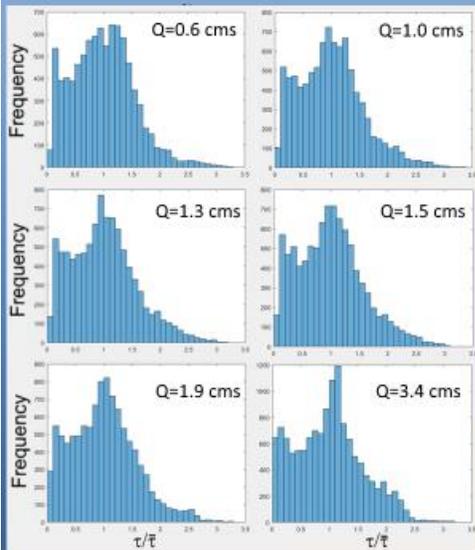
$$q_s^* = 8(\tau^* - \tau_c^*)^{3/2}$$



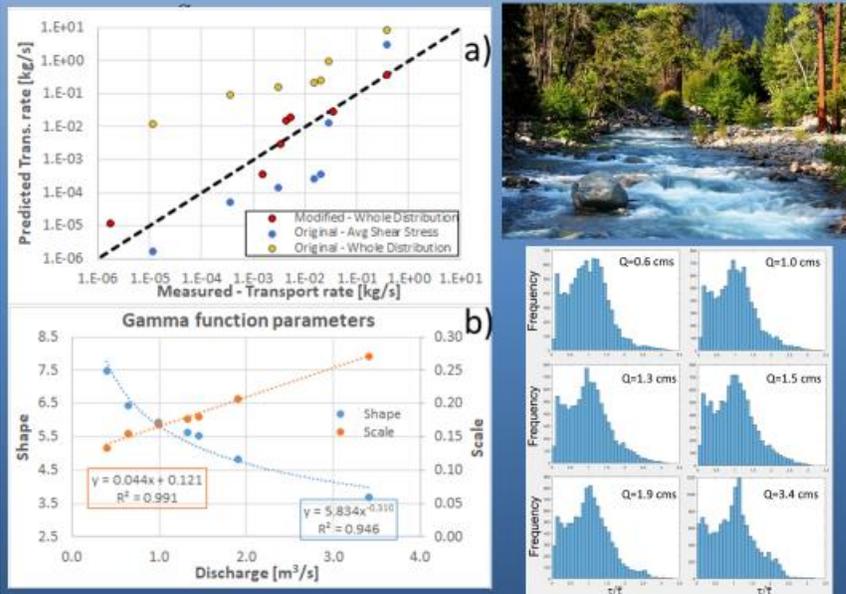
$$\tau^* = \frac{\tau}{(\rho - \rho_s) gD}$$



Cálculo de transporte de fondo



Cálculo de transporte de fondo



Cálculo de transporte de fondo

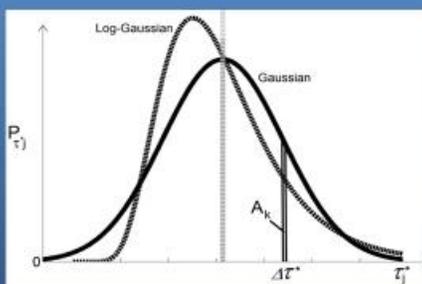
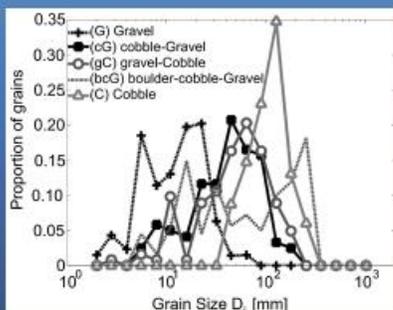
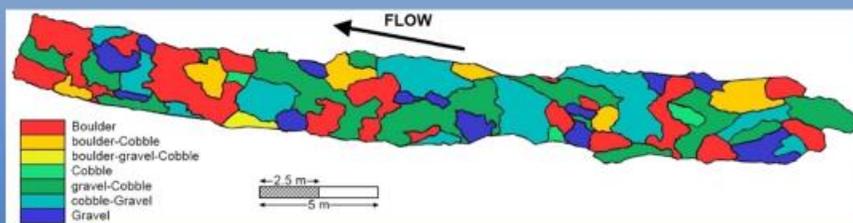
Hipótesis

Predicciones de transporte de sedimento serán mejoradas cuando las distintas clases de parches de sedimentos y las variaciones locales en el campo de flujo sean explícitamente incluidas en estimaciones de transporte de sedimento



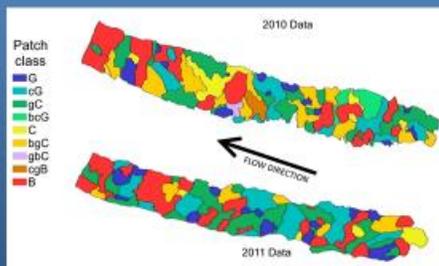
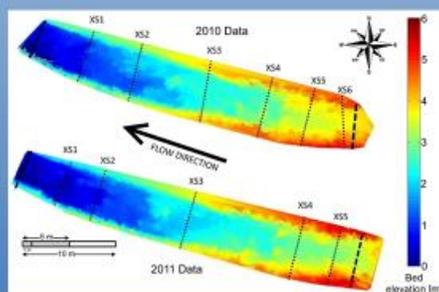
Cálculo de transporte de fondo

Modelo para el transporte de sedimento



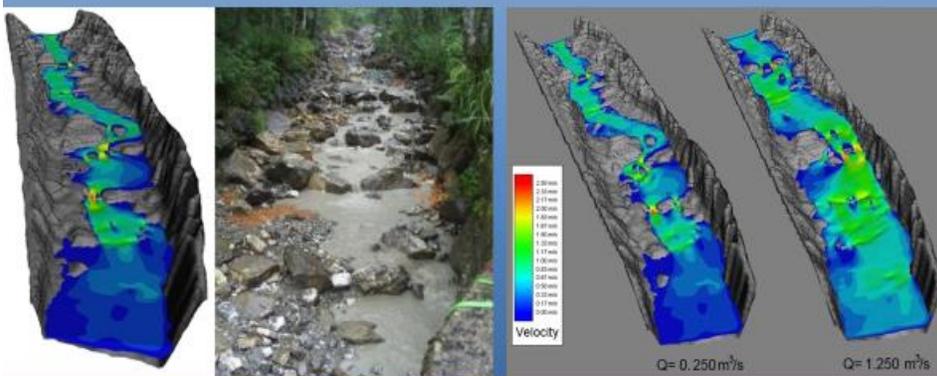
Cálculo de transporte de fondo

Mediciones de terreno



Cálculo de transporte de fondo

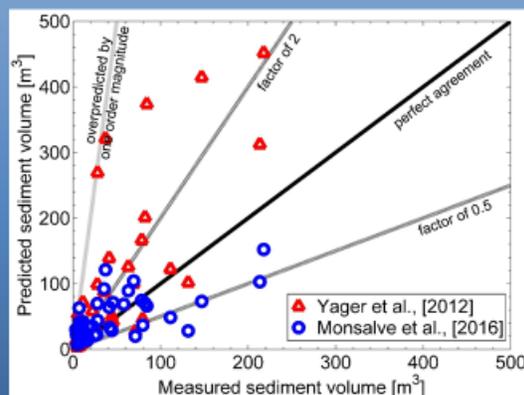
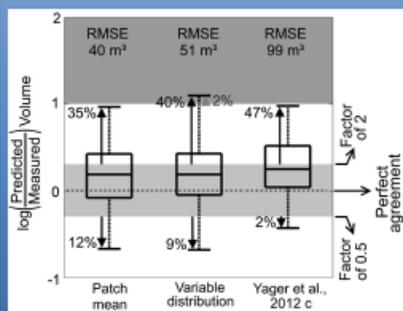
Modelo de flujo



RMSE WSE = 0.06 m

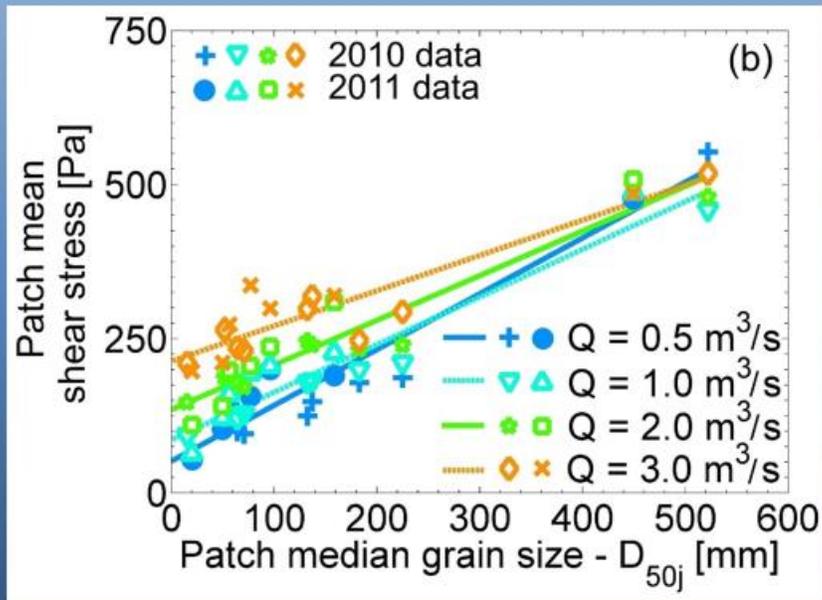
RMSE Velocidad = 0.08 m/s

Cálculo de transporte de fondo

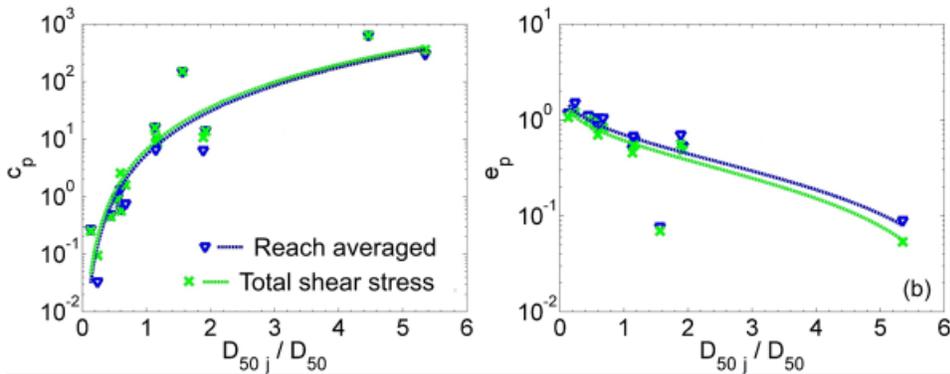


¡Mejora sustancial en los resultados!

Cálculo de transporte de fondo



Cálculo de transporte de fondo

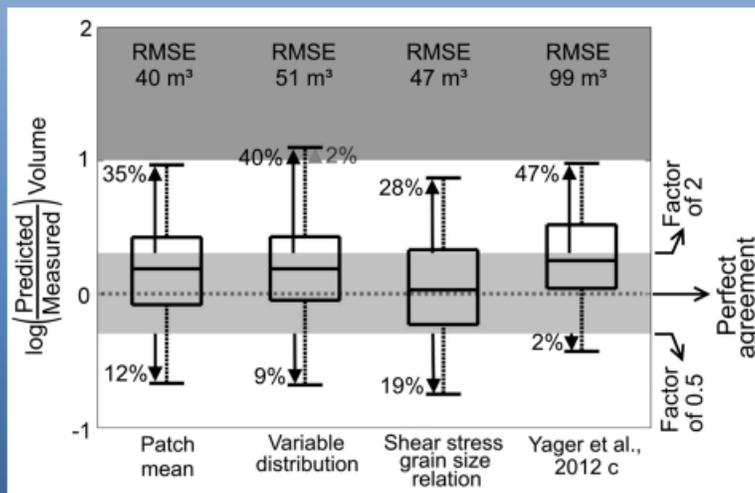


$$\bar{\tau}_j = c_p \bar{\tau} e_p$$

$$c_p = 5.31 \left(\frac{D_{50j}}{D_{50}} \right)^{2.52}$$

$$e_p = -0.37 \ln \left(\frac{D_{50j}}{D_{50}} \right) + 0.70$$

Cálculo de transporte de fondo



Precisión similar – mucho más fácil de usar

Preguntas?



Charla Mauricio Zambrano





Seminario "Adaptación al Cambio Climático y Recursos Hídricos"

Proyecto FIC "Laboratorio para el estudio hídrico de la cuenca, uso eficiente, monitoreo y predicción de caudales, aplicando modelo de redes neuronales artificiales y snow runoff model NASA para cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile"



Mauricio ZAMBRANO BIGIARINI	
Nombres y Apellidos	
12.165.265-K	Recursos Hídricos (Hidrología)
C.I.	Área de Especialidad
Av. Francisco Salazar 01145	
Dirección	
Temuco	Universidad de La Frontera
Ciudad	Institución
Mauricio.zambrano@ufrontera.cl	+56 45 259 2812
Correo Electrónico	Teléfono
Evaluación espacio-temporal de las estimaciones satelitales de precipitación IMERGv05-F sobre los diferentes climas y la compleja topografía de Chile	
Título del Estudio:	

Breve Resumen del estudio:

Este estudio evalúa exhaustivamente las mejoras de la versión 05 del producto satelital de precipitación "Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM" (IMERGv05-F) sobre su predecesor TMPA 3B42v7 en todo el territorio de Chile continental. Además, el desempeño de IMERGv05-F se compara con el de CHIRPS versión 2, un producto de precipitación satelital relativamente nuevo diseñado explícitamente para monitorear el cambio ambiental global en la tierra. Los tres productos satelitales de precipitación (SREs) se analizan en conjunto con los diversos gradientes climáticos y la compleja topografía de Chile, desde enero de 2015 hasta diciembre de 2016. Se utilizan diferentes escalas temporales (diaria, mensual, estacional, anual) en una comparación punto-a-píxel entre las series temporales medidas en 330 estaciones pluviométricas (desde el nivel del mar hasta 4600 msnm en la cordillera de los Andes) y los valores de la celda correspondiente de cada SRE (re-escalada a una grilla común de 0.25°). La eficiencia de Kling-Gupta modificada y sus tres componentes individuales (correlación, sesgo y variabilidad) se utilizan para identificar las diferencias entre los valores de precipitación registrados en cada SRE y aquellos medidos en los pluviómetros. Además, se utilizan dos índices categóricos (POD y FBias) para evaluar la capacidad de cada SRE para identificar correctamente diferentes intensidades de precipitación.

En general, los resultados revelaron que los tres SRE se desempeñaron mejor para en el húmedo sur (36.4-43.7°S) y Chile Central (32.2-36.4°S), en particular en las zonas de baja y media elevación (0-2000 msnm). Temporalmente, todos los productos se desempeñaron mejor durante el otoño y el invierno (MAM-JJA) en comparación con el verano (DJF) y la primavera (SON). Además, todos los SRE pudieron identificar correctamente la ocurrencia de eventos sin lluvia, pero presentaron una habilidad menor durante los días de lluvia. El desempeño de IMERGv05-F fue ligeramente mejor que el de 3B42v7 en el centro y sur de Chile, pero mostró una mejora importante en



Seminario "Adaptación al Cambio Climático y Recursos Hídricos"

Proyecto FIC "Laboratorio para el estudio hídrico de la cuenca, uso eficiente, monitoreo y predicción de caudales, aplicando modelo de redes neuronales artificiales y snow runoff model NASA para cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile"



el Norte Grande (17.5-26.0°S) y el Norte Chico (26.0-32.2°S). La mejora anterior se debió principalmente a la reducción en la sobreestimación de la cantidad de lluvia en elevaciones por sobre los 2000 msnm. Además, la identificación de todas las intensidades de lluvia superiores a 1 mm fue superior con IMERGv05-F en comparación a 3B42v7, con las mayores mejoras en eventos de luz (1-5 mm) y violentos (> 40 mm). Finalmente, la cantidad de eventos de lluvia fue bien capturada para eventos sin lluvia y violentos, mientras que fue ligeramente subestimada para eventos moderados (5-20 mm) y pesados (20-40 mm) y sobrestimada para eventos de lluvia ligera.

Fecha de Confirmación: 17-06-2019

[Firma manuscrita]
Firma



Motivación Área de estudio Datos Metodología Índices de desempeño Resultados Conclusiones Referencias

Precipitación (P): lluvia, nieve, granizo, ...

- Es un componente clave de los ciclos de **agua** y **energía**, que ayuda a regular el clima.
- De ella dependen muchos **ecosistemas** y variadas **actividades económicas**, en particular aquellas silvoagropecuarias y mineras.
- A diferencia de otras variables (e.g., Temp), la precipitación presenta una **baja correlación en el tiempo y el espacio** (su distribución puede ser **fractal** en el espacio y **discontinua** en el tiempo).
- Más aún, variaciones regionales de **topografía** pueden afectar su cantidad significativamente.

∴ La correcta estimación de su **cantidad, distribución e intensidad** es de fundamental importancia para la **toma de decisiones** y **gestión integrada de los recursos hídricos** de una cuenca.

IMERG-DF4Chile 3 / 31

Motivación Área de estudio Datos Metodología Índices de desempeño Resultados Conclusiones Referencias

Datos nacionales (públicos)

Tradicionales:

- Dirección General de Aguas (**DGA**):
- Dirección Meteorológica de Chile (**DMC**):
- Agroclima.cl (**FDF-INIA-DMC**)

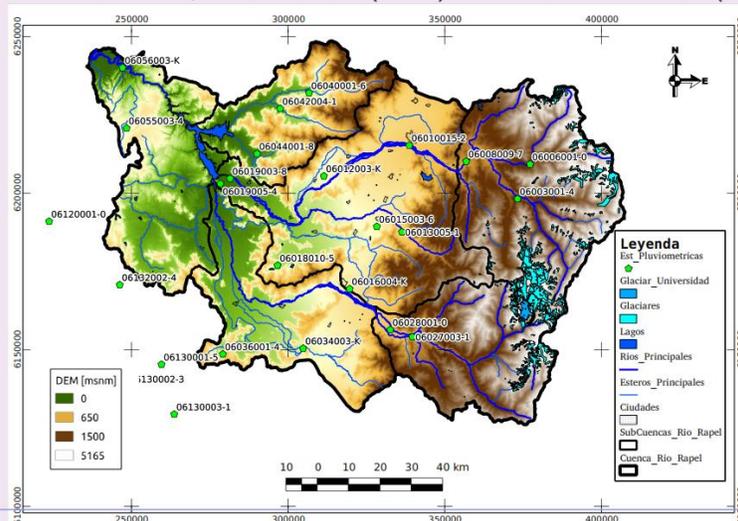
Recientemente:

- Climate Data Library (**IRI/LDEO**):
- Centro del Clima y la Resiliencia (**CR2**): Ene/1930 - 2018

IMERG-DF4Chile 4 / 31

Ejemplo: Cuenca del Río Rapel

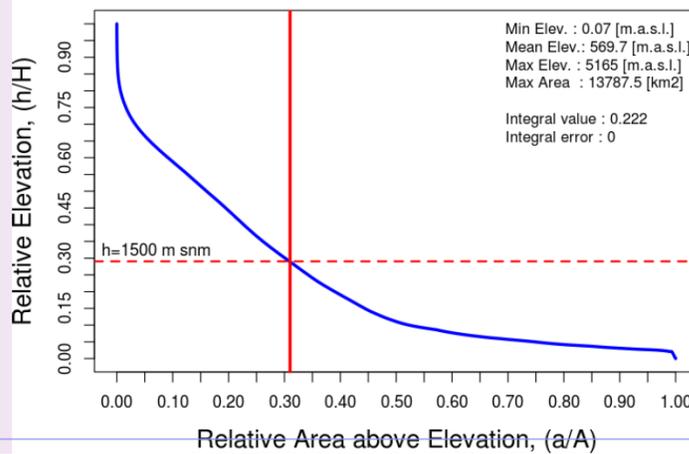
PCP diarias: 25 estaciones pluviométricas (DGA): ~ 1 cada 550 km² (0-1500 msnm)



PCP diarias: pocos datos en altura

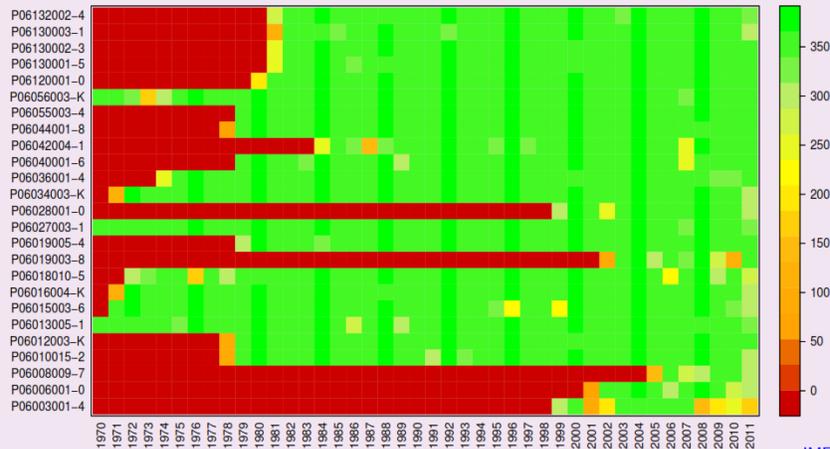
~ 31% de la cuenca SIN observaciones (mayores precipitaciones)

Curva Hipsométrica, Cuenca Río Rapel



PCP diarias: cortas y con datos faltantes

N° de días con información por año, en cada estación pluviométrica
Cuenca del Río Rapel



IMERG-DF4Chile 7 / 31

Algunas consecuencias:

- **Subestimación** de la cantidad en altura → grandes **incertezas** en la estimación de la **cantidad de P** que se utiliza como dato de entrada en modelos hidrológicos.
- Series temporales **incompletas** → **relleno** (desde otras estaciones incompletas).
- Insuficiente **distribución espacial** → problemas para modelación hidrológica de **quebradas** y pequeños **tributarios**.
- Información **escasa** → se recurre a **interpolación** para monitorear sequías
- Además, las mediciones *in situ* de precipitación se ven afectadas por el viento, fallas de instalación y otros **errores sistemáticos y aleatorios**.

IMERG-DF4Chile 8 / 31

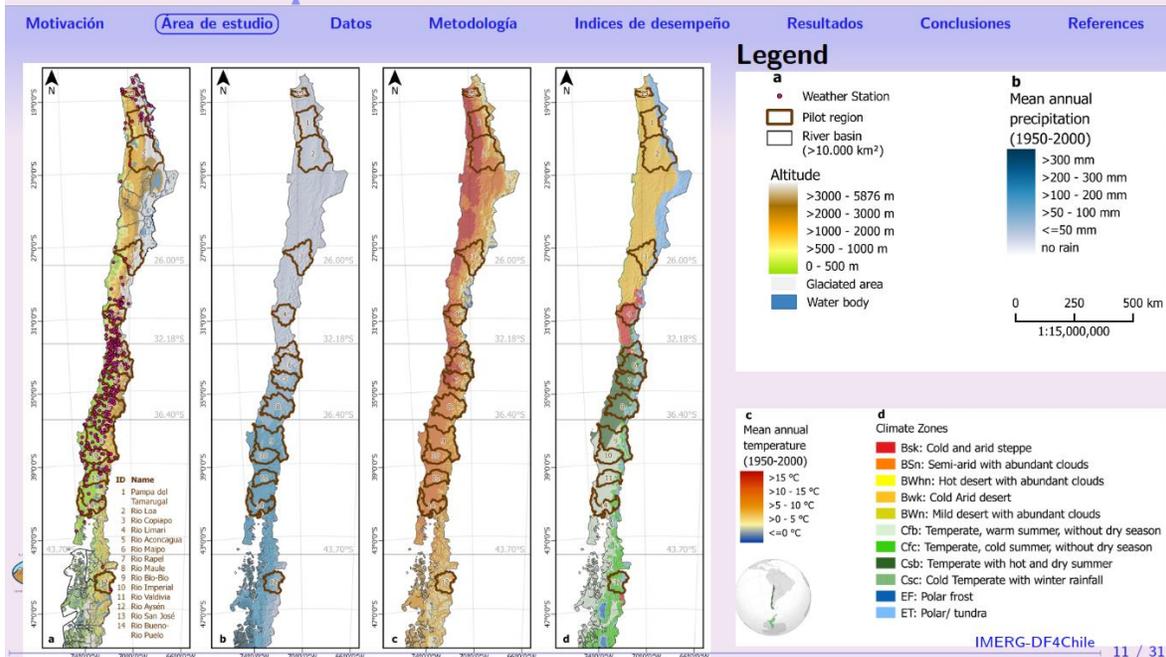
Estimaciones satelitales de precipitación (SREs)

- Los SREs han aparecido para tratar de **superar** muchas de las **limitaciones** de las mediciones *in situ*
- Varios SRFE se han vuelto operacionales en las últimas décadas, con cobertura **casi global** y de relativamente **alta resolución espacial y temporal**.
- La aparición de los SRFEs ha abierto **oportunidades sin precedentes** para aplicaciones hidrológicas en zonas con datos escasos o inexistentes.
- En particular, en 2014 el producto **Integrated Multi-satellitE Retrievals for Global Precipitation Measurement (IMERG)**, con una alta resolución espacial ($0.1 \times 0.1^\circ$) y temporal (30 minutos), se volvió **operacional y públicamente disponible**.

¿Cuanto mejor es IMERG que su predecesor 3B42v7 y que el mejor SRE disponible para Chile?



IMERG-DF4Chile 9 / 31



Área de estudio

Zonas macroclimáticas seleccionadas (adaptadas de DGA (2016)):

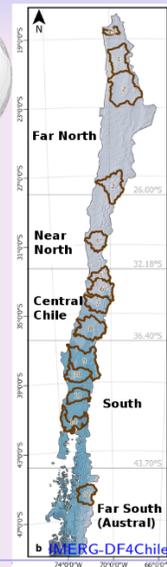
- Norte Grande : 17.5 - 26.0°S
- Norte Chico : 26.0 - 32.2°S
- Chile Central : 32.2 - 36.4°S
- Sur : 36.4 - 43.7°S
- Chile Austral : 43.7 - 56.0°S

Principales factores que controlan la precipitación:

- Variabilidad **interdecadal** está asociada a la **PDO** (Mantua et al., 1997).
- Variabilidad **interanual** está afectada por el **ENSO** (Garreaud and Battisti, 1999).

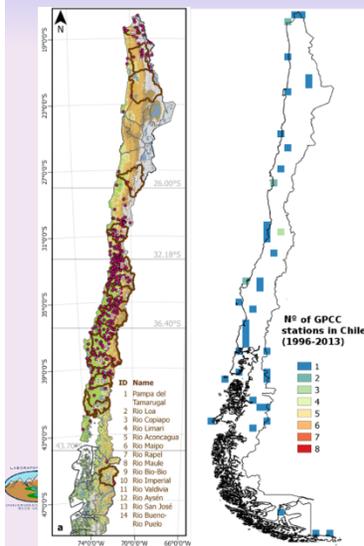


- La mayoría de la precipitación es de **origen frontal**.
- La P tiende a **aumentar con la latitud y con la altura** (Quintana and Aceituno, 2006).



12 / 31

Pluviómetros



Datos originales:

- 789 pluviómetros con datos diarios (CR2/DGA-DMC).
- Período temporal: Ene/1930 - Dic/2016.

Selección de estaciones:

- Período temporal : Ene/2015 - Dic/2016
- Criterio : < 4% de valores faltantes
- Estaciones seleccionadas: **299**



IMERG-DF4Chile 14 / 31

Satellite-based rainfall estimates (SREs) seleccionados

SRE	Full name (with hyperlink)	Latitudinal Coverage	Spatial Resol.	Temporal Coverage	Temporal Resol.	References
IMERG-DFv05	Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM Daily Final Precipitation L3, Version 5	60°N-60°S	0.10°	Mar-2014 - present	half-hourly, daily	Huffman et al. 2015
3B42v7	TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis research product 3B42 Version 7	50°N-50°S	0.25°	Jan-1998 - present	3-hourly, daily	Huffman et al. 2007, 2010
CHIRPSv2	Climate Hazards group Infrared Precipitation with Stations Version 2.0	50°N-50°S	0.05°	Jan-1981 - present	daily, pentadal, monthly	Funk et al. 2015



IMERG-DF4Chile 15 / 31

Comparación SREs vs pluviómetros (Zambrano-Bigiarini et al., 2017)

Comparación punto-a-pixel (Thiemig et al., 2012):

- 1 **Identificar** la celda del SRE que corresponde a la ubicación de cada pluviómetro.
- 2 **Agregar** las series temporales de cada SRE y cada pluviómetro hasta 7 escalas temporales (diaria → mensual → 4 estaciones → anual).
- 3 **Clasificar** cada valor diario de P (SREs y pluviómetros) en en una de 5 intensidades distintas.
- 4 Uso de índices **continuos** y **categoricos** de desempeño para comparar realizar la comparación SRE vs pluviómetro.

Todos los pasos anteriores se realizaron utilizando los paquetes **raster** (Hijmans, 2016), **hydroTSM** (Zambrano-Bigiarini, 2016b), y **hydroGOF** (Zambrano-Bigiarini, 2016a) de **R** (R Core Team, 2016)



IMERG-DF4Chile 17 / 31

Indices de desempeño continuos (hydroGOF)

Eficiencia modificada de Kling-Gupta (KGE' , Kling et al. 2012)

Se utilizó junto a sus tres componentes individuales (r , β , γ) para identificar posibles errores sistemáticos en cada SRE.

1 $KGE' = 1 - \sqrt{(r - 1)^2 + (\beta - 1)^2 + (\gamma - 1)^2}$: índice pseudo multi-objetivo

2 $r = \frac{Cov(S,O)}{\sigma_S \cdot \sigma_O}$: correlación lineal

3 $\beta = \frac{\mu_S}{\mu_O}$: sesgo

4 $\gamma = \frac{CV_S}{CV_O} = \frac{\sigma_S / \mu_S}{\sigma_O / \mu_O}$: variabilidad

where:

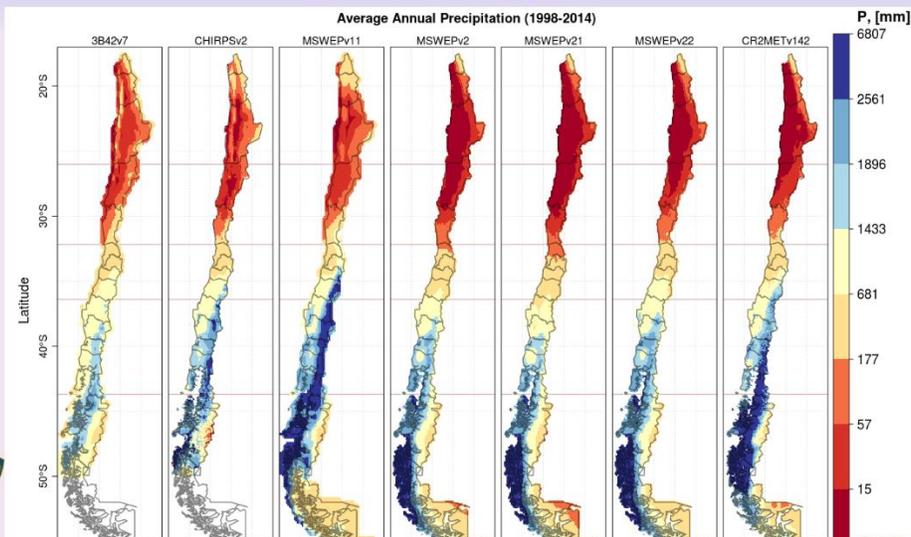


S: Valores de precipitación estimados mediante satélites, [mm].

O: Valores de precipitación observados en cada pluviómetro, [mm].



P media anual (1998-2014) para diferentes SREs



Conclusiones

- 1 Todos los SREs fueron capaces de **identificar correctamente** la ocurrencia de **días secos**, pero tuvieron un menor desempeño en identificar otras intensidades de precipitación
- 2 IMERGV05-F entregó una **mejor identificación de días con lluvia** que 3B42v7.
- 3 Todos los SREs tuvieron un **mejor desempeño** en las zonas **húmedas** del Sur (36.4-43.7°) y mediterráneas de Chile Central (32.2-36.4°S), en comparación a otras áreas más secas.
- 4 IMERG-DFv05 probó ser una **mejora importante** sobre 3B42v7 en las zonas con **alta elevación** (≥ 2000 m asl) del **hyper-arido** Norte Grande (17.5-26.0°S), y el Norte Chico (27.1°-32.2°S).
- 5 La mejora anterior se debió a una **disminución de la sobrestimación** de la cantidad de agua que precipita sobre los 2000 m asl.
- 6 Finalmente, la **cantidad de eventos de lluvia** fue bien capturada para **días secos** y **lluvia muy intensa** (≥ 40 mm), mientras que fue **ligeramente subestimada** para eventos **moderados** [5-20mm) e **intensos** [20-40mm) y **sobrestimada** para eventos **ligeros** [1, 5mm).



< mauricio.zambrano @ ufrontera.cl >



Charla Pilar Barría





Seminario "Adaptación al Cambio Climático y Recursos Hídricos"

Proyecto FIC "Laboratorio para el estudio hídrico de la cuenca, uso eficiente, monitoreo y predicción de caudales, aplicando modelo de redes neuronales artificiales y snow runoff model NASA para cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile"



Pilar Andrea Barría Sandoval <i>Nombres y Apellidos</i>	
16.337.945-7 <i>C.I.</i>	Modelación Hidrológica <i>Área de Especialidad</i>
Av. Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago <i>Dirección</i>	
Santiago <i>Ciudad</i>	Universidad de Chile <i>Institución</i>
pbarria@uchile.cl <i>Correo Electrónico</i>	+569 63974666 <i>Teléfono</i>
<i>Título del Estudio:</i>	Impactos del cambio climático en el otorgamiento de derechos de agua

Breve Resumen del estudio:
 La particular geografía y gran variabilidad climática del territorio chileno generan las condiciones propicias para una importante variabilidad espacial de la oferta hídrica. Si bien Chile es considerado un país rico en recursos hídricos, su disponibilidad en las zonas de mayor demanda (Norte y Centro) es mucho menor que en las zonas australes, donde hay menor concentración de la población y de los consumos. La escasez hídrica y los deficientes mecanismos de gestión de los recursos hídricos han favorecido el aumento de los conflictos sociales y ambientales en cuencas y acuíferos de distintos puntos del territorio. Dentro de las limitaciones de la institucionalidad a cargo de los recursos hídricos en Chile destacan las brechas de información sobre (1) cuánta agua hay otorgada, (1) cuánta agua hay disponible, y (3) cómo la no-estacionariedad de la hidrología puede afectar la seguridad hídrica del país, lo que entorpece la implementación de un marco de gestión integrada de recursos hídricos. En esta línea, el presente proyecto propone utilizar las herramientas de la hidrología y la geografía para estimar el grado de intervención antrópica de cuencas e incorporar los impactos del cambio climático en la asignación de agua en Chile para disminuir la vulnerabilidad frente a la escasez hídrica.

Fecha de Confirmación: 17 junio 2019

Pilar Andrea Barría Sandoval

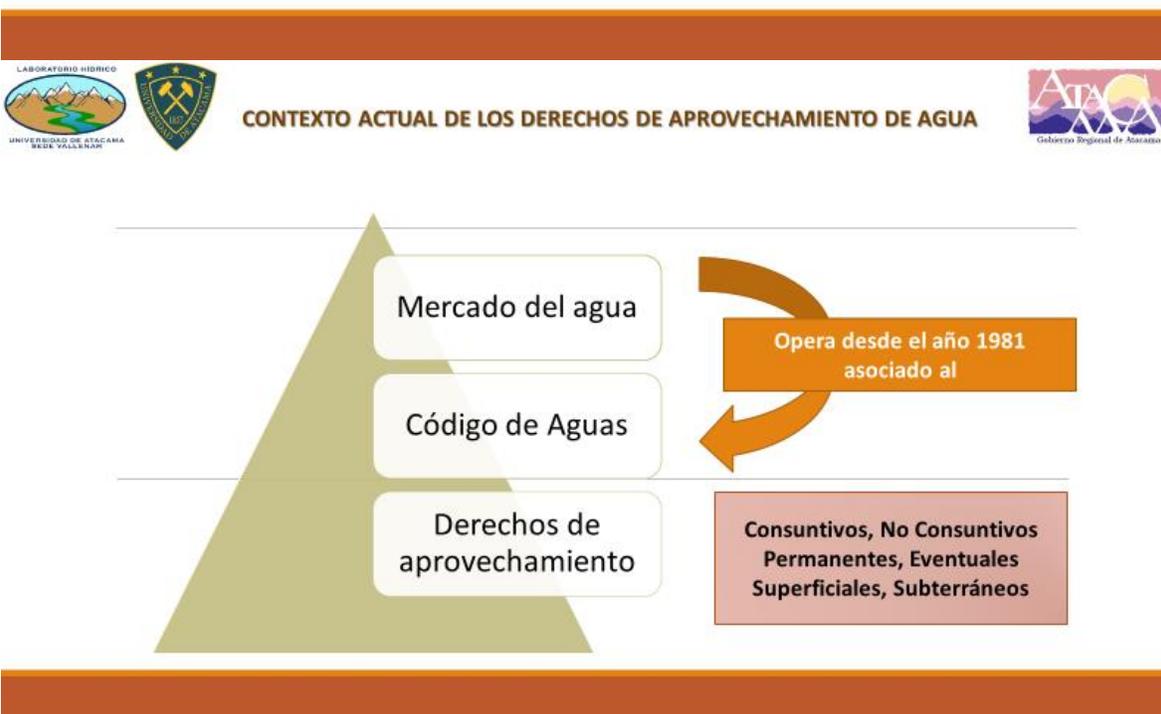
 Firma



¿Cómo estamos gestionando el agua en el contexto de cambio climático?

PILAR BARRIA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DE LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA
UNIVERSIDAD DE CHILE





METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DISPONIBLE PARA OTORGAMIENTO DE DERECHOS PERMANENTES Y EVENTUALES

DISPONIBILIDAD PARA OTORGAR DERECHOS PERMANENTES, MES i (DAP i)

$$Q_{DAP\ i} = Q_{85\ i} - Q_{ecol\ i}$$

DISPONIBILIDAD PARA OTORGAR DERECHOS EVENTUALES, MES i (DAE i)

$$Q_{DAE\ i} = Q_{5\ i} - Q_{DAP\ i}$$

Barria et al. (2018)



PROBLEMA. SISTEMA DE OTORGAMIENTO DE DERECHOS DE AGUA NO CONSIDERA LA NO ESTACIONARIEDAD DE LA HIDROLOGÍA



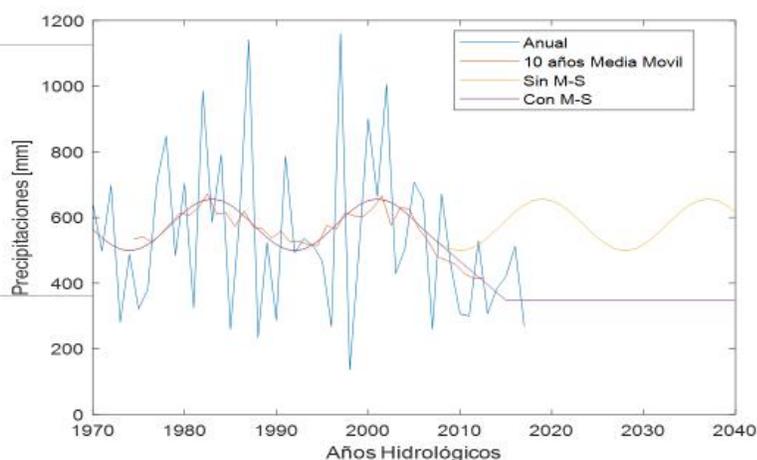


LA HIDROLOGÍA NO ES UN PROCESO ESTACIONARIO



Ejemplo, precipitación en Aculeo

Chadwick and Barria (2019)
Proyecto FIC Aculeo



BARRIA ET AL. (2018) Realizaron un análisis para evaluar el otorgamiento de derechos de agua en una Cuenca de Chile Central considerando hidrología no estacionaria





METODOLOGÍA DEL ESTUDIO



Barria et al. (2018)

Determinación del volumen disponible de agua para otorgar como derechos

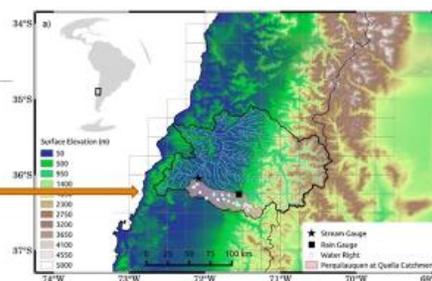


ZONA DE ESTUDIO

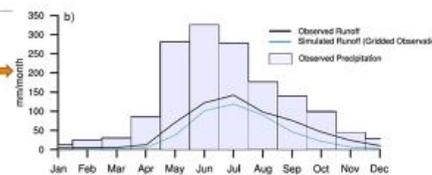


EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE OTORGAMIENTO DE DERECHOS DE AGUA EN UN CONTEXTO DE LARGO PLAZO

CASO DE ESTUDIO PERQUILAUQUÉN EN QUELLA



REGIMEN HIDROLÓGICO PLUVIAL



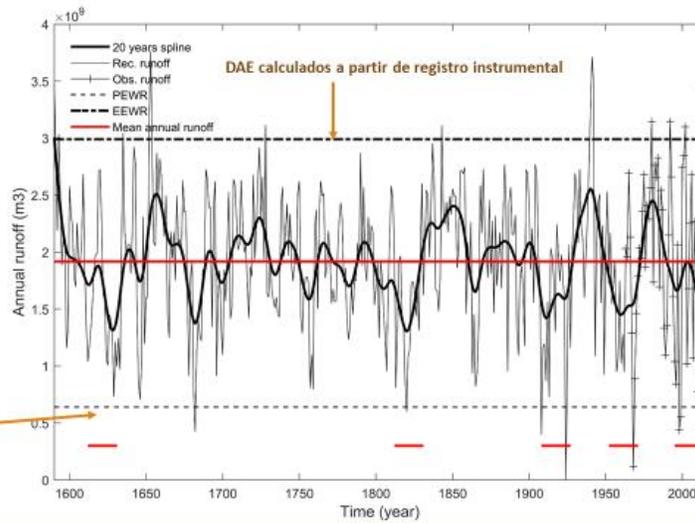
Barria et al. (2018)



RESULTADOS DEL ESTUDIO- CAUDAL RECONSTRUIDO



COMPARACIÓN DE VOLUMEN DISPONIBLE PARA OTORGAMIENTO DE DERECHOS PERMANENTES Y EVENTUALES EN UN CONTEXTO DE LARGO PLAZO, COMPARANDO LOS CAUDALES RECONSTRUIDOS A PARTIR DE ANILLOS DE CRECIMIENTO DE ÁRBOLES Y LOS OBSERVADOS O REGISTRADOS POR LA DGA



DAP calculados a partir de registro instrumental

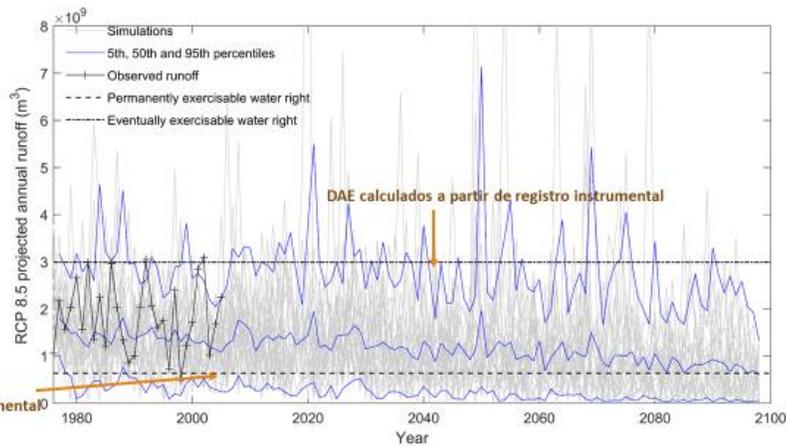
Barria et al. (2018)



COMPARACIÓN DE VOLUMEN DISPONIBLE PARA OTORGAMIENTO DE DERECHOS PERMANENTES Y EVENTUALES CONSIDERANDO PROYECCIONES DE CAUDAL



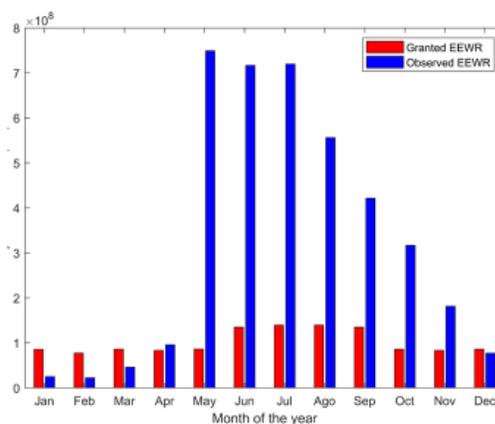
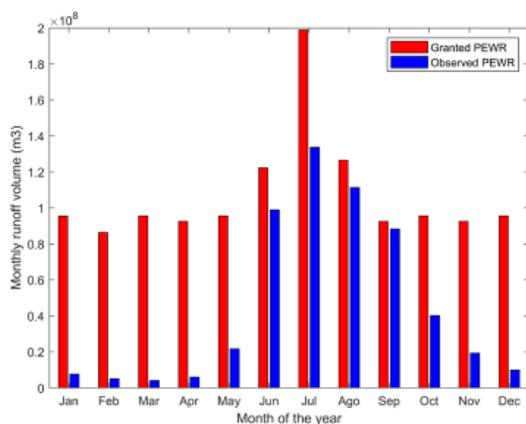
COMPARACIÓN DE VOLUMEN DISPONIBLE PARA OTORGAMIENTO DE DERECHOS PERMANENTES Y EVENTUALES EN UN CONTEXTO DE LARGO PLAZO, COMPARANDO LOS CAUDALES OBSERVADOS O REGISTRADOS POR LA DGA Y LOS RECONSTRUIDOS A PARTIR DE MODELOS GCM (CMIP5)



DAP calculados a partir de registro instrumental



DERECHOS OTORGADOS EN PERQUILAUQUÉN EN QUELLA COMPARADOS CON LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA TEÓRICA

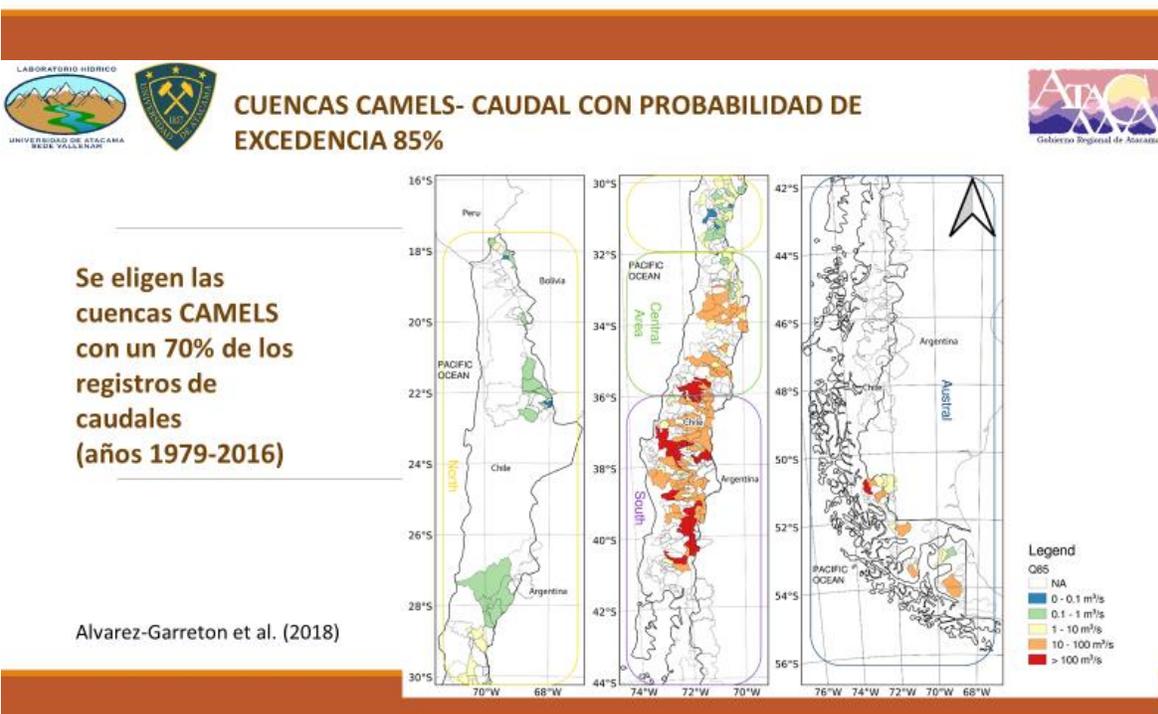


DERECHOS OTORGADOS EN PERQUILAUQUÉN EN QUELLA COMPARADOS CON LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA TEÓRICA



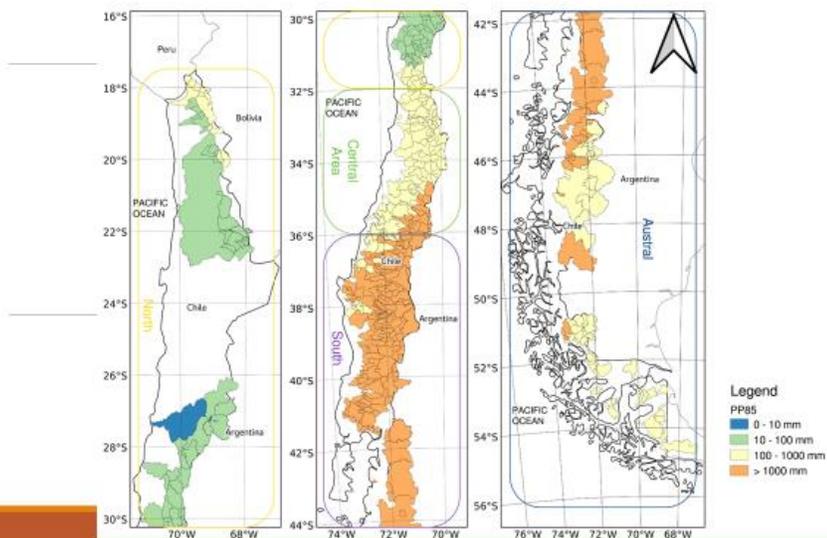


ESTUDIO DE DISPONIBILIDAD HÍDRICA Y OTORGAMIENTO DE DERECHOS DE AGUA EN CUENCAS CHILENAS





CUENCAS CAMELS- CAUDAL CON PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 85%

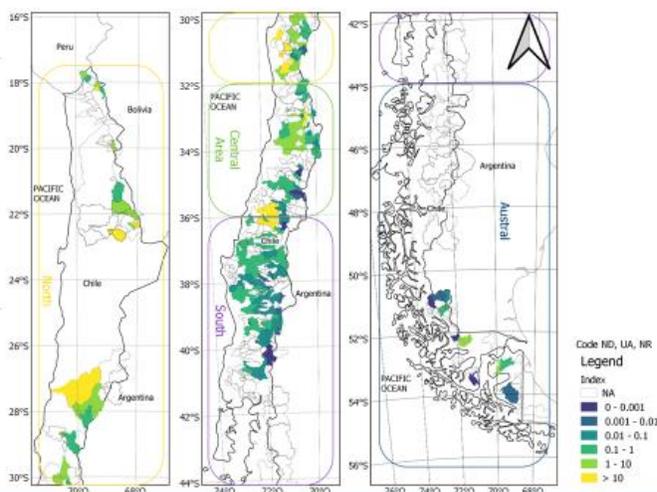


INDICES DE DERECHOS OTORGADOS VERSUS Q85



$$I_{Q85} = \frac{D O}{Q_{85}}$$

I_{Q85} : Índice Q_{85}
 $D O$: Derechos Anuales Otorgados
 Q_{85} : Caudal Anual con un 85% de probabilidad de excedencia



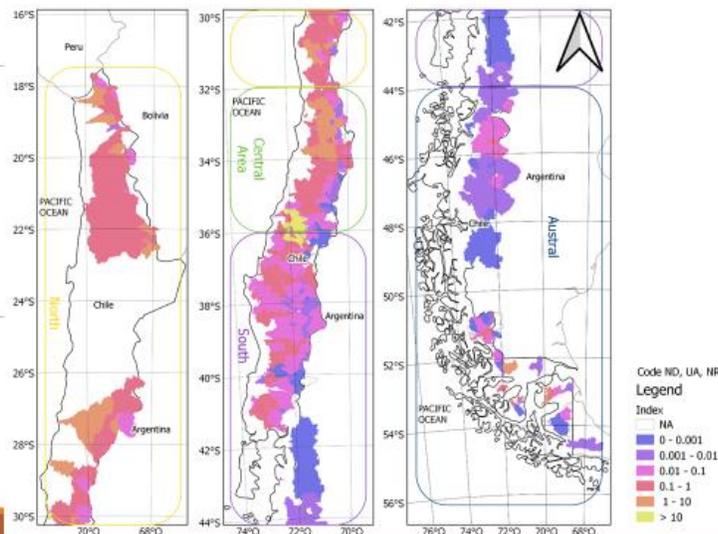


INDICES DE DERECHOS OTORGADOS VERSUS Q85

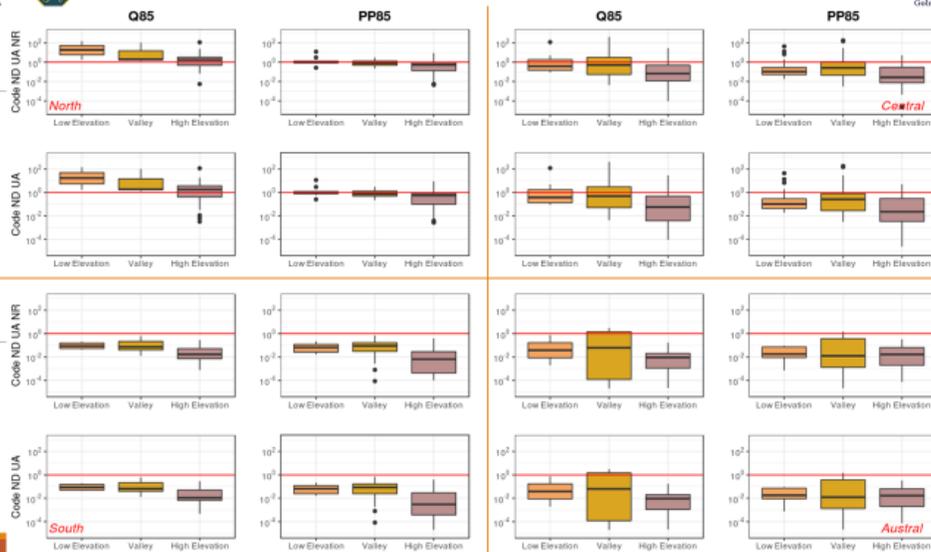


$$IP_{85} = \frac{DO}{A \cdot P_{85}}$$

IP₈₅: Índice P₈₅
DO: Derechos Anuales Otorgados
P₈₅: Precipitación con un 85% de probabilidad de excedencia
A: Área de la Cuenca



INDICES DE DERECHOS OTORGADOS VERSUS Q85 Y P85





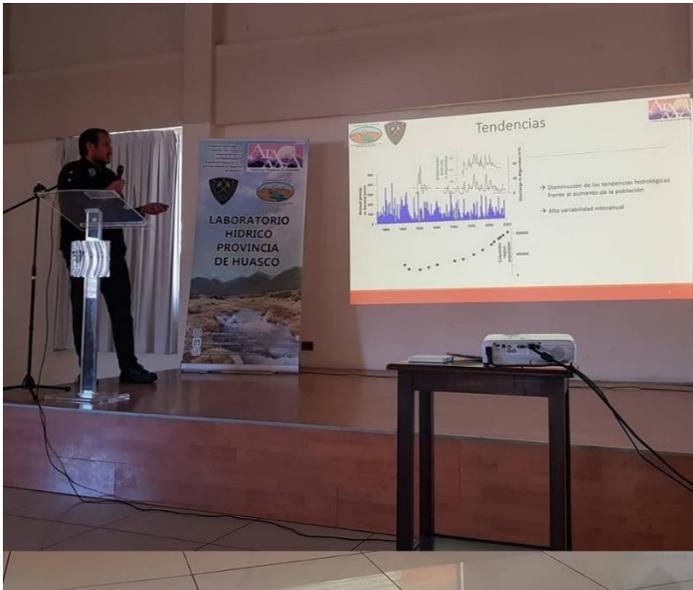
CONCLUSIONES



- La falta de registros fluviométricos continua siendo una limitación importante para la cuantificación de disponibilidad hídrica, lo cual es fundamental para el otorgamiento de derechos de agua
- La mayoría de las cuencas sobreotorgadas del país se ubican en la zona Norte y Centro del País. Lo que sin embargo es una subestimación de la disponibilidad hídrica pues no considera aún los derechos subterráneos
- Trabajo futuro considera el análisis de cambio climático y la evaluación del grado de intervención antrópica de las cuencas frente a una hidrología no estacionaria

Charla Remi Valois







Seminario "Adaptación al Cambio Climático y Recursos Hídricos"

Proyecto FIC "Laboratorio para el estudio hídrico de la cuenca, uso eficiente, monitoreo y predicción de caudales, aplicando modelo de redes neuronales artificiales y snow runoff model NASA para cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile"



Remi Valois <i>Nombres y Apellidos</i>	
262042901 <i>C.I.</i>	Hidrogeología <i>Area de Especialidad</i>
CEAZA, 1305 Raul Bitran, <i>Dirección</i>	
La Serena <i>Ciudad</i>	CEAZA <i>Institución</i>
Remi.valois@ceaza.cl <i>Correo Electrónico</i>	975936528 <i>Teléfono</i>
Título del Estudio:	Dinámica de los acuíferos en el Norte-Chico

Breve Resumen del estudio:

Los acuíferos están bajo alta presión en los valles transversales. Además, las tendencias de las precipitaciones están disminuyendo. Entonces, caracterizar las reservas, su evolución y su recarga es muy importante para la gestión del agua. Por eso, la dinámica espacio temporal de los niveles freáticos y de su recarga están caracterizados usando métodos estadísticos, temporales espectrales.

Firma



“Dinámica de los acuíferos en el Norte-Chico”

DR. REMI VALOIS, INVESTIGADOR AL CEAZA

27/06/2019 VALLENAR

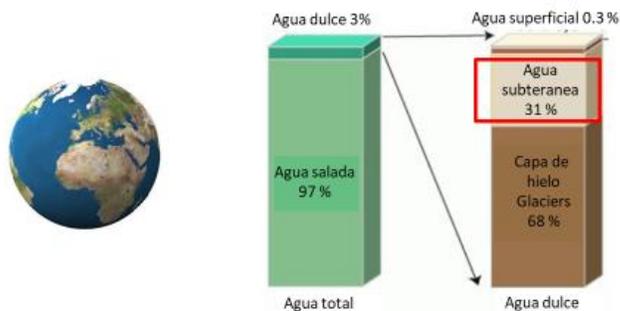


Plan

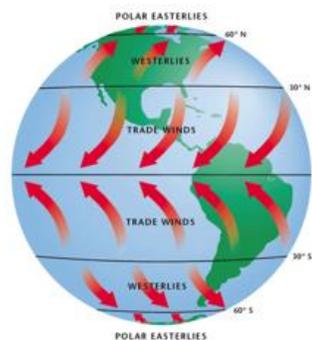
- Introducción con distintas escalas del ciclo del agua
- Tendencias a largo tiempo & frecuencias
- Sequías y sus impactos
- Los recursos escondidos en el subsuelo
- Estado de las tendencias de los acuíferos
- Caracterización de la recarga
- Conclusiones



Distribución de agua en el mundo



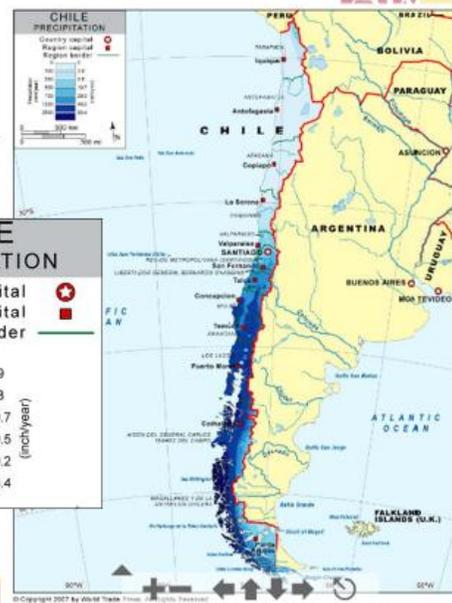
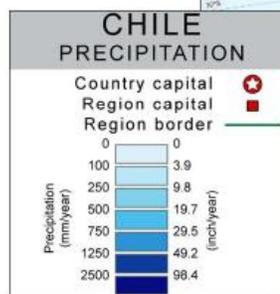
La escala del continente: Vientos



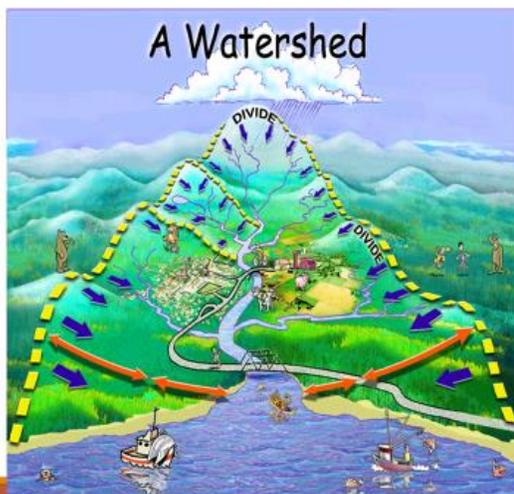


La escala del país: Precipitaciones

Salar de Atacama	≈ 15	
La Serena	≈ 140	
Santiago	≈ 340	
Concepcion	≈ 1100	mm / ano
Valdivia	≈ 1800	
Puerto Aysen	≈ 2600	
Punta Arenas	≈ 400	

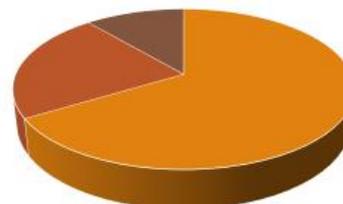


El concepto de cuenca



En el mundo

Balance hidrico

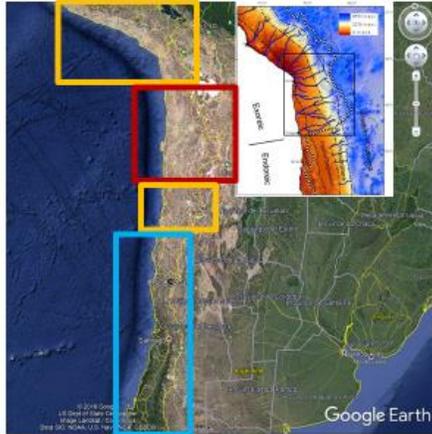


■ Evaporacion-Transpiracion ■ Flujo sup. ■ Flujo sub.

→ La agricultura es el mayor consumidor de agua



La escala de la región: tipo de cuencas

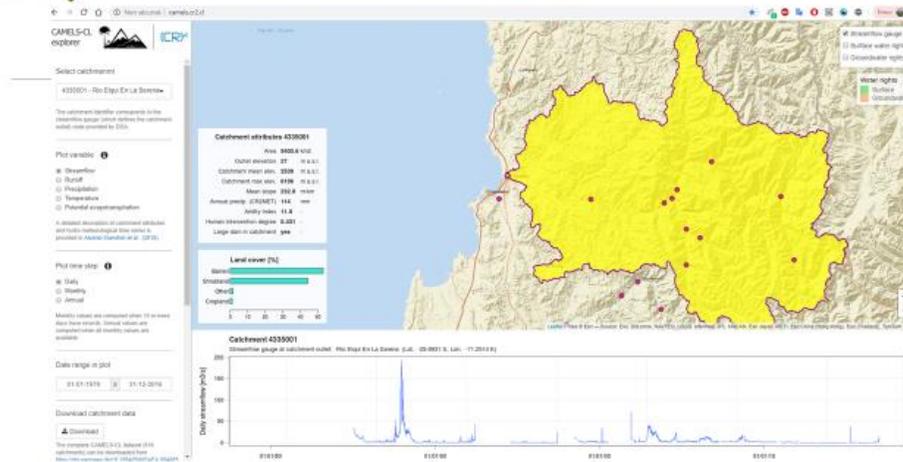


Desde el norte hacia el sur:

- Valles transversales (precipitaciones amazónicas)
- Cuencas endorreicas con salares
- Valles transversales con flujo episódico (precipitaciones del Pacífico)
- Valles transversales con flujo permanente (precipitaciones del Pacífico)



En la cuenca del Elqui

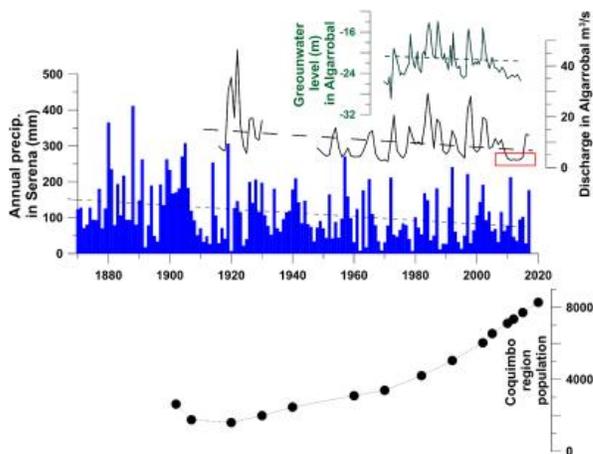


→ Definición de cuenca → Variabilidad de la salida (caudales) de la sistema





Tendencias

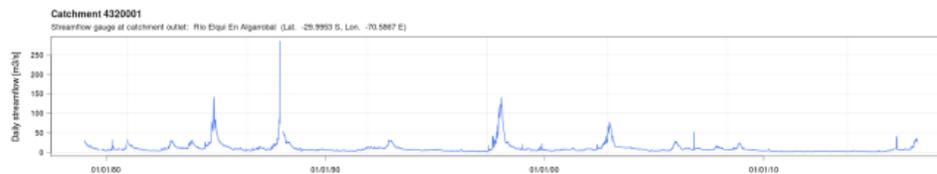
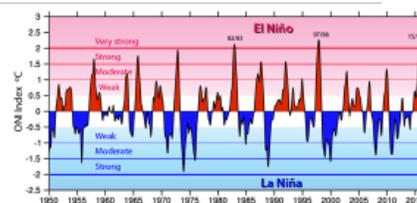
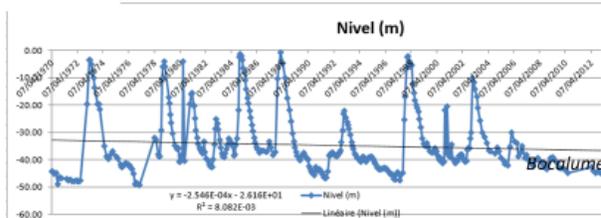


→ Disminución de las tendencias hidrológicas frente al aumento de la población

→ Alta variabilidad interanual

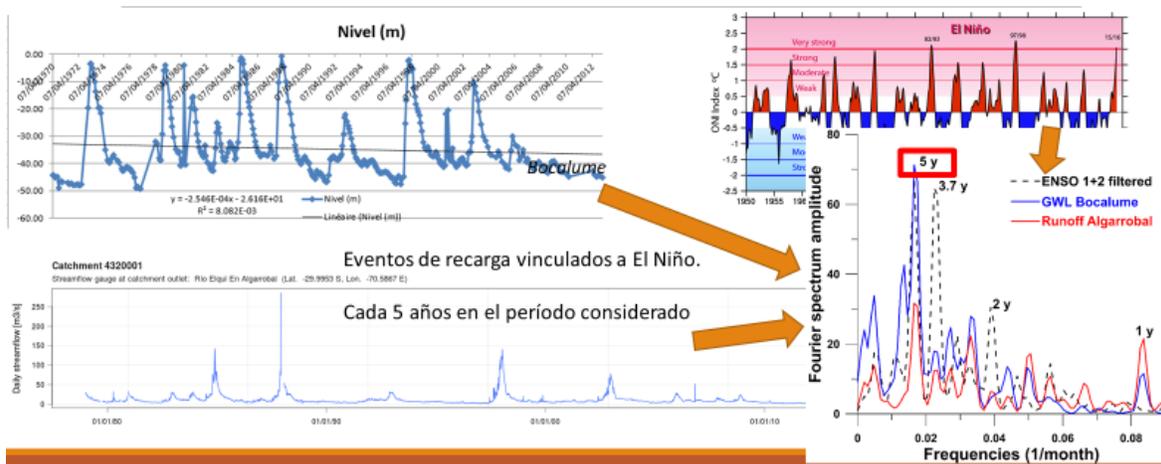


Frecuencias





Frecuencias



Que paso entre los años de recarga ?





Impactos de sequías

Situación Hídrica en la Región de Coquimbo

3.3 Capacidad v/s Almacenamiento de los embalses de la Región de Coquimbo.

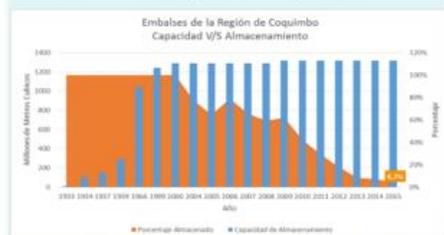


Gráfico nro. 2: Elaboración propia en base datos DGA 2015. CRDP

3.4 Disminución de las hectáreas regadas en la agricultura regional.



Gráfico nro. 3: Elaboración propia en base datos SAN 2015. CRDP

14



Tendencias de la demanda



Gráfico nro. 1: Elaboración propia en base a datos DGA "Estimaciones de Demanda de Agua y proyecciones futuras, Zona I Norte: Regiones I a IV, año 2007" CRDP

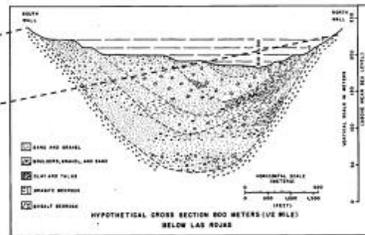
15



Y si deberíamos usar acuíferos profundos para gestionar sequías ?



Formación hasta 140 metros de profundidad sin tocar la roca madre cerca Vicuña
 → Un acuífero libre conectando al río
 → Un acuífero muy productivo sobre presión entre 40 y 65 m de profundidad



Sección transversal hipotética abajo Las Rojas (Jones, 1953)

Flujo sub. ≈ flujo sup. ≈ 4 m³/s

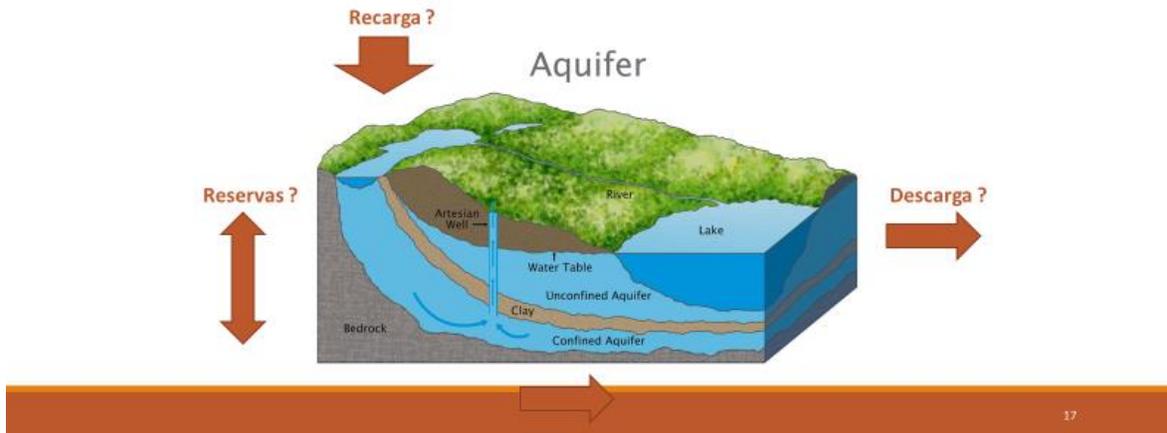




Cuanto y donde son las reservas ?



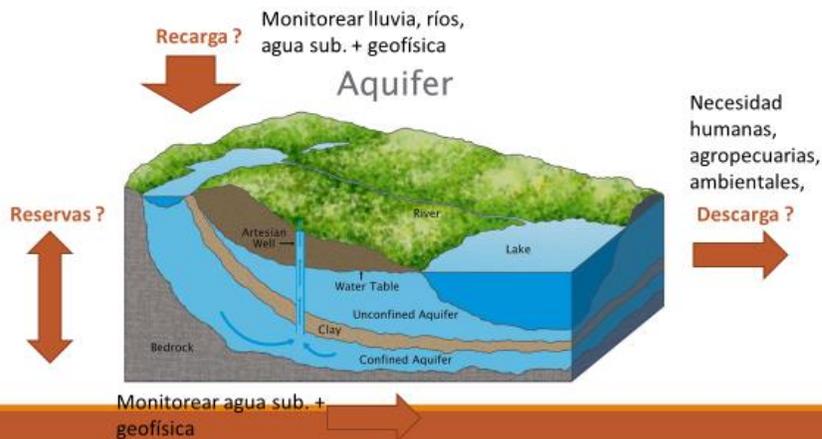
Algunos estudios han mostrado la profundidad del relleno sedimentario de las valles, pero ninguno de ellos cuantifica las reservas vinculadas y sus ubicaciones y profundidades





Cuanto y donde son las reservas ?

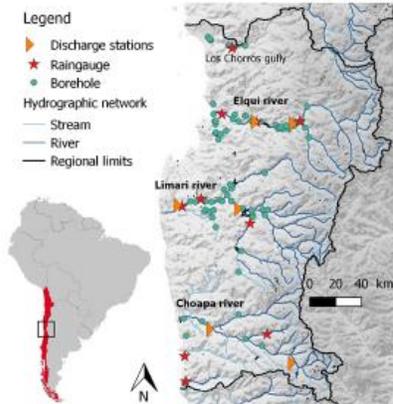
Algunos estudios han mostrado la profundidad del relleno sedimentario de las valles, pero ninguno de ellos cuantifica las reservas vinculadas y sus ubicaciones y profundidades



18



Que tenemos? Red de monitoreo de la DGA



Valois et al., submitted

Algunas informaciones aguas abajo de Limari & Elqui, pero poca in Choapa, acuíferos costeros, acuíferos de montaña

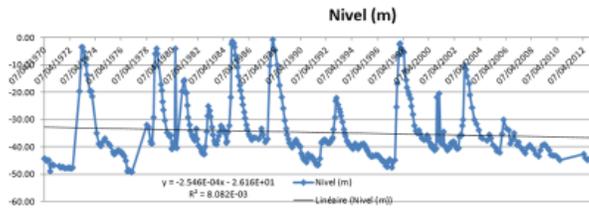
Brechas de datos en series de tiempo, datos influenciados por el bombeo



19



Prueba de tendencia estacional de Mann-Kendall

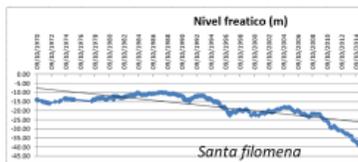


$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k)$$

- Evitar errores relacionados con las medidas tomadas en diferentes temporadas
- Confiar en el cálculo de la tendencia



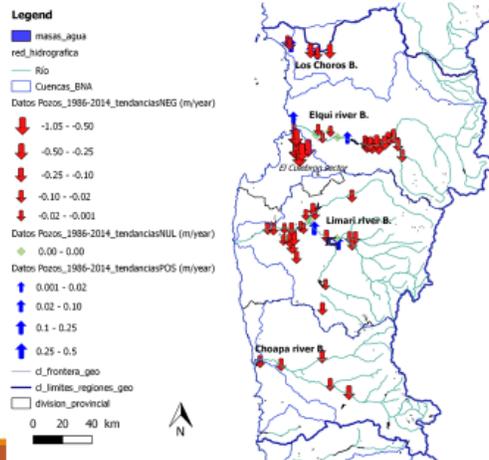
Mapa tendencias 1986-2014 en la región de Coquimbo



- El 80% de las series temporales tienen una tendencia descendente significativa.
- 10% sin tendencia significativa
- 10% de tendencia al alza significativa

Sector Pan de Azúcar muy negativo -1m/año & Elqui alto -30 cm/año

Seasonal Mann Kendall trend test & Sen's slope





CONCLUSIONES

- Mas eventos extremos (sequias, aluviones) que involucran una necesidad para una mejora gestión del agua:
- Mejorar el almacenamiento de anos con precips. altas (embalses, recarga artificial de acuíferos, protección de glaciares, colectores lluvia y neblina)
- Mejorar la gestión del agua para todos los actores (agric, minería, APR, biodiversidad...) con un uso mas sustentable en termo de cantidad (limitaciones, mejorar el riego, uso agua grises) y cualidad (planta tratamiento, polución minerías, pesticidas), especialmente en caso de sequias.



Se necesita por eso mas conocimientos sobre la recarga de los recursos hídricos (meteorología, precipitaciones, sublimación, infiltraciones) y el estado de las reservas y sus ubicaciones (glaciares, acuíferos)

Anexo “Resumen de Gastos Ejecutados”.

En la siguiente tabla se presenta un detalle general de los montos adjudicados por el proyecto, montos transferidos, gastos ejecutados y saldo final, el cual corresponde a \$15.360.223 del monto total adjudicado y transferido. De acuerdo a esta información se puede apreciar que financieramente el proyecto se ejecutó en un 89,74%.

RESUMEN EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA	
MONTO	\$149.770.000
MONTO TRANSFERIDO	\$149.770.000
GASTO	\$134.409.777
SALDO (DEL TOTAL)	\$15.360.223
SALDO (DEL TOTAL)	\$15.360.223

Finalmente, se presenta un detalle de la evolución de los gastos del proyecto por ítem y por mes, que representa las rendiciones realizadas durante toda la vigencia del proyecto.

TITULO III Rendición de Fondos Entregados a Terceros Públicos

I.- IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO O ENTIDAD QUE TRANSFIRIÓ LOS RECURSOS

DÍA / MES / AÑO
Abril de 2020

a) Nombre del servicio o entidad otorgante: GOBIERNO REGIONAL DE ATACAMA

II.- IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO O ENTIDAD QUE RECIBIÓ Y EJECUTÓ LOS RECURSOS

b) Nombre del servicio o entidad receptora: UNIVERSIDAD DE ATACAMA RUT: 71.236.700-8

Monto total transferido moneda nacional (o extranjera) a la fecha	Monto en \$ o US\$*
	149.770.000
Banco o Institución Financiera donde se depositaron los recursos	BANCO DE CREDITO E INVERSIONES (BCI)
N° Cuenta Bancaria	14088070
Comprobante de ingreso	Fecha 07/11/2017 N° comprobante 2017110004
Comprobante de ingreso	Fecha 22/05/2018 N° comprobante 2018050016
Comprobante de ingreso	Fecha 31/10/2018 N° comprobante 2018100014
Comprobante de ingreso	Fecha 29/03/2019 N° comprobante 2019030085
Comprobante de ingreso	Fecha 29/05/2019 N° comprobante 2019050007

Objetivo de la Transferencia Laboratorio para el estudio hídrico de la cuenca, uso eficiente, monitoreo y predicción de caudales aplicando modelo de redes neuronales artificiales y snow runoff model NASA para la Cuenca del Río Huasco, región de Atacama, Chile.

N° de identificación del proyecto o Programa Código BIP 30486526-0

Antecedentes del acto administrativo que lo aprueba: N° 340 Fecha 28-09-2017 Servicio Gobierno Regional de Atacama
 Modificaciones N° 13 Fecha 15-02-2019 Servicio Gobierno Regional de Atacama

	Subtitulo	Item	Asignación
Item Presupuestario	33	3	317
O Cuenta contable			

Fecha de inicio del Programa o proyecto	28	9	2017
Fecha de término	31	7	2019
Periodo de rendición	Cierre de proyecto		

III.- DETALLE DE TRANSFERENCIAS RECIBIDAS Y GASTOS RENDIDOS DEL PERÍODO

MONTOS EN \$

a) Saldo pendiente por rendir del período anterior	\$ 149.770.000
b) Transferencias recibidas o Reintegros realizados en el período de la rendición	\$ 0
c) Total Transferencias a rendir	\$ 149.770.000 (a + b) = c
2. RENDICIÓN DE CUENTA DEL PERÍODO	
d) Gastos de Operación	\$ 36.337.362
e) Gastos de Personal	\$ 40.941.114
f) Gastos de Inversión	\$ 57.131.301
g) Total recursos rendidos	\$ 134.409.777 (d + e + f) = g
h) SALDO PENDIENTE POR RENDIR PARA EL PERÍODO SIGUIENTE	\$ 15.360.223 (c - g)

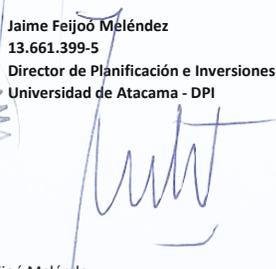
IV.- DATOS DE LOS FUNCIONARIOS RESPONSABLES Y QUE PARTICIPARON EN EL PROCESO

Nombre del Funcionario	Marino Zepeda Zepeda	Nombre del Funcionario	Juan Salvador Campos Nazer
RUT	15.869.395-K	RUT	17.722.083-3
Cargo	Analista de Seguimiento y Control	Cargo	Director de Proyecto
Dependencia	Universidad de Atacama - DPI	Dependencia	Campus Costanera - Sede Vallenar - UDA



 Marino Zepeda Zepeda
 Firma y nombre del responsable de la Rendición


 Juan Salvador Campos Nazer
 Firma y nombre del responsable de la Rendición



 Jaime Feijóo Meléndez
 Firma y nombre del responsable de la Rendición

* Cuando corresponda determinar el valor del tipo de cambio, se estará a aquel vigente al momento de realizarse la respectiva operación.

**** Anexo a este formato de rendición de cuentas se deberá acompañar en el mismo orden los antecedentes que respaldan las operaciones de la presente rendición de cuentas.

**DETALLE RENDICIÓN DE CUENTAS PROYECTO FIC "Laboratorio para el estudio hídrico de la cuenca, uso eficiente, monitoreo y predicción de caudales aplicando modelo de redes neuronales artificiales y snow runoff model NASA para la Cuenca del Río Huasco, región de Atacama, Chile."
CÓDIGO BIP 30486526-0**

TIPO DE GASTO*	COMPROBANTE DE EGRESO		DETALLE DOCUMENTO DE RESPALDO			DESCRIPCIÓN DE LA LABOR REALIZADA O DETALLE DEL GASTO	FORMA DE PAGO EFECTIVO / TRANSFERENCIA / CHEQUE	MONTO EN \$ O US\$
	N°	FECHA	N°	TIPO (FACTURA, BOLETA, LIQUIDACIÓN U OTRO)	NOMBRE PROVEEDOR O PRESTADOR DE SERVICIOS			
Gastos de Personal	2017120252	22-12-2017	34	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Pago Honorarios mes de Noviembre de 2017. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio). .	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2017120253	22-12-2017	1	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Pago Honorarios mes de Noviembre de 2017. (Técnico y/o profesional 1). .	Cheque	240.000
Gastos de Personal	2017120333	26-12-2017	35	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Pago Honorarios mes de Diciembre de 2017. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio). .	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2017120333	26-12-2017	2	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Pago Honorarios mes de Diciembre de 2017. (Técnico y/o profesional 1). .	Cheque	240.000
Gastos de Inversión	2017120380	28-12-2017	1002036	FACTURA	INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN RICARDO RODRIGUEZ Y CIA. LIMITADA	Compra de impresora Láser HP PRO 400 Color M452DW Unidad. (Impresora láser color)	Cheque	270.044
Gastos de Operación	2018010103	24-01-2018	40	BOLETA DE HONORARIOS	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°01/2017, Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto FIC1602 por traslado a Santiago a revisar in situ las estaciones meteorológicas a adquirir por el proyecto. Día 26-28/12/2017. (Viático Nacional)	Cheque	48.000
Gastos de Operación	2018010104	24-01-2018	37	BOLETA DE HONORARIOS	JOSE HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°02/2017, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo del proyecto FIC1602 por traslado a Santiago a revisar in situ las estaciones meteorológicas a adquirir por el proyecto. Día 26-28/12/2017. (Viático Nacional)	Cheque	48.000

Gastos de Operación	2018010110	24-01-2018	2187	FACTURA	COMERCIALIZADORA TODOTABLET SPA	Compra de 01 NAS Western Digital My Cloud 3TB (Disco Duro Externo) y 01 Router Linksys EA4500 Dual-Band N900 With Gigabit and USB (Router) para uso en el Laboratorio (Insumos Computacionales)	Cheque	255.551
Gastos de Operación	2018010112	25-01-2018	716	FACTURA	CONSULTING SERVICES S.A.	Compra de 01 SSD Crucial MX300 1TB 2,5" (Disco Duro Interno) para uso en el Laboratorio (Insumos Computacionales)	Cheque	237.304
Gastos de Operación	2018030047	13-03-2018	40	BOLETA DE HONORARIOS	JOSE HORACIO ESPINOZA ABURTO	Viático, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por salida a Santiago día 05 - 07/03/2018 participación en Seminario Internacional"	Cheque	48.000
Gastos de Operación	2018030047	13-03-2018	41	BOLETA DE HONORARIOS	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	Viático, Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por salida a Santiago día 05 - 07/03/2018 participación en Seminario Internacional"	Cheque	48.000
Gastos de Inversión	2018030089	16-03-2018	4254	FACTURA	ERGOTEC MUEBLES S.A.	Compra de mobiliario para implementación del laboratorio en la Sede Vallenar de la Universidad de Atacama (Mobiliario para laboratorio)	Cheque	983.714
Gastos de Inversión	2018030123	21-03-2018	36124	FACTURA	DELL COMPUTER DE CHILE LTDA.	Compra de 02 monitores Viewsonic CDE3203 32" (Monitor)	Cheque	651.474
Gastos de Inversión	2018030124	21-03-2018	36125	FACTURA	DELL COMPUTER DE CHILE LTDA.	Compra de 01 Desktop Dell Optiplex 7050 SFF/ Intel Core I7-7700 / 16GB RAM / 256 GB SSD + 1TB SATA / WIN 10 PRO (Computador de Escritorio)	Cheque	927.603
Gastos de Inversión	2018030125	21-03-2018	36758	FACTURA	DELL COMPUTER DE CHILE LTDA.	Compra de 01 Desktop Dell Precision Tower 3620/Intel Core I7-7700K/64GB RAM/1TB SSD/WIN10 PRO (Computador de Escritorio)	Cheque	1.945.664
Gastos de Inversión	2018030126	21-03-2018	36671	FACTURA	DELL COMPUTER DE CHILE LTDA.	Compra de 01 Laptop Dell Precision Mobile 3520/Intel Core I7-7820HQ/32GB RAM / 512GB / WIN10 PRO (Notebook)	Cheque	1.226.518

Gastos de Operación	2018040047	10-04-2018	303356963	COMPROBANTE	EMPRESA DE TRANSPORTES RURALES LIMITADA	Compra de pasaje Vallenar - Santiago por traslado (Ida) del director del proyecto, Sr. Juan Campos Nazer a revisión in situ de las estaciones meteorológicas a adquirir por el proyecto día 26 al 28 de diciembre de 2017 (Pasajes terrestre)	Cheque	20.300
Gastos de Operación	2018040047	10-04-2018	303356965	COMPROBANTE	EMPRESA DE TRANSPORTES RURALES LIMITADA	Compra de pasaje Vallenar - Santiago por traslado (Ida) del Geólogo Experto, Sr. José Espinoza Aburto a revisión in situ de las estaciones meteorológicas a adquirir por el proyecto día 26 al 28 de diciembre de 2017 (Pasajes terrestre)	Cheque	20.300
Gastos de Operación	2018040047	10-04-2018	303356966	COMPROBANTE	EMPRESA DE TRANSPORTES RURALES LIMITADA	Compra de pasaje Santiago - Vallenar por traslado (Regreso) del director del proyecto, Sr. Juan Campos Nazer por revisión in situ de las estaciones meteorológicas a adquirir por el proyecto día 26 al 28 de diciembre de 2017 (Pasajes terrestre)	Cheque	9.600
Gastos de Operación	2018040047	10-04-2018	303356964	COMPROBANTE	EMPRESA DE TRANSPORTES RURALES LIMITADA	Compra de pasaje Santiago - Vallenar por traslado (Regreso) del Geólogo Experto del proyecto, Sr. José Espinoza Aburto por revisión in situ de las estaciones meteorológicas a adquirir por el proyecto día 26 al 28 de diciembre de 2017 (Pasajes terrestre)	Cheque	9.600
Gastos de Operación	2018040047	10-04-2018	1072586770	COMPROBANTE	EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS METRO S.A.	Recarga de tarjeta BIP para traslado en Santiago por actividad visita a proveedor para revisión de estaciones meteorológicas a adquirir en el proyecto (Pasajes terrestre)	Cheque	2.000

Gastos de Operación	2018040047	10-04-2018	000N5A85B791F9	COMPROBANTE	TRANSPORTES MUÑOZ BROCO LIMITADA	Compra de pasaje Vallenar - Santiago por traslado (Ida) del director del proyecto, Sr. Juan Campos Nazer a participar en seminario Internacional "Inversiones e Investigaciones Hídricas frente al cambio climático" para exponer el proyecto y avances ante la embajada de Hungría en Chile(Pasajes terrestre)	Cheque	25.000
Gastos de Operación	2018040047	10-04-2018	000N901095E14A	COMPROBANTE	TRANSPORTES MUÑOZ BROCO LIMITADA	Compra de pasaje Vallenar - Santiago por traslado (Ida) del Geólogo Experto, Sr. José Espinoza Aburto a participar en seminario Internacional "Inversiones e Investigaciones Hídricas frente al cambio climático" para exponer el proyecto y avances ante la embajada de Hungría en Chile (Pasajes terrestre)	Cheque	25.000
Gastos de Operación	2018040047	10-04-2018	6355940	COMPROBANTE	EMPRESA DE TRANSPORTES PULLMAN CHILE S.A.	Compra de pasaje Santiago - Vallenar por traslado (Regreso) del director del proyecto, Sr. Juan Campos Nazer por participación en seminario Internacional "Inversiones e Investigaciones Hídricas frente al cambio climático" para exponer el proyecto y avances ante la embajada de Hungría en Chile (Pasajes terrestre)	Cheque	22.000
Gastos de Operación	2018040047	10-04-2018	6355939	COMPROBANTE	EMPRESA DE TRANSPORTES PULLMAN CHILE S.A.	Compra de pasaje Santiago - Vallenar por traslado (Regreso) del Geólogo Experto del proyecto, Sr. José Espinoza Aburto por participación en seminario Internacional "Inversiones e Investigaciones Hídricas frente al cambio climático" para exponer el proyecto y avances ante la embajada de Hungría en Chile (Pasajes terrestre)	Cheque	22.000

Gastos de Operación	2018040105	20-04-2018	1180502	BOLETA	SUCESION JULIO ALBERTO SALINAS ALDANA	Compra de adaptadores enchufes para conectar los monitores en el laboratorio (Insumos computacionales)	Cheque	5.960
Gastos de Operación	2018040105	20-04-2018	220914	BOLETA	LUIS ALFREDO CARMONA	Compra de Opalina blanca y sobres para distribuir invitación de actividad de lanzamiento del proyecto (Fungibles)	Cheque	9.000
Gastos de Operación	2018050052	09-05-2018	857939693	BOLETA	RENDIC HERMANOS S.A.	Compra de alimentación para complementar coctel actividad de lanzamiento del proyecto (Difusión - Alimentación)	Cheque	37.220
Gastos de Operación	2018050052	09-05-2018	1166675421	BOLETA	CENCOSUD RETAIL S.A.	Compra de alimentación para complementar coctel actividad de lanzamiento del proyecto (Difusión - Alimentación)	Cheque	12.450
Gastos de Operación	2018050052	09-05-2018	1167528743	BOLETA	CENCOSUD RETAIL S.A.	Compra de alimentación para complementar coctel actividad de lanzamiento del proyecto (Difusión - Alimentación)	Cheque	10.590
Gastos de Operación	2018050052	09-05-2018	34	FACTURA	ELBA LILA MENDEZ GAJARDO	Compra de alimentación para complementar coctel actividad de lanzamiento del proyecto (Difusión - Alimentación)	Cheque	90.000
Gastos de Operación	2018050157	28-05-2018	3576	FACTURA	RICARDO RODRÍGUEZ Y CIA. LTDA.	Compra de Toner y tintas para uso en actividades del proyecto (Fungibles)	Cheque	891.695
Gastos de Operación	2018050158	28-05-2018	590193	BOLETA	ADMINISTRADORA DE VENTAS AL DETALLE LIMITADA	Combustible vehículo placa patente N°GRPJ-22 por traslado desde vallenar a Comuna Alto del Carmen y sectores aledaños para revisión de estaciones fluviométricas, medición de caudales, revisión de ubicación de estaciones, monitoreos hídricos. Combustible utilizado entre el día 19/05/2018 y 21/05/2018. (Sr. Juan Campos Nazer) (Petróleo)	Cheque	19.756

Gastos de Operación	2018050158	28-05-2018	590192	BOLETA	ADMINISTRADORA DE VENTAS AL DETALLE LIMITADA	Combustible vehículo placa patente N°GRPJ-22 por traslado desde vallenar a Comuna Alto del Carmen y sectores aledaños para revisión de estaciones fluviométricas, medición de caudales, revisión de ubicación de estaciones, monitoreos hídricos. Combustible utilizado entre el día 19/05/2018 y 21/05/2018. (Sr. Juan Campos Nazer) (Petróleo)	Cheque	38.000
Gastos de Operación	2018050158	28-05-2018	177598	BOLETA	COM Y DIST ALFARO LIMITADA	Combustible vehículo placa patente N°GRPJ-22 por traslado desde vallenar a Comuna Alto del Carmen y sectores aledaños para revisión de estaciones fluviométricas, medición de caudales, revisión de ubicación de estaciones, monitoreos hídricos. Combustible utilizado entre el día 19/05/2018 y 21/05/2018. (Sr. Juan Campos Nazer) (Petróleo)	Cheque	14.980
Gastos de Operación	2018050160	28-05-2018	44	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°04, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por salida a Comuna de Alto del Carmen y alrededores entre los días 18 y 21 /05/2018 a Revisión de estaciones fluviométricas, medición de caudales, revisión de ubicación de estaciones meteorológicas del proyecto y monitoreos hídricos (Viatico nacional)	Cheque	209.100
Gastos de Operación	2018050216	30-05-2018	1044705	FACTURA	RICARDO RODRÍGUEZ Y CIA. LTDA.	Compra de Toner y tintas para uso en actividades del proyecto (Fungibles)	Cheque	175.445
Gastos de Personal	2018050217	30-05-2018	38	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Devolución a la UDA Pago Honorarios mes de Enero de 2018. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio).	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2018050217	30-05-2018	3	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Devolución a la UDA Pago Honorarios mes de Enero de 2018. (Técnico y/o profesional 1).	Cheque	240.000

Gastos de Personal	2018050217	30-05-2018	39	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Devolución a la UDA Pago Honorarios mes de Febrero de 2018. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio).	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2018050217	30-05-2018	4	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Devolución a la UDA Pago Honorarios mes de Febrero de 2018. (Técnico y/o profesional 1).	Cheque	240.000
Gastos de Personal	2018050217	30-05-2018	41	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Devolución a la UDA Pago Honorarios mes de Marzo de 2018. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio).	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2018050217	30-05-2018	5	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Devolución a la UDA Pago Honorarios mes de Marzo de 2018. (Técnico y/o profesional 1).	Cheque	240.000
Gastos de Personal	2018050217	30-05-2018	43	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Devolución a la UDA Pago Honorarios mes de Abril de 2018. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio).	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2018050217	30-05-2018	7	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Devolución a la UDA Pago Honorarios mes de Abril de 2018. (Técnico y/o profesional 1).	Cheque	240.000
Gastos de Operación	2018060065	18-06-2018	134	FACTURA	SANDRA VIVIAN LOPEZ GOMEZ	Servicio de banquetería para 75 personas, en el marco de la actividad de lanzamiento del proyecto realizada el día Lunes 23 de Abril de 2018 a las 12:00 horas en el Campus Ramírez de la Universidad de Atacama (Vallenar) (Difusión - Alimentación)	Cheque	581.941
Gastos de Operación	2018070044	13-07-2018	201800199	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°03, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por salida a Comuna de Alto del Carmen y alrededores entre los días 18 y 21 /05/2018 a Revisión de estaciones fluviométricas, medición de caudales, revisión de ubicación de estaciones meteorológicas del proyecto y monitoreos hídricos (Viático Nacional)	Cheque	209.100
Gastos de Personal	2018080093	09-08-2018	46	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Pago Honorarios mes de Mayo de 2018. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio)	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2018080093	09-08-2018	8	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Pago Honorarios mes de Mayo de 2018. (Técnico y/o profesional 1)	Cheque	240.000

Gastos de Personal	2018080093	09-08-2018	48	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Pago Honorarios mes de Junio de 2018. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio)	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2018080093	09-08-2018	1	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	Regulariza Pago Honorarios mes de Abril, Mayo y Junio de 2018. (Técnico y/o profesional 2)	Cheque	1.440.000
Gastos de Personal	2018080093	09-08-2018	50	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Pago Honorarios mes de Julio de 2018. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio)	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2018080093	09-08-2018	2	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	Pago Honorarios mes de Julio de 2018. (Técnico y/o profesional 2)	Cheque	480.000
Gastos de Operación	2018080123	14-08-2018	1046463	FACTURA	INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN RICARDO RODRIGUEZ Y CIA. LIMITADA	Adquisición de 10 unidades de pendrive kingston DTSE8/32GB (Insumos Computacionales)	Cheque	88.848
Gastos de Operación	2018080124	14-08-2018	10159411	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Adquisición de 02 unidades de Perforadora Isofit PM-30 para uso en oficina (Fungibles)	Cheque	10.819
Gastos de Operación	2018080125	14-08-2018	10146816	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Adquisición de materiales de escritorio para uso en oficina y tareas administrativas (Fungibles)	Cheque	321.171
Gastos de Operación	2018080126	14-08-2018	1050962	FACTURA	RICARDO RODRÍGUEZ Y CIA. LTDA.	Adquisición de 04 unidades de Calculadora Casio FX-570ES-PLUS para uso en oficina y laboratorio (Fungibles)	Cheque	71.843
Gastos de Personal	2018080127	14-08-2018	9	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Regulariza el Pago de Honorarios mes de Junio y Julio de 2018. (Técnico y/o profesional 1)	Cheque	1.440.000
Gastos de Inversión	2018080162	21-08-2018	78382	FACTURA	SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PROCAD LIMITADA	Adquisición de 01 plotter marca HP T520 36-IN para impresión de planos en laboratorio (Plotter)	Cheque	1.126.284
Gastos de Operación	2018080169	22-08-2018	51	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°02, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por Participación en primera sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 18 de Agosto de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	49.200

Gastos de Operación	2018080268	31-08-2018	52	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°04, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por Participación en segunda sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 25 de Agosto de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Operación	2018080275	21-08-2018	000S8761A2A893	BOLETA	ANDIMAR	Reembolso Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°1 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile (Pasajes terrestre)	Cheque	25.000
Gastos de Operación	2018080275	21-08-2018	66465	COMPROBANTE	RED BIP	Recarga de tarjeta BIP para traslado en Santiago por actividad Sesión N°1 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica (Pasajes terrestre)	Cheque	7.000
Gastos de Operación	2018080275	21-08-2018	39477GPWB-50	COMPROBANTE	EKOMAIKO	Pago por traslado en taxi hacia terminal por actividad Sesión N°1 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica (Pasajes Terrestres)	Cheque	3.550
Gastos de Operación	2018080275	21-08-2018	000S36A32F90E9	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°1 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile (Pasajes terrestre)	Cheque	25.000
Gastos de Operación	2018080276	31-08-2018	000S53101D4D95	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°1 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile (Pasajes terrestre)	Cheque	25.000

Gastos de Operación	2018080276	31-08-2018	000S895D8D8474	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°1 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile (Pasajes terrestre)	Cheque	22.000
Gastos de Operación	2018080277	31-08-2018	15542	COMPROBANTE	COPEC VALLENAR 2	Recarga de combustible vehículo placa patente GRPJ-22, por traslado del director del proyecto, Sr. Juan Campos Nazer a reunión en Copiapó con la Directora de la Dirección General de Aguas (DGA) día 09/08/2018 (Petróleo)	Cheque	31.587
Gastos de Operación	2018080277	31-08-2018	875768	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Ida) por traslado del director del proyecto, Sr. Juan Campos Nazer a reunión en Copiapó con la Directora de la Dirección General de Aguas (DGA) día 09/08/2018 (Peaje)	Cheque	4.050
Gastos de Operación	2018080277	31-08-2018	683417	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Regreso) por traslado del director del proyecto, Sr. Juan Campos Nazer a reunión en Copiapó con la Directora de la Dirección General de Aguas (DGA) día 09/08/2018 (Peaje)	Cheque	4.050
Gastos de Operación	2018090006	04-09-2018	201800444	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°01, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por Participación en primera sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 18 de de Agosto de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viatico Nacional)	Cheque	110.700
Gastos de Operación	2018090051	12-09-2018	000SA846007DC0	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°2 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 25/08/2018 (Pasajes terrestre)	Cheque	14.000

Gastos de Operación	2018090051	12-09-2018	000SAEB43BD07C	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°2 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile (Pasajes terrestre)	Cheque	22.000
Gastos de Operación	2018090051	12-09-2018	5,62293E+17	COMPROBANTE	RED BIP	Recarga de tarjeta BIP para traslado en Santiago por actividad Sesión N°2 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica (Pasajes terrestre)	Cheque	3.000
Gastos de Operación	2018090052	12-09-2018	000S9A5B391840	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°2 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile (Pasajes terrestre)	Cheque	14.000
Gastos de Operación	2018090052	12-09-2018	000S285408457E	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°2 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile (Pasajes terrestre)	Cheque	22.000
Gastos de Operación	2018090053	12-09-2018	000S4B8B90AA5C	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°3 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 01/09/2018 (Pasajes terrestre)	Cheque	25.000
Gastos de Operación	2018090053	12-09-2018	000TCOEB8E01E7	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°3 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 01/09/2018 (Pasajes terrestre)	Cheque	22.000

Gastos de Operación	2018090053	12-09-2018	83119	COMPROBANTE	RED BIP	Recarga de tarjeta BIP para traslado en Santiago por actividad Sesión N°3 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica (Pasajes terrestre)	Cheque	5.000
Gastos de Operación	2018090054	12-09-2018	000S028A763AA2	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°3 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 01/09/2018 (Pasajes terrestre)	Cheque	25.000
Gastos de Operación	2018090054	12-09-2018	000TDAB60C712E	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°3 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 01/09/2018 (Pasajes terrestre)	Cheque	22.000
Gastos de Operación	2018090070	12-09-2018	306872	FACTURA	UNIVERSIDAD DE CHILE	Pago de arancel Diplomado en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, para los funcionarios del proyecto Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto y Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio (Capacitaciones en Teledetección avanzada, hidrología, climatología y medio ambiente)	Cheque	2.520.000
Gastos de Operación	2018090090	25-09-2018	201800489	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°03, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por Participación en segunda sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 25 de de Agosto de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viatico Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Personal	2018090135	28-09-2018	53	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Pago Honorarios mes de Agosto de 2018. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio).	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2018090135	28-09-2018	10	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Pago Honorarios mes de Agosto de 2018. (Técnico y/o profesional 1).	Cheque	480.000

Gastos de Personal	2018090135	28-09-2018	3	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	Pago Honorarios mes de Agosto de 2018. (Técnico y/o profesional 2).	Cheque	480.000
Gastos de Operación	2018090136	28-09-2018	56	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°10, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por Participación en quinta sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 29 de Septiembre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viatico Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Operación	2018090139	28-09-2018	54	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°06, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por Participación en tercera sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 01 de Septiembre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viatico Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Operación	2018090140	28-09-2018	55	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°08, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por Participación en cuarta sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 08 de Septiembre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viatico Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Operación	2018100050	09-10-2018	201800518	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°07, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por Participación en cuarta sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 08 de de Septiembre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viatico Nacional)	Cheque	135.300

Gastos de Operación	2018100051	09-10-2018	201800519	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°09, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por Participación en quinta sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 29 de de Septiembre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile. (Viatico Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Operación	2018100052	09-10-2018	201800517	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°05, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por Participación en tercera sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 01 de de Septiembre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viatico Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Operación	2018100053	09-10-2018	1279294778	BOLETA	CENCOSUD RETAIL S.A.	Compra de alimentación para salida a terreno de técnicos y profesionales del proyecto (Sr. José Espinoza y Srta. Nayadeth López). Salida a terreno realizada el día 31/08/2018 cuyo propósito fue la de revisar los caminos de acceso hacia el lugar de instalación de las estaciones meteorológicas (Alimentación Terreno)	Cheque	29.722
Gastos de Operación	2018100053	09-10-2018	000TC5AD69D22C	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°4 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 08/09/2018 (Pasajes terrestre)	Cheque	25.000
Gastos de Operación	2018100053	09-10-2018	70332	COMPROBANTE	RED BIP	Recarga de tarjeta BIP para traslado en Santiago por actividad Sesión N°4 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica (Pasajes Terrestre)	Cheque	5.000
Gastos de Operación	2018100053	09-10-2018	875	COMPROBANTE	METRO DE SANTIAGO	Recarga de tarjeta BIP para traslado en Santiago por actividad Sesión N°4 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica (Pasajes Terrestre)	Cheque	5.000

Gastos de Operación	2018100053	09-10-2018	000T2F4BC1372D	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar(Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°4 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 08/09/2018 (Pasajes terrestre)	Cheque	22.000
Gastos de Operación	2018100054	09-10-2018	000TC3A6575FF7	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°4 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 08/09/2018 (Pasajes terrestre)	Cheque	25.000
Gastos de Operación	2018100054	09-10-2018	000T09124BB741	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°4 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 08/09/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	22.000
Gastos de Operación	2018100062	11-10-2018	1786395	BOLETA	BUSES PLUSS CHILE	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°5 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 29/09/2018 (Pasajes terrestre)	Cheque	20.000
Gastos de Operación	2018100062	11-10-2018	110435	BOLETA	RED BIP	Recarga de tarjeta BIP para traslado en Santiago por actividad Sesión N°5 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica (Pasajes terrestre)	Cheque	6.000
Gastos de Operación	2018100062	11-10-2018	000TBE03F2B483	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°5 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 29/09/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	22.000

Gastos de Operación	2018100062	11-10-2018	000UCBFAFC403	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°6 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 06/10/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	25.000
Gastos de Operación	2018100062	11-10-2018	5343	COMPROBANTE	RED BIP	Recarga de tarjeta BIP para traslado en Santiago por actividad Sesión N°6 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica (Pasajes Terrestre)	Cheque	5.000
Gastos de Operación	2018100062	11-10-2018	000U7DO4815B22	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°6 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 06/10/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	22.000
Gastos de Operación	2018100063	11-10-2018	1786396	BOLETA	BUSES PLUSS CHILE	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°5 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 29/09/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	20.000
Gastos de Operación	2018100063	11-10-2018	000T04E1F2BE4E	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°5 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 29/09/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	22.000
Gastos de Operación	2018100063	11-10-2018	000U025A98D183	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°6 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 06/10/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	25.000

Gastos de Operación	2018100063	11-10-2018	000U49E3791F4E	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°6 de Diplomado en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 06/10/2018 (Pasajes terrestre)	Cheque	22.000
Gastos de Personal	2018100072	12-10-2018	57	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Pago Honorarios mes de Septiembre de 2018. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio).	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2018100072	12-10-2018	11	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Pago Honorarios mes de Septiembre de 2018. (Técnico y/o profesional 1).	Cheque	480.000
Gastos de Personal	2018100072	12-10-2018	4	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	Pago Honorarios mes de Septiembre de 2018. (Técnico y/o profesional 2).	Cheque	480.000
Gastos de Operación	2018100144	24-10-2018	201800520	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°11, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por Participación en sexta sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 06 de de Octubre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Operación	2018100145	24-10-2018	58	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°12, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por Participación en sexta sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 06 de Octubre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Operación	2018100169	29-10-2018	40507	FACTURA	INFORMÁTICA BLUEHOSTING LIMITADA	Servicio de Hosting para página web del proyecto (Página WEB: generación y hosting)	Cheque	119.262

Gastos de Operación	2018100170	29-10-2018	260563-42	BOLETA	TRANSPORTES SERENA MAR LIMITADA	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°7 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 20/10/2018 (Pasajes terrestre)	Cheque	16.000
Gastos de Operación	2018100170	29-10-2018	000UE337E8042B	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°7 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 20/10/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	22.000
Gastos de Operación	2018100171	29-10-2018	201800967	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°29, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por Participación en el XVIII Simposio Internacional SELPER Cuba 2018 a presentar trabajo en el marco del proyecto, entre los días 06 y 09 de Noviembre de 2018. Museo de Bellas Artes, La Habana - Cuba (Viático Internacional)	Cheque	768.512
Gastos de Operación	2018100186	31-10-2018	201800521	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°13, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por Participación en 7° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 20 de de Octubre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viatico Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Operación	2018100187	31-10-2018	59	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°14, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por Participación en 7° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 20 de Octubre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viatico Nacional)	Cheque	135.300

Gastos de Operación	2018110067	16-11-2018	201800522	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°15, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por Participación en 8° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 27 de Octubre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Operación	2018110068	16-11-2018	61	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°16, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por Participación en 8° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 27 de Octubre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Operación	2018110070	16-11-2018	1863640	BOLETA	BUSES PLUSS CHILE	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°8 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 27/10/2018 (Pasajes Terrestres)	Cheque	20.000
Gastos de Operación	2018110070	16-11-2018	119542732	COMPROBANTE	RED BIP	Recarga de tarjeta BIP para traslado en Santiago por actividad Sesión N°8 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica (Pasajes Terrestres)	Cheque	5.000
Gastos de Operación	2018110070	16-11-2018	000U265B143C4F	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°8 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 27/10/2018 (Pasajes Terrestres)	Cheque	22.000

Gastos de Operación	2018110071	16-11-2018	1863639	BOLETA	BUSES PLUSS CHILE	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°8 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 27/10/2018 (Pasajes Terrestres)	Cheque	20.000
Gastos de Operación	2018110071	16-11-2018	000UC1DBBAC5DF	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°8 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 27/10/2018 (Pasajes Terrestres)	Cheque	22.000
Gastos de Personal	2018110072	16-11-2018	60	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Pago Honorarios mes de Octubre de 2018. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio).	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2018110072	16-11-2018	12	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Pago Honorarios mes de Octubre de 2018. (Técnico y/o profesional 1).	Cheque	480.000
Gastos de Personal	2018110072	16-11-2018	7	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	Pago Honorarios mes de Octubre de 2018. (Técnico y/o profesional 2).	Cheque	480.000
Gastos de Operación	2018120062	03-12-2018	62	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°18, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por Participación en 9° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 10 de Noviembre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Operación	2018120089	06-12-2018	70	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°20, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por Participación en 10° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 17 de Noviembre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	135.300

Gastos de Operación	2018120090	06-12-2018	71	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°22, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por Participación en 11° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 24 de Noviembre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Operación	2018120091	06-12-2018	72	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°24, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por Participación en 12° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 01 de Diciembre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Operación	2018120093	06-12-2018	201800523	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°17, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por Participación en 9° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 10 de Noviembre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Operación	2018120094	06-12-2018	201800524	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°19, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por Participación en 10° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 17 de Noviembre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Operación	2018120095	06-12-2018	201800525	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°21, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por Participación en 11° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 24 de Noviembre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	135.300

Gastos de Operación	2018120096	06-12-2018	201800526	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°23, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por Participación en 12° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 01 de Diciembre de 2018. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	135.300
Gastos de Operación	2018120098	06-12-2018	260563-41	BOLETA	TRANSPORTES SERENA MAR LIMITADA	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°7 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 20/10/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	16.000
Gastos de Operación	2018120098	06-12-2018	119542730	COMPROBANTE	RED BIP	Recarga de tarjeta BIP para traslado en Santiago por actividad Sesión N°7 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica (Pasajes Terrestre)	Cheque	5.000
Gastos de Operación	2018120098	06-12-2018	000U51EEF1AD24	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°7 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 20/10/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	22.000
Gastos de Operación	2018120098	06-12-2018	6975496FLC009426	BOLETA	EMPRESA DE TRANSPORTES PULLMAN CHILE S.A	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°9 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 10/11/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	14.000
Gastos de Operación	2018120098	06-12-2018	1921193	BOLETA	BUSES PLUS CHILE	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°10 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 17/11/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	18.000

Gastos de Operación	2018120098	06-12-2018	60271	COMPROBANTE	RED BIP	Recarga de tarjeta BIP para traslado en Santiago por actividad Sesión N°10 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica (Pasajes Terrestre)	Cheque	5.000
Gastos de Operación	2018120098	06-12-2018	1597937695	BOLETA	TUR BUS	Pasaje Santiago - La Serena (Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°10 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 17/11/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	16.200
Gastos de Operación	2018120098	06-12-2018	1617226723	BOLETA	TUR BUS	Pasaje La Serena - Vallenar (Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°10 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 17/11/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	6.000
Gastos de Operación	2018120099	06-12-2018	6975495FLC009425	BOLETA	EMPRESA DE TRANSPORTES PULLMAN CHILE S.A	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°9 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 10/11/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	14.000
Gastos de Operación	2018120099	06-12-2018	1921194	BOLETA	BUSES PLUSS CHILE	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo encargado de Laboratorio, por participación en Sesión N°10 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 17/11/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	18.000

Gastos de Operación	2018120116	06-12-2018	173296	FACTURA	AGENCIA DE VIAJES TURAVION SPA	Compra de pasajes aéreos Copiapó - La Habana, Cuba - Santiago para el Sr. Juan Campos Nazer, RUT 17.722.083-3 y director del proyecto FIC 30486526-0 para participar en el XVIII Simposio Internacional SELPER Cuba 2018 (Pasajes Avión)	Cheque	402.180
Gastos de Operación	2018120117	06-12-2018	173296	FACTURA	AGENCIA DE VIAJES TURAVION SPA	Comisión por pasaje aéreos Copiapó - La Habana, Cuba - Santiago para el Sr. Juan Campos Nazer, RUT 17.722.083-3 y director del proyecto FIC 30486526-0 para participar en el XVIII Simposio Internacional SELPER Cuba 2018 (Pasajes Avión)	Cheque	19.962
Gastos de Operación	2018120263	18-12-2018	201801178	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por salida a terreno para el reconocimiento del lugar donde se instalarán las estaciones meteorológicas, día 03 de Diciembre de 2018, Comuna de Alto del Carmen y Alrededores (Viático Nacional)	Cheque	24.600
Gastos de Operación	2018120264	18-12-2018	73	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto del proyecto, por salida a terreno para el reconocimiento del lugar donde se instalarán las estaciones meteorológicas, día 03 de Diciembre de 2018, Comuna de Alto del Carmen y Alrededores (Viático Nacional)	Cheque	24.600
Gastos de Operación	2018120266	18-12-2018	00VC75A64184B	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°11 de Diploma en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 24/11/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	25.000

Gastos de Operación	2018120266	18-12-2018	119542732	COMPROBANTE	RED BIP	Recarga de tarjeta BIP para traslado en Santiago por actividad Sesión N°11 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica (Pasajes Terrestre)	Cheque	5.000
Gastos de Operación	2018120266	18-12-2018	000VC2A3BE659E	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°11 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 24/11/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	22.000
Gastos de Operación	2018120267	18-12-2018	958716245	BOLETA	RENDIC HERMANOS S.A.	Compra de alimentación para actividad de difusión (Alimentación terreno)	Cheque	25.500
Gastos de Operación	2018120268	18-12-2018	4780	COMPROBANTE	LIBRERÍA VICTORIA	Compra de material de oficina (Fungibles)	Cheque	6.200
Gastos de Operación	2018120268	18-12-2018	5397	COMPROBANTE	LIBRERÍA CARMONA	Compra de material de oficina (Fungibles)	Cheque	19.580
Gastos de Operación	2018120269	18-12-2018	000VC75A67014B	BOLETA	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto del proyecto, por participación en Sesión N°11 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 24/11/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	25.000
Gastos de Operación	2018120269	18-12-2018	000VC75A6773C1	BOLETA	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto del proyecto, por participación en Sesión N°11 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 24/11/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	22.000
Gastos de Personal	2018120270	18-12-2018	69	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Pago Honorarios mes de Noviembre de 2018. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio).	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2018120270	18-12-2018	13	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Pago Honorarios mes de Noviembre de 2018. (Técnico y/o profesional 1).	Cheque	480.000

Gastos de Personal	2018120270	18-12-2018	8	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	Pago Honorarios mes de Noviembre de 2018. (Técnico y/o profesional 2).	Cheque	480.000
Gastos de Operación	2018120328	26-12-2018	10486504	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Compra de 10 unidades de Portalápiz Acrimet Clip y Taco azul claro unidad (Fungibles)	Cheque	39.627
Gastos de Operación	2018120351	27-12-2018	76	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°31, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo Experto del Proyecto, por Supervisión en Instalación de Estaciones Meteorológicas , entre los días 11 y 15 de Diciembre de 2018, Comuna de Alto del Carmen y Alrededores (Viático Nacional)	Cheque	246.000
Gastos de Operación	2018120366	27-12-2018	201801188	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°30, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por Supervisión en Instalación de Estaciones Meteorológicas , entre los días 13 y 18 de Diciembre de 2018, Comuna de Alto del Carmen y Alrededores (Viático Nacional)	Cheque	332.100
Gastos de Personal	2018120367	27-12-2018	75	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Pago Honorarios mes de Diciembre de 2018. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio).	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2018120367	27-12-2018	14	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Pago Honorarios mes de Diciembre de 2018. (Técnico y/o profesional 1).	Cheque	480.000
Gastos de Personal	2018120367	27-12-2018	9	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	Pago Honorarios mes de Diciembre de 2018. (Técnico y/o profesional 2).	Cheque	480.000
Gastos de Inversión	2018120380	28-12-2018	1066	FACTURA	INGENIERÍA Y PROYECTOS LIMITADA	Adquisición de 02 estaciones meteorológicas (Estaciones Meteorológicas)	Cheque	50.000.000
Gastos de Operación	2018120380	28-12-2018	1066	FACTURA	INGENIERÍA Y PROYECTOS LIMITADA	Servicio de instalación de 02 estaciones meteorológicas (Instalación de Estaciones)	Cheque	1.806.055
Gastos de Operación	2018120381	28-12-2018	1113407	FACTURA	RICARDO RODRÍGUEZ Y CIA. LTDA.	Adquisición de 03 unidades de Toner HP 410A Black Unidad (Insumos Computacionales)	Cheque	194.215
Gastos de Operación	2018120381	28-12-2018	1113407	FACTURA	RICARDO RODRÍGUEZ Y CIA. LTDA.	Adquisición de 02 unidades de Toner HP 410A Cyan Unidad (Insumos Computacionales)	Cheque	158.855

Gastos de Operación	2018120381	28-12-2018	1113407	FACTURA	RICARDO RODRÍGUEZ Y CIA. LTDA.	Adquisición de 02 unidades de Toner HP 410A Magenta Unidad (Insumos Computacionales)	Cheque	158.872
Gastos de Operación	2018120381	28-12-2018	1113407	FACTURA	RICARDO RODRÍGUEZ Y CIA. LTDA.	Se solicita mediante Convenio Marco la adquisición de 03 unidades de Toner HP 410A Yellow Unidad (Insumos Computacionales)	Cheque	235.870
Gastos de Operación	2019010079	25-01-2019	260603	BOLETA	LUIS ALFREDO CARMONA	Compra de material de oficina para uso en el proyecto (Fungibles)	Cheque	5.340
Gastos de Operación	2019010079	25-01-2019	260832	BOLETA	LUIS ALFREDO CARMONA	Compra de material de oficina para uso en el proyecto (Fungibles)	Cheque	4.740
Gastos de Operación	2019010079	25-01-2019	154055758	BOLETA	TUR BUS	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°12 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 01/12/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	33.300
Gastos de Operación	2019010079	25-01-2019	1325874370	COMPROBANTE	METRO DE SANTIAGO	Recarga de tarjeta BIP para traslado en Santiago por actividad Sesión N°12 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica. (Pasajes Terrestre)	Cheque	5.000
Gastos de Operación	2019010079	25-01-2019	154055782	BOLETA	TUR BUS	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°12 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 01/12/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	20.700
Gastos de Operación	2019010079	25-01-2019	000X2B6AB46AC4	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°14 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 05/01/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	22.000

Gastos de Operación	2019010079	25-01-2019	000X4C3D5173B1	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°14 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 05/01/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	25.000
Gastos de Operación	2019010079	25-01-2019	119542735	COMPROBANTE	RED BIP	Recarga de tarjeta BIP para traslado en Santiago por actividad Sesión N°14 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica. (Pasajes Terrestre)	Cheque	5.000
Gastos de Operación	2019010079	25-01-2019	2099431	BOLETA	BUSES PLUS CHILE	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°15 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 12/01/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	25.000
Gastos de Operación	2019010079	25-01-2019	119542735	COMPROBANTE	RED BIP	Recarga de tarjeta BIP para traslado en Santiago por actividad Sesión N°15 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica. (Pasajes Terrestre)	Cheque	5.000
Gastos de Operación	2019010079	25-01-2019	000X98EBC468E9	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°15 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 12/01/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	24.000
Gastos de Operación	2019010079	25-01-2019	292059537	BOLETA	TUR BUS	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°16 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 19/01/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	34.900

Gastos de Operación	2019010079	25-01-2019	8,50618E+17	COMPROBANTE	METRO DE SANTIAGO	Recarga de tarjeta BIP para traslado en Santiago por actividad Sesión N°16 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica. (Pasajes Terrestre)	Cheque	5.000
Gastos de Operación	2019010079	25-01-2019	292059538	BOLETA	TUR BUS	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Sesión N°16 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 19/01/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	20.100
Gastos de Operación	2019010080	25-01-2019	1540557579	BOLETA	TUR BUS	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto del proyecto, por participación en Sesión N°12 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 01/12/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	33.300
Gastos de Operación	2019010080	25-01-2019	1540557580	BOLETA	TUR BUS	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto del proyecto, por participación en Sesión N°12 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 01/12/2018 (Pasajes Terrestre)	Cheque	20.700
Gastos de Operación	2019010080	25-01-2019	000X2B6AB46AC4	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto del proyecto, por participación en Sesión N°14 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 05/01/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	22.000

Gastos de Operación	2019010080	25-01-2019	000X78E905D6BO	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto del proyecto, por participación en Sesión N°14 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 05/01/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	25.000
Gastos de Operación	2019010080	25-01-2019	2099419	BOLETA	BUSES PLUSS CHILE	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto del proyecto, por participación en Sesión N°15 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 12/01/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	25.000
Gastos de Operación	2019010080	25-01-2019	000XE60FE4E789	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto del proyecto, por participación en Sesión N°15 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 12/01/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	24.000
Gastos de Operación	2019010080	25-01-2019	292059539	BOLETA	TUR BUS	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto del proyecto, por participación en Sesión N°16 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 19/01/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	34.900
Gastos de Operación	2019010080	25-01-2019	292059540	BOLETA	TUR BUS	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto del proyecto, por participación en Sesión N°16 de Diploamdo en Sistemas de Información Geográfica - Universidad de Chile, día 19/01/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	20.100
Gastos de Operación	2019010090	25-01-2019	11767	FACTURA	COMERCIAL ROIAN STORE LIMITADA	Materiales de escritorio para uso en operaciones de laboratorio y terreno (Fungibles)	Cheque	92.329

Gastos de Operación	2019010091	15-01-2019	14108	FACTURA	IGESTEC COMERCIALIZADORA LIMITADA	Materiales de escritorio para uso en operaciones de laboratorio y terreno (Fungibles)	Cheque	282.092
Gastos de Operación	2019010092	25-01-2019	10537934	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Materiales de escritorio para uso en operaciones de laboratorio y terreno (Fungibles)	Cheque	133.449
Gastos de Operación	2019010093	25-01-2019	10537933	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Materiales de escritorio para uso en operaciones de laboratorio y terreno (Fungibles)	Cheque	495.576
Gastos de Operación	2019030056	18-03-2019	10523040	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Adquisición de 05 Alargadores multiples para uso en laboratorio (Fungibles)	Cheque	22.553
Gastos de Operación	2019030056	18-03-2019	10523040	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Aadquisición de 20 rollos de Cinta de Embalaje para uso en Laboratorio (Fungibles)	Cheque	6.640
Gastos de Operación	2019030107	29-03-2019	201900117	COMPROMISO DE VIATICO	HUMBERTO CONTRERAS MALEBRAN	SAV N°22, Sr. Humberto Contreras Malebrán, conductor UDA, por Traslado de equipo de trabajo del proyecto a la ciudad de Vallenar y alrededores para recopilación de datos hidrológicos de la cuenca y difusión del proyecto a la comunidad local y entrega de resultados a agricultores, entre los días 02 y 05 de Abril de 2019 (Viáticos Chofer)	Cheque	179.469
Gastos de Operación	2019030108	29-03-2019	201900118	COMPROMISO DE VIATICO	LUIS ALFARO ROJO	SAV N°21, Sr. Luis Alfaro Rojo, conductor UDA, por Traslado de equipo de trabajo del proyecto a la ciudad de Vallenar y alrededores para recopilación de datos hidrológicos de la cuenca y difusión del proyecto a la comunidad local y entrega de resultados a agricultores, entre los días 02 y 05 de Abril de 2019 (Viáticos Chofer)	Cheque	179.469
Gastos de Personal	2019030121	29-03-2019	77	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Pago Honorarios mes de Enero de 2019. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio).	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2019030121	29-03-2019	15	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Pago Honorarios mes de Enero de 2019. (Técnico y/o profesional 1).	Cheque	480.000

Gastos de Personal	2019030121	29-03-2019	11	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	Pago Honorarios mes de Enero y Febrero de 2019. (Técnico y/o profesional 2).	Cheque	960.000
Gastos de Operación	2019040027	08-04-2019	201900115	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°07, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por salida a terreno para Recopilación de datos hidrológicos de la cuenca, difusión del proyectoy entrega de resultados, día 02 de Abril de 2019, Comuna de Alto del Carmen (Viático Nacional)	Cheque	25.461
Gastos de Operación	2019040028	08-04-2019	201900116	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°17, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por salida a terreno para Recopilación de datos hidrológicos de la cuenca, difusión del proyectoy entrega de resultados, día 05 de Abril de 2019, Localidad de Chollay (Viático Nacional)	Cheque	25.461
Gastos de Operación	2019040029	08-04-2019	201900004	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°01, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por Participación en 14° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 05 de Enero de 2019. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	127.306
Gastos de Operación	2019040030	08-04-2019	201900005	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°03, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por Participación en 15° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 12 de Enero de 2019. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	127.306
Gastos de Operación	2019040031	08-04-2019	201900006	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°05, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por Participación en 16° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 19 de Enero de 2019. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	127.306

Gastos de Operación	2019040032	09-04-2019	79	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°02, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por Participación en 14° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 05 de Enero de 2019. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	127.306
Gastos de Operación	2019040033	09-04-2019	80	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°04, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por Participación en 15° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 12 de Enero de 2019. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	127.306
Gastos de Operación	2019040034	09-04-2019	81	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°06, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por Participación en 16° sesión Diplomado de Postítulo en Sistemas de Información Geográfica, día 19 de Enero de 2019. Facultad de Arquitectura - Universidad de Chile (Viático Nacional)	Cheque	127.306
Gastos de Operación	2019040035	09-04-2019	996501046	BOLETA	RENDIC HERMANOS S.A.	Compra de alimentación para coctel del curso "Teledetección aplicado a sistema de información geográfica" (Alimentación)	Cheque	26.556
Gastos de Operación	2019040035	09-04-2019	ODP0002535370	BOLETA	EMPRESA DE TRANSPORTES PULLMAN CHILE S.A	Compra de pasaje Vallenar - Copiapó por traslado del director del proyecto Sr. Juan Campos Nazer a reunión en la Dirección de Planificación y firma de documentos bancarios día 28/01/2019 (Pasajes Terrestres)	Cheque	5.500

Gastos de Operación	2019040035	09-04-2019	1678815341	BOLETA	TUR BUS	Compra de pasaje Copiapó - Vallenar por traslado del director del proyecto Sr. Juan Campos Nazer a reunión en la Dirección de Planificación y firma de documentos bancarios día 28/01/2019 (Pasajes Terrestres)	Cheque	5.000
Gastos de Operación	2019040035	09-04-2019	2413	BOLETA	ESTEBAN EDUARDO ROJAS SAAVEDRA	Compra de materiales de oficina para uso en operaciones del proyecto (Fungibles)	Cheque	29.000
Gastos de Operación	2019040035	09-04-2019	2414	BOLETA	ESTEBAN EDUARDO ROJAS SAAVEDRA	Compra de materiales de oficina para uso en operaciones del proyecto (Fungibles)	Cheque	22.800
Gastos de Operación	2019040035	09-04-2019	77	FACTURA	ESTUDIO GRAFICO Y CREATIVO JHAN ALVARO JAVIER ARAYA ASTUDILLO EIRL.	Encuadernación de informes del proyecto (Difusión - Encuadernación de informes)	Cheque	89.250
Gastos de Operación	2019040035	09-04-2019	1021127	COMPROBANTE	COM. Y DIST. ALFARO LIMITADA	Combustible vehículo placa patente N°HBZV-84 por salida a terreno difusión del proyecto en localidades de El Sombrío, Algodón, Alto del Carmen y la Vega para la entrega a los regantes de información sobre caudales. Combustible utilizado el día 21 de Febrero de 2019 (Petróleo)	Cheque	5.901
Gastos de Operación	2019040035	09-04-2019	444644	BOLETA	COM. Y DIST. ALFARO LIMITADA	Combustible vehículo placa patente N°XD-152 (Moto Yamaha FZ-16) por salida a terreno difusión del proyecto en localidades de La Vega, Retamo, La Majada, San Félix, Ramadilla, Las Placetas, Chiguinto, La Marqueza, El Olivo y Chancoquín para la entrega a los regantes de información sobre caudales. Combustible utilizado el día 22 y 23 de Febrero de 2019 (Petróleo)	Cheque	6.500

Gastos de Operación	2019040035	09-04-2019	1132304	COMPROBANTE	COM. Y DIST. ALFARO LIMITADA	Combustible vehículo placa patente N°XD-152 (Moto Yamaha FZ-16) por salida a terreno difusión del proyecto en localidades de La Vega, Retamo, La Majada, San Félix, Ramadilla, Las Placetas, Chiguinto, La Marqueza, El Olivo y Chancoquín para la entrega a los regantes de información sobre caudales. Combustible utilizado el día 22 y 23 de Febrero de 2019 (Petróleo)	Cheque	4.500
Gastos de Operación	2019040035	09-04-2019	64501	BOLETA	COMERCIAL Y SERVICIOS JARA SEPÚLVEDA LIMITADA	Combustible vehículo placa patente N°XD-152 (Moto Yamaha FZ-16) por salida a terreno difusión del proyecto en localidades de Juntas de Valeriano, Conay, Chollay, El Portillo, La Arena y El Tránsito, para la entrega a los regantes de información sobre caudales. Combustible utilizado el día 27 de Febrero de 2019 (Petróleo)	Cheque	6.000
Gastos de Operación	2019040035	09-04-2019	14460	COMPROBANTE	CASA DON JULIO - VALLENAR	Compra de un presentador láser para uso en reuniones, talleres, seminarios y congresos (Insumos Computacionales)	Cheque	11.850
Gastos de Operación	2019040070	16-04-2019	17	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	SAV N°09, Srta.Nayadeth Lopez Cuello, Técnico del Proyecto, por apoyo al director en recopilación de datos hidrológicos de la cuenca, difusión del proyecto y entrega de resultados, día 02 de Abril de 2019. Comuna de Alto del Carmen (Viático Nacional)	Cheque	21.114
Gastos de Operación	2019040071	16-04-2019	18	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	SAV N°12, Srta.Nayadeth Lopez Cuello, Técnico del Proyecto, por apoyo al director en recopilación de datos hidrológicos de la cuenca, difusión del proyecto y entrega de resultados, día 03 de Abril de 2019. Potrerillos (Interior Valle de San Félix) (Viático Nacional)	Cheque	21.114

Gastos de Operación	2019040072	16-04-2019	19	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	SAV N°15, Srta.Nayadeth Lopez Cuello, Técnico del Proyecto, por apoyo al director en recopilación de datos hidrológicos de la cuenca, difusión del proyecto y entrega de resultados, día 04 de Abril de 2019. Junta Valeriano (Interior Valle del Tránsito) (Viático Nacional)	Cheque	21.114
Gastos de Operación	2019040073	16-04-2019	20	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	SAV N°19, Srta.Nayadeth Lopez Cuello, Técnico del Proyecto, por apoyo al director en recopilación de datos hidrológicos de la cuenca, difusión del proyecto y entrega de resultados, día 05 de Abril de 2019. Chollay (Interior Valle del Tránsito) (Viático Nacional)	Cheque	21.114
Gastos de Operación	2019040075	16-04-2019	364790	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje Totoral (IDA) por salida a terreno entre los días 02 y 05 de Abril de 2019 (Camioneta N°1) (Peaje)	Cheque	4.200
Gastos de Operación	2019040075	16-04-2019	1359870	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje Totoral (IDA) por salida a terreno entre los días 02 y 05 de Abril de 2019 (Camioneta N°2) (Peaje)	Cheque	4.200
Gastos de Operación	2019040075	16-04-2019	1027644857	BOLETA	RENDIC HERMANOS S.A.	Compra de alimentos para preparación de cóctel en talleres de difusión del proyecto con beneficiarios (Alimentación Terreno)	Cheque	29.612
Gastos de Operación	2019040075	16-04-2019	474937	BOLETA	SOCIEDAD COMERCIAL E INVERSIONES V&F Y CIA. LTDA.	Combustible vehículo placa patente N°JXVV-28 por salida a terreno difusión del proyecto en localidades de Alto del Carmen, La Vega, Retamo y Algodones. Combustible utilizado entre los días 02 y 03 de Abril de 2019 (Petróleo)	Cheque	37.001

Gastos de Operación	2019040075	16-04-2019	474934	BOLETA	SOCIEDAD COMERCIAL E INVERSIONES V&F Y CIA. LTDA.	Combustible vehículo placa patente N°JXVV-98 por salida a terreno difusión del proyecto en localidades de Alto del Carmen, La Vega, Retamo y Algodones. Combustible utilizado entre los días 02 y 03 de Abril de 2019 (Petróleo)	Cheque	34.001
Gastos de Operación	2019040075	16-04-2019	475624	BOLETA	SOCIEDAD COMERCIAL E INVERSIONES V&F Y CIA. LTDA.	Combustible vehículo placa patente N°JXVV-28 por salida a terreno difusión del proyecto en localidades de Junta Valeriano, Chollay, El transito. Combustible utilizado entre los días 04 y 05 de Abril de 2019 (Petróleo)	Cheque	26.381
Gastos de Operación	2019040075	16-04-2019	475618	BOLETA	SOCIEDAD COMERCIAL E INVERSIONES V&F Y CIA. LTDA.	Combustible vehículo placa patente N°JXVV-98 por salida a terreno difusión del proyecto en localidades de Junta Valeriano, Chollay, El transito. Combustible utilizado entre los días 04 y 05 de Abril de 2019 (Petróleo)	Cheque	23.601
Gastos de Operación	2019040075	16-04-2019	634353	BOLETA	COMERCIAL CAMINITO LIMITADA	Combustible vehículo placa patente N°JXVV-28 por regreso a Copiapó y recarga para devolución a la empresa de arriendosalida. Combustible utilizado el día 05 de Abril de 2019 (Petróleo)	Cheque	7.000
Gastos de Operación	2019040075	16-04-2019	1393771	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje Totoral (REGRESO) por salida a terreno entre los días 02 y 05 de Abril de 2019 (Camioneta N°1) (Peaje)	Cheque	4.200
Gastos de Operación	2019040075	16-04-2019	634351	BOLETA	COMERCIAL CAMINITO LIMITADA	Combustible vehículo placa patente N°JXVV-98 por regreso a Copiapó y recarga para devolución a la empresa de arriendosalida. Combustible utilizado el día 05 de Abril de 2019 (Petróleo)	Cheque	7.000
Gastos de Operación	2019040075	16-04-2019	1393770	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje Totoral (REGRESO) por salida a terreno entre los días 02 y 05 de Abril de 2019 (Camioneta N°2) (Peaje)	Cheque	4.200

Gastos de Operación	2019040091	25-04-2019	13	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	SAV N°10, Sr.Yeferson Ardiles Iriarte, Técnico del Proyecto, por apoyo al director en recopilación de datos hidrológicos de la cuenca, difusión del proyecto y entrega de resultados, día 02 de Abril de 2019. Comuna de Alto del carmen (Viatico nacional)	Cheque	21.114
Gastos de Operación	2019040092	25-04-2019	14	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	SAV N°13, Sr.Yeferson Ardiles Iriarte, Técnico del Proyecto, por apoyo al director en recopilación de datos hidrológicos de la cuenca, difusión del proyecto y entrega de resultados, día 03 de Abril de 2019. Potrerillos (Interior Valle de San Félix) (Viatico nacional)	Cheque	21.114
Gastos de Operación	2019040093	25-04-2019	15	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	SAV N°16, Sr.Yeferson Ardiles Iriarte, Técnico del Proyecto, por apoyo al director en recopilación de datos hidrológicos de la cuenca, difusión del proyecto y entrega de resultados, día 04 de Abril de 2019. Junta Valeriano (Interior Valle del Tránsito) (Viatico nacional)	Cheque	21.114
Gastos de Operación	2019040094	25-04-2019	16	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	SAV N°20, Sr.Yeferson Ardiles Iriarte, Técnico del Proyecto, por apoyo al director en recopilación de datos hidrológicos de la cuenca, difusión del proyecto y entrega de resultados, día 05 de Abril de 2019. Chollay (Interior Valle del Tránsito) (Viatico nacional)	Cheque	21.114
Gastos de Operación	2019040096	25-04-2019	86	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°08, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por apoyo al director en recopilación de datos hidrológicos de la cuenca, difusión del proyecto y entrega de resultados, día 02 de Abril de 2019. Comuna de Alto del Carmen (Viatico nacional)	Cheque	25.461

Gastos de Operación	2019040097	25-04-2019	87	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°11, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por apoyo al director en recopilación de datos hidrológicos de la cuenca, difusión del proyecto y entrega de resultados, día 03 de Abril de 2019. Potrerillos (Interior Valle de San Félix) (Viatico nacional)	Cheque	25.461
Gastos de Operación	2019040098	25-04-2019	88	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°14, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por apoyo al director en recopilación de datos hidrológicos de la cuenca, difusión del proyecto y entrega de resultados, día 04 de Abril de 2019. Junta Valeriano (Interior Valle del Tránsito) (Viatico nacional)	Cheque	25.461
Gastos de Operación	2019040099	25-04-2019	89	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°18, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por apoyo al director en recopilación de datos hidrológicos de la cuenca, difusión del proyecto y entrega de resultados, día 05 de Abril de 2019. Chollay (Interior Valle del Tránsito) (Viatico nacional)	Cheque	25.461
Gastos de Operación	2019040101	26-04-2019	201900214	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°XX, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por salida a terreno para Difusión y Exposición del proyecto a la comunidad de Alto del Carmen, día 12 de Abril de 2019, Comuna de Alto del Carmen. (Viatico nacional)	Cheque	25.461
Gastos de Operación	2019040102	26-04-2019	1019383983	BOLETA	RENDIC HERMANOS S.A.	Compra de insumos para coctel en actividades de difusión (Difusión - Alimentación)	Cheque	28.541
Gastos de Operación	2019040102	26-04-2019	1487284172	BOLETA	CENCOSUD RETAIL S.A.	Compra de insumos para coctel en actividades de difusión (Difusión - Alimentación)	Cheque	27.003
Gastos de Personal	2019040103	26-04-2019	78	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Pago Honorarios mes de Marzo de 2019. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio).	Cheque	1.200.000

Gastos de Personal	2019040103	26-04-2019	16	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Pago Honorarios mes de Marzo de 2019. (Técnico y/o profesional 1).	Cheque	480.000
Gastos de Personal	2019040103	26-04-2019	12	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	Pago Honorarios mes de Marzo de 2019. (Técnico y/o profesional 2).	Cheque	480.000
Gastos de Operación	2019040104	26-04-2019	788140	FACTURA	AUTORENTAS DEL PACÍFICO SPA	Servicio de arriendo de 2 camionetas para uso en terreno entre los días 02 al 05 de abril de 2019 (Camioneta)	Cheque	556.434
Gastos de Operación	2019050026	08-05-2019	201900363	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por participación en Curso de Capacitación "Modelación Hidrica en ambientes glaciares y periglaciares orientados a los andes áridos" - Hungría, entre el 13 y el 18 de mayo de 2019.	Cheque	1.985.620
Gastos de Operación	2019050085	22-05-2019	91	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por salida a terreno para Difusión y Exposición del proyecto a la comunidad de Alto del Carmen, día 12 de Abril de 2019, Comuna de Alto del Carmen.	Cheque	25.461
Gastos de Operación	2019050086	22-05-2019	22	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	SAV Srta. Nayadeth López Cuello, Técnico del proyecto, por salida a terreno para Difusión y Exposición del proyecto a la comunidad de Alto del Carmen, día 12 de Abril de 2019, Comuna de Alto del Carmen.	Cheque	21.114
Gastos de Operación	2019050087	22-05-2019	18	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	SAV Sr. Yeferson Ardiles Iriarte, Técnico del proyecto, por salida a terreno para Difusión y Exposición del proyecto a la comunidad de Alto del Carmen, día 12 de Abril de 2019, Comuna de Alto del Carmen.	Cheque	21.114
Gastos de Personal	2019050089	22-05-2019	90	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Pago Honorarios mes de Abril de 2019. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio).	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2019050089	22-05-2019	21	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Pago Honorarios mes de Abril de 2019. (Técnico y/o profesional 1).	Cheque	480.000
Gastos de Personal	2019050089	22-05-2019	17	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	Pago Honorarios mes de Abril de 2019. (Técnico y/o profesional 2).	Cheque	480.000

Gastos de Operación	2019050156	31-05-2019	201900326	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°24, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por participar en jornada de capacitación en la Empresa proveedora de las estaciones meteorológicas	Cheque	25.461
Gastos de Operación	2019050157	31-05-2019	201900295	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°23, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por participación en Curso de Capacitación "Modelación Hídrica en ambientes glaciares y periglaciares orientados a los andes áridos" - Hungría, entre el 13 y el 18 de mayo de 2019. (SAV Nacional)	Cheque	50.922
Gastos de Operación	2019050158	31-05-2019	238670	FACTURA	BLANCO VIAJES LTDA.	Se solicita gestionar la compra de pasajes aéreos La Serena - Budapest, Hungría - La Serena para el Sr. Juan Campos Nazer, RUT 17.722.083-3 y director del proyecto FIC 30486526-0 para participar en Curso de Capacitación "Modelación Hídrica en ambientes glaciares y periglaciares orientados a los andes áridos" y de acuerdo al itinerario contenido en Cotización de la empresa BlancoViajes.	Cheque	868.544
Gastos de Operación	2019050159	31-05-2019	492683	FACTURA	BLANCO VIAJES LTDA.	Comisión por pasaje aéreos La Serena - Budapest - La Serena para el Sr. Juan Campos Nazer, RUT 17.722.083-3 y director del proyecto FIC 30486526-0 para participar en Curso de Capacitación "Modelación Hídrica en ambientes glaciares y periglaciares orientados a los andes áridos" y de acuerdo al itinerario contenido en Cotización de la empresa BlancoViajes.	Cheque	14.180
Gastos de Operación	2019060029	10-06-2019	8324263	FACTURA	DIMERC S A	Compra de materiales de oficina para uso en operaciones del proyecto (Fungibles)	Cheque	127.698

Gastos de Operación	2019060110	19-06-2019	332914	FACTURA	COMERCIAL REDOFFICE LIMITADA	Compra de materiales de oficina para uso en operaciones del proyecto (Fungibles)	Cheque	69.797
Gastos de Operación	2019060111	19-06-2019	12332	FACTURA	COMERCIAL ROIAN STORE LIMITADA	Compra de materiales de oficina para uso en operaciones del proyecto (Fungibles)	Cheque	230.098
Gastos de Operación	2019060112	19-06-2019	11984	FACTURA	COMERCIALIZADORA E IMPORTADORA DE MATERIAL DIDACTICO PUNTO EDUCATIVO LTDA.	Compra de materiales de oficina para uso en operaciones del proyecto (Fungibles)	Cheque	68.366
Gastos de Operación	2019060113	19-06-2019	1161944	FACTURA	RICARDO RODRÍGUEZ Y CIA. LTDA.	Compra de Toner para uso en operaciones del proyecto (Insumos Computacionales)	Cheque	554.305
Gastos de Operación	2019060114	19-06-2019	1161945	FACTURA	RICARDO RODRÍGUEZ Y CIA. LTDA.	Compra de Toner para uso en operaciones del proyecto (Insumos Computacionales)	Cheque	842.646
Gastos de Operación	2019060115	19-06-2019	3EDB-DEIJ-55	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Vallenar - Santiago (Ida) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Jornada de Capacitación en la empresa proveedora de e estaciones meteorológicas sobre la recepción de datos y utilización de equipo para la medición en alta cordillera, día 07/05/2019 (Pasaje Terrestre)	Cheque	22.000
Gastos de Operación	2019060115	19-06-2019	11868	COMPROBANTE	RED BIP	Recarga de tarjeta BIP para traslado en Santiago por actividad Capacitación en estaciones meteorológicas (Pasaje terrestre)	Cheque	5.000
Gastos de Operación	2019060115	19-06-2019	DBD1-DFGI-55	BOLETA	ANDIMAR	Pasaje Santiago - Vallenar (Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Jornada de Capacitación en la empresa proveedora de e estaciones meteorológicas sobre la recepción de datos y utilización de equipo para la medición en alta cordillera, día 07/05/2019 (Pasaje Terrestre)	Cheque	22.000

Gastos de Operación	2019060115	19-06-2019	2546477	BOLETA	BUSES PLUS CHILE	Pasaje La Serena - Vallenar (Regreso) Sr. Juan Campos Nazer, director del proyecto, por participación en Curso de capacitación Hungría, día 20/05/2019 (Pasaje Terrestre)	Cheque	6.000
Gastos de Operación	2019060115	19-06-2019	253258	COMPROBANTE	SOUNDTRACKFILMS LTDA.	Servicio de Transfer Aeropuerto - Terminal de buses La Serena por regreso curso de capacitación Hungría, día 20.05.2019 (Pasaje terrestre)	Cheque	6.000
Gastos de Operación	2019060116	19-06-2019	106184	BOLETA	YENNY JESSICA ZUÑIGA NAVEA	Compra de alimentos para asistentes actividad semana del poster (Difusión - Alimentación)	Cheque	2.560
Gastos de Operación	2019060116	19-06-2019	30049991	FACTURA	RENDIC HERMANOS S.A.	Compra de alimentos para asistentes actividad semana del poster (Difusión - Alimentación)	Cheque	76.239
Gastos de Operación	2019060116	19-06-2019	30049992	FACTURA	RENDIC HERMANOS S.A.	Compra de alimentos para asistentes actividad semana del poster (Difusión - Alimentación)	Cheque	29.030
Gastos de Operación	2019060116	19-06-2019	53441	BOLETA	VANNY ANDREA MONDACA MUÑOZ	Compra de alimentos para actividad semana del poster (Difusión - Alimentación)	Cheque	30.000
Gastos de Operación	2019060117	19-06-2019	1093409	BOLETA	EDUARDO LUIS SALINAS NAIM	Compra de materiales de oficina para uso en operaciones del proyecto (Fungibles)	Cheque	18.600
Gastos de Operación	2019060117	19-06-2019	1093479	BOLETA	EDUARDO LUIS SALINAS NAIM	Compra de materiales de oficina para uso en operaciones del proyecto (Fungibles)	Cheque	11.290
Gastos de Personal	2019060118	19-06-2019	93	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Pago Honorarios mes de Mayo de 2019. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio).	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2019060118	19-06-2019	23	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Pago Honorarios mes de Mayo de 2019. (Técnico y/o profesional 1).	Cheque	480.000
Gastos de Personal	2019060118	19-06-2019	19	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	Pago Honorarios mes de Mayo de 2019. (Técnico y/o profesional 2).	Cheque	480.000

Gastos de Operación	2019060149	24-06-2019	201900524	COMPROMISO DE VIATICO	JORGE ALEJANDRO QUEVEDO CASTILLO	SAV N°27, Sr. Jorge Quevedo Castillo, Chofer Universidad por traslado del equipo de trabajo del proycto y beneficiarios a Alto del Carmen a realizar visita y descarga de datos de las estaciones meteorológicas, día 24 al 26 de Junio de 2019, Comuna de Alto del Carmen (Viáticos Chofer)	Cheque	105.570
Gastos de Operación	2019060150	24-06-2019	201900525	COMPROMISO DE VIATICO	CLAUDIO ROBLES CARVAJAL	SAV N°28, Sr. Claudio Robles Carvajal, Chofer Universidad por traslado del equipo de trabajo del proycto y beneficiarios a Alto del Carmen a realizar visita y descarga de datos de las estaciones meteorológicas, día 24 al 26 de Junio de 2019, Comuna de Alto del Carmen (Viáticos Chofer)	Cheque	105.570
Gastos de Operación	2019070010	09-07-2019	201900526	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°29, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por participaciòn en salida a terreno a descarga de datos de las estaciones meteorológicas, coordinación en toma de imágenes con audiovisulaista para el video del proyecto y guiar a los beneficiarios en visita a las estaciones, día 25 de junio de 2019 (Viático Nacional)	Cheque	25.461
Gastos de Operación	2019070011	09-07-2019	96	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	SAV N°30, Sr. José Espinoza Aburto, Geólogo experto encargado computacional del laboratorio, por participaciòn en salida a terreno a descarga de datos de las estaciones meteorológicas, coordinación en toma de imágenes con audiovisulaista para el video del proyecto y guiar a los beneficiarios en visita a las estaciones, día 25 de junio de 2019 (Viático nacional)	Cheque	25.461

Gastos de Operación	2019070013	09-07-2019	201900539	COMPROMISO DE VIATICO	NICOLAS PATRICIO SALVO PINTO	SAV N°33, Sr. Nicolás Salvo Pinto, Chofer Universidad por traslado del equipo de trabajo del proycto y beneficiarios a Alto del Carmen a realizar visita y descarga de datos de las estaciones meteorológicas, día 10 al 12 de Julio de 2019, Comuna de Alto del Carmen (Viáticos Chofer)	Cheque	105.570
Gastos de Operación	2019070014	09-07-2019	201900540	COMPROMISO DE VIATICO	LUIS ENRIQUE BUSTOS RIVEROS	SAV N°34, Sr. Luis Bustos Riveros, Chofer Universidad por traslado del equipo de trabajo del proycto y beneficiarios a Alto del Carmen a realizar visita y descarga de datos de las estaciones meteorológicas, día 10 al 12 de Julio de 2019, Comuna de Alto del Carmen (Viáticos Chofer)	Cheque	105.570
Gastos de Operación	2019070015	09-07-2019	201900541	COMPROMISO DE VIATICO	LUIS ALFARO ROJO	SAV N°35, Sr. Luis Alfaro Rojo, Chofer Universidad por traslado del equipo de trabajo del proycto y beneficiarios a Alto del Carmen a realizar visita y descarga de datos de las estaciones meteorológicas, día 10 al 12 de Julio de 2019, Comuna de Alto del Carmen (Viáticos Chofer)	Cheque	105.570
Gastos de Operación	2019070016	09-07-2019	201900542	COMPROMISO DE VIATICO	JULIO GAHONA VILLANUEVA	SAV N°36, Sr. Julio Gahona Villanueva Universidad por traslado del equipo de trabajo del proycto y beneficiarios a Alto del Carmen a realizar visita y descarga de datos de las estaciones meteorológicas, día 10 al 12 de Julio de 2019, Comuna de Alto del Carmen (Viáticos Chofer)	Cheque	105.570

Gastos de Operación	2019070017	09-07-2019	201900543	COMPROMISO DE VIATICO	JORGE ALEJANDRO QUEVEDO CASTILLO	SAV N°37, Sr. Jorge Quevedo Castillo, Chofer Universidad por traslado del equipo de trabajo del proycto y beneficiarios a Alto del Carmen a realizar visita y descarga de datos de las estaciones meteorológicas, día 10 al 12 de Julio de 2019, Comuna de Alto del Carmen (Viáticos Chofer)	Cheque	105.570
Gastos de Operación	2019070018	09-07-2019	262	FACTURA	SANDRA VIVIAN LOPEZ GOMEZ (LAS ESCENCIAS DEL CAMPO)	Servicio de Cóctel (100 personas), almuerzos (80 personas) y Coffe Break (200 personas) para actividad "Seminario Adaptación al cambio climático y Recursos Hídricos" y Actividad de cierre del proyecto, realizado los días 27 y 28 de Junio de 2019 (Gastos de Difusión - Servicios de Coctel)	Cheque	2.001.637
Gastos de Operación	2019070042	15-07-2019	201900538	COMPROMISO DE VIATICO	JUAN SALVADOR CAMPOS NAZER	SAV N°38, Sr. Juan Campos Nazer, director del Proyecto, por participación en salida a terreno a descarga de datos de las estaciones meteorológicas, coordinación en toma de imágenes con audiovisulaista para el video del proyecto y guiar a los beneficiarios en visita a las estaciones, día 07 de julio de 2019 (Viático Nacional)	Cheque	25.461
Gastos de Personal	2019070043	15-07-2019	26	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	SAV N°31, Srta. Nayadeth López Cuello, Técnico del proyecto, por participación en salida a terreno (Alto del Carmen, San Félix, Cerro Potrerillos) en apoyo del director del proyecto a descarga de datos de las estaciones meteorológicas, coordinación en toma de imágenes con audiovisulaista para el video del proyecto y guiar a los beneficiarios en visita a las estaciones, día 25 de junio de 2019 (Viático Nacional).	Cheque	21.114

Gastos de Personal	2019070045	15-07-2019	94	BOLETA DE HONORARIOS	JOSÉ HORACIO ESPINOZA ABURTO	Pago Honorarios mes de Junio de 2019. (Geólogo experto encargado computacional del laboratorio).	Cheque	1.200.000
Gastos de Personal	2019070045	15-07-2019	24	BOLETA DE HONORARIOS	NAYADETH SOLEDAD LOPEZ CUELLO	Pago Honorarios mes de Junio de 2019. (Técnico y/o profesional 1).	Cheque	480.000
Gastos de Personal	2019070045	15-07-2019	22	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	Pago Honorarios mes de Junio de 2019. (Técnico y/o profesional 2).	Cheque	480.000
Gastos de Operación	2019070046	01-07-2019	3484409	FACTURA	LATAM AIRLINES GROUP S.A.	Pasaje en avión Temuco - La Serena - Temuco para el Sr. Ángel Monsalve, RUT 15.196.823-6, Expositor en el Seminario "Adaptación al cambio climático y Recursos Hídricos" día 27/06/2019. (Pasajes Avión)	Cheque	182.006
Gastos de Operación	2019070046	01-07-2019	3484409	FACTURA	LATAM AIRLINES GROUP S.A.	Pasaje en avión Temuco - La Serena - Temuco para el Sr. Mauricio Zambrano, RUT 12.165.265-K, Expositor en el Seminario "Adaptación al cambio climático y Recursos Hídricos" día 27/06/2019. (Pasajes Avión)	Cheque	182.006
Gastos de Operación	2019070047	15-07-2019	3484409	FACTURA	LATAM AIRLINES GROUP S.A.	Pasaje en avión Santiago - La Serena - Santiago para la Srta. Meibelin Rosales, RUT 25.006.842-5, Expositora en el Seminario "Adaptación al cambio climático y Recursos Hídricos" día 27/06/2019. (Pasajes Avión)	Cheque	60.848
Gastos de Operación	2019070048	15-07-2019	13028	FACTURA	COMERCIAL ROIAN STORE LIMITADA	Adquisición de insumos de oficina para uso en actividades del laboratorio (Fungibles)	Cheque	102.649
Gastos de Operación	2019070049	15-07-2019	349768	FACTURA	COMERCIAL REDOFFICE LIMITADA	Adquisición de insumos de oficina para uso en actividades del laboratorio (Fungibles)	Cheque	302.996
Gastos de Operación	2019070050	15-07-2019	97623	FACTURA	SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PROCAD LIMITADA	Adquisición de insumos de oficina para uso en actividades del laboratorio (Papel Plotter) (Fungibles)	Cheque	145.190
Gastos de Operación	2019070051	15-07-2019	10816417	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Adquisición de insumos de oficina para uso en actividades del laboratorio (Fungibles)	Cheque	896.231
Gastos de Operación	2019070052	15-07-2019	10816418	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Adquisición de insumos de oficina para uso en actividades del laboratorio (Fungibles)	Cheque	61.331

Gastos de Operación	2019070053	15-07-2019	10816138	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Adquisición de insumos de oficina para uso en actividades del laboratorio (Fungibles)	Cheque	59.214
Gastos de Operación	2019070054	15-07-2019	8464556	FACTURA	DIMERC S A	Adquisición de insumos de oficina para uso en actividades del laboratorio (Fungibles)	Cheque	588.879
Gastos de Operación	2019070055	15-07-2019	1227331	FACTURA	RICARDO RODRÍGUEZ Y CIA. LTDA.	Compra de toner, tintas y cartuchos para uso en actividades del laboratorio, actividades de difusión y entrega de material a beneficiarios (Insumos Computacionales)	Cheque	2.577.193
Gastos de Personal	2019070105	19-07-2019	119	BOLETA DE HONORARIOS	HECTOR MAURICIO ZAMBRANO BIGIARINI	Pago Honorarios Suma Alzada, Sr. Héctor Zambrano Bigiarini, Expositor Nacional del Seminario "Evaluación Espacio - Temporal de las estimaciones satelitales de precipitación IMERGV05-F sobre los diferentes climas y la compleja topografía de Chile" 28/06/2019 (Experto científico Internacional)	Cheque	500.000
Gastos de Personal	2019070106	19-07-2019	259	BOLETA DE HONORARIOS	CRISTIAN ALEJANDRO ORREGO NELSON	Pago Honorarios Suma Alzada Sr. Cristian Orrego Nelson, Expositor Nacional del Seminario "Adaptación al cambio climático y Recursos Hídricos" 27/06/2019 (Experto científico Internacional)	Cheque	500.000
Gastos de Personal	2019070107	19-07-2019	37	BOLETA DE HONORARIOS	CRISTIAN CHADWICK IRARRAZAVAL	Pago Honorarios Suma Alzada Sr. Cristian Chadwick Irarrázabal, Expositor Nacional del Seminario "Estimación local del tiempo de emergencia de variables climáticas utilizando un mapeo no sesgado de GCMs Una aplicación en Chile semiárido y mediterráneo" 28/06/2019 (Experto científico Internacional)	Cheque	500.000
Gastos de Personal	2019070108	19-07-2019	174	BOLETA DE HONORARIOS	ANGEL DARIO MONSALVE SEPÚLVEDA	Pago Honorarios Suma Alzada Sr. Angel Monsalve Sepúlveda, Expositor Nacional del Seminario "Efecto de la variabilidad espacial de flujo y granulometría en ríos muy empinados" 28/06/2019 (Experto científico Internacional)	Cheque	500.000

Gastos de Operación	2019070110	19-07-2019	24	BOLETA DE HONORARIOS	YEFERSON AQUILES ARDILES IRIARTE	SAV N°32, Sr. Yeferson Ardiles Iriarte, Técnico del proyecto, por participación en salida a terreno (Alto del Carmen, San Félix, Cerro Potrerillos) en apoyo del director del proyecto a descarga de datos de las estaciones meteorológicas, coordinación en toma de imágenes con audiovisulista para el video del proyecto y guiar a los beneficiarios en visita a las estaciones, día 25 de junio de 2019 (Viático Nacional)	Cheque	21.114
Gastos de Operación	2019070112	19-07-2019	788377	FACTURA	AUORENTAS DEL PACÍFICO SPA	Servicio de arriendo de 2 camionetas modelo Toyota Hilux 4x4, motor 3.0 con equipamiento para alta montaña para traslado del equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 25/06/2019 (Camioneta)	Cheque	262.757
Gastos de Operación	2019070113	19-07-2019	788455	FACTURA	AUORENTAS DEL PACÍFICO SPA	Servicio de arriendo de 5 camionetas modelo Toyota Hilux 4x4, motor 3.0 con equipamiento para alta montaña para traslado del equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 11/07/2019 (Camioneta)	Cheque	633.092
Gastos de Operación	2019070118	19-07-2019	92	FACTURA	SOUNDTRACKFILMS LTDA.	Servicio de realización, producción y edición de un video Master Full HD de la ejecución del proyecto (Gastos de Difusión - Master full HD)	Cheque	2.500.000
Gastos de Operación	2019070122	30-07-2019	3495917	FACTURA	LATAM AIRLINES GROUP S.A.	Pasaje en avión Santiago - La Serena - Santiago para el Srta. Pilar Barria, RUT 16.337.945-7, Expositora en el Seminario "Adaptación al cambio climático y Recursos Hídricos" día 28/06/2019. (Pasajes Avión)	Cheque	59.120

Gastos de Personal	2019070125	30-07-2019	8	BOLETA DE HONORARIOS	REMI VALOIS	Pago Honorarios Suma Alzada Sr. Remi Noel Valois, Expositor Nacional del Seminario "Adaptación al Cambio Climático y Recursos Hídricos" 27/06/2019. (Experto científico Internacional)	Cheque	500.000
Gastos de Personal	2019070126	30-07-2019	42	BOLETA DE HONORARIOS	PILAR ANDREA BARRÍA SANDOVAL	Pago Honorarios Suma Alzada Sra. Pilar Barría Sandoval, Expositora Nacional del Seminario "Impactos del Cambio Climático en el otorgamiento de derechos de agua" 28/06/2019. (Experto científico Internacional)	Cheque	500.000
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	17113	COMPROBANTE	SUCESION JULIO ALBERTO SALINAS ALDANA	Compra de un cable USB para conexión de sistemas en Laboratorio del Proyecto (Insumos Computacionales)	Cheque	3.900
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1075712586	BOLETA	RENDIC HERMANOS S.A.	Compra de productos para alimentación de beneficiarios en salida a terreno día 25/06/2019 (Alimentación Terreno)	Cheque	26.685
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1454455	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Ida) por traslado del Chofer, Sr. Claudio Robles Carvajal para salida a terreno día 25/06/2019 (Alto del Carmen - San Félix - Cerro Potrerillos) (Peaje)	Cheque	4.200
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1454454	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Ida) por traslado del Chofer, Sr. Jorge Quevedo Castillo para salida a terreno día 25/06/2019 (Alto del Carmen - San Félix - Cerro Potrerillos) (Peaje)	Cheque	4.200
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	554478	BOLETA	SOCIEDAD COMERCIAL E INVERSIONES V&F Y CIA. LTDA.	Combustible (Diesel) camioneta arrendada por traslado a equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 25/06/2019 (Alto del Carmen - San Félix - Cerro Potrerillos) a descargar datos de estaciones meteorológicas, toma de imágenes con audiovisualista y visita a estaciones. (Petróleo)	Cheque	16.105

Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	554479	BOLETA	SOCIEDAD COMERCIAL E INVERSIONES V&F Y CIA. LTDA.	Combustible (Diesel) camioneta arrendada por traslado a equip ode trabajo y nebeneficiarios a terreno día 25/06/2019 (Alto del Carmen - San Félix - Cerro Potrerillos) a descargar datos de estaciones meteorológicas, toma de imágenes con audiovisualista y visita a estaciones. (Petróleo)	Cheque	13.992
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	10401	COMPROBANTE	SOCOBAR SPA	Combustible (Diesel) camioneta arrendada por traslado a equip ode trabajo y nebeneficiarios a terreno día 25/06/2019 (Alto del Carmen - San Félix - Cerro Potrerillos) a descargar datos de estaciones meteorológicas, toma de imágenes con audiovisualista y visita a estaciones. (Petróleo)	Cheque	19.800
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	554929	BOLETA	SOCIEDAD COMERCIAL E INVERSIONES V&F Y CIA. LTDA.	Combustible (Diesel) camioneta arrendada por traslado a equip ode trabajo y nebeneficiarios a terreno día 25/06/2019 (Alto del Carmen - San Félix - Cerro Potrerillos) a descargar datos de estaciones meteorológicas, toma de imágenes con audiovisualista y visita a estaciones. (Petróleo)	Cheque	23.804
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1491374	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Regreso) por traslado del Chofer, Sr. Claudio Robles Carvajal para salida a terreno día 25/06/2019 (Alto del Carmen - San Félix - Cerro Potrerillos) (Peaje)	Cheque	4.200
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1491373	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Regreso) por traslado del Chofer, Sr. Jorge Quevedo Castillo para salida a terreno día 25/06/2019 (Alto del Carmen - San Félix - Cerro Potrerillos) (Peaje)	Cheque	4.200
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	624281	BOLETA	SERVICIOS PIETRO DEPETRIS E HIJOS Y CIA LTDA.	Combustible (Diesel) camioneta arrendada por traslado a equipo de trabajo y beficiarios a terreno día 25/06/2019 (Alto del Carmen - San Félix - Cerro Potrerillos). Regreso a Copiapó (Petróleo)	Cheque	12.000

Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	624282	BOLETA	SERVICIOS PIETRO DEPETRIS E HIJOS Y CIA LTDA.	Combustible (Diesel) camioneta arrendada por traslado a equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 25/06/2019 (Alto del Carmen - San Félix - Cerro Potrerillos). Regreso a Copiapó (Petróleo)	Cheque	12.000
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	230463	BOLETA	COMERCIAL Y SERVICIOS GB LIMITADA	Combustible (Diesel) vehículo Sr. Remi Noel Valois, Expositor del Seminario "Adaptación al cambio climático y Recursos Hídricos", por traslado La Serena - Vallenar - La Serena dpia 27/06/2019 (Petróleo)	Cheque	10.000
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	297493	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA RUTA DEL ALGARROBO	Peaje (Ida) por traslado del Sr. Remi Noel Valois, Expositor a Vallenar por asistencia a Seminario día 27/06/2019 (Peaje)	Cheque	2.200
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1643271	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA RUTA DEL ALGARROBO	Peaje (Ida) por traslado del Sr. Remi Noel Valois, Expositor a Vallenar por asistencia a Seminario día 27/06/2019 (Peaje)	Cheque	2.200
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1454717	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA RUTA DEL ALGARROBO	Peaje (Regreso) por traslado del Sr. Remi Noel Valois, Expositor a La Serena por asistencia a Seminario día 27/06/2019 (Peaje)	Cheque	2.200
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	341936	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA RUTA DEL ALGARROBO	Peaje (Regreso) por traslado del Sr. Remi Noel Valois, Expositor a La Serena por asistencia a Seminario día 27/06/2019 (Peaje)	Cheque	2.200
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	200019	COMPROBANTE	SOL DEL VALLE LIMITADA	Transfer Aeropuerto - La Serena, Sr. Angel Monsalve Sepúlveda, Expositor invitado al Seminario "Adaptación al cambio climático y Recursos Hídricos" día 27/06/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	3.000
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1692446653	BOLETA	TUR BUS	Pasaje terrestre La Serena - Vallenar Sr. Angel Monsalve Sepúlveda, Expositor invitado al Seminario "Adaptación al cambio climático y Recursos Hídricos" día 27/06/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	9.900

Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1692446654	BOLETA	TUR BUS	Pasaje terrestre Vallenar - La Serena Sr. Angel Monsalve Sepúlveda, Expositor invitado al Seminario "Adaptación al cambio climático y Recursos Hídricos" día 29/06/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	11.100
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	200020	COMPROBANTE	SOL DEL VALLE LIMITADA	Transfer La Serena - Aeropuerto, Sr. Angel Monsalve Sepúlveda, Expositor invitado al Seminario "Adaptación al cambio climático y Recursos Hídricos" día 29/06/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	3.000
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	840361	COMPROBANTE	SOL DEL VALLE LIMITADA	Transfer Aeropuerto - La Serena, Sr. Héctor Zambrano Expositor invitado al Seminario "Adaptación al cambio climático y Recursos Hídricos" día 27/06/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	7.000
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1692446655	BOLETA	TUR BUS	Pasaje terrestre La Serena - Vallenar Sr. Hector Zambrano, Expositor invitado al Seminario "Adaptación al cambio climático y Recursos Hídricos" día 27/06/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	9.900
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1692446656	BOLETA	TUR BUS	Pasaje terrestre Vallenar - La Serena Sr. Hector Zambrano, Expositor invitado al Seminario "Adaptación al cambio climático y Recursos Hídricos" día 29/06/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	11.100
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	200021	COMPROBANTE	SOL DEL VALLE LIMITADA	Transfer La Serena - Aeropuerto, Sr. Héctor Zambrano Expositor invitado al Seminario "Adaptación al cambio climático y Recursos Hídricos" día 29/06/2019 (Pasajes Terrestre)	Cheque	7.000
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	393640	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Ida) Copiapó - Vallenar, Sr, Julio Gahona Villanueva, chofer camioneta placa patente N°KTSH-99 por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 11/07/2019 (Peaje)	Cheque	4.200

Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	738380	BOLETA	ESTACION DE SERVICIOS JASEN LIMITADA	Carga de Combustible camioneta placa patente N°KTSH-99 por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 11/07/2019 (Petróleo)	Cheque	35.001
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1511360	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Regreso) Vallenar - Copiapó, Sr, Julio Gahona Villanueva, chofer camioneta placa patente N°KTSH-99 por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 12/07/2019 (Peaje)	Cheque	4.200
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1406754	BOLETA	INVERSIONES MARÍA ANTONIETA SOZA VIVES	Carga de Combustible camioneta placa patente N°KTSH-99 por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 11/07/2019. Regreso a Copiapó (Petróleo)	Cheque	6.997
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1473407	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Ida) Copiapó - Vallenar, Sr, Jorge Quevedo Castillo, chofer camioneta placa patente N°LHCG-59 por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 11/07/2019 (Peaje)	Cheque	4.200
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	13568	COMPROBANTE	SOCOBAR SPA	Carga de Combustible camioneta placa patente N°LHCG-59 por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 11/07/2019 (Petróleo)	Cheque	28.000
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1511339	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Regreso) Vallenar - Copiapó, Sr. Jorge Quevedo Castillo, chofer camioneta placa patente N°LHGC-59 por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 12/07/2019 (Peaje)	Cheque	4.200
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	624588	BOLETA	SERVICIOS PIETRO DEPETRIS E HIJOS Y CIA LTDA.	Carga de Combustible camioneta placa patente N°LHCG-59 por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 11/07/2019. Regreso a Copiapó (Petróleo)	Cheque	10.000

Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	393614	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Ida) Copiapó - Vallenar, Sr. Luis Bustos Riveros, chofer camioneta placa patente S/N por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 11/07/2019 (Peaje)	Cheque	4.200
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	738382	BOLETA	ESTACION DE SERVICIOS JASEN LIMITADA	Carga de Combustible camioneta S/N por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 11/07/2019 (Petróleo)	Cheque	29.070
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1511350	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Regreso) Vallenar - Copiapó, Sr. Luis Bustos Riveros, chofer camioneta S/N por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 12/07/2019 (Peaje)	Cheque	4.200
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1406752	BOLETA	INVERSIONES MARÍA ANTONIETA SOZA VIVES	Carga de Combustible camioneta S/N por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 11/07/2019. Regreso a Copiapó (Petróleo)	Cheque	8.999
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1473434	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Ida) Copiapó - Vallenar, Sr. Luis Alfaro Rojo, chofer camioneta placa patente N°JGGF-61 por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 11/07/2019 (Peaje)	Cheque	4.200
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	738379	BOLETA	ESTACION DE SERVICIOS JASEN LIMITADA	Carga de Combustible camioneta placa patente N°JGGF-61 por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 11/07/2019 (Petróleo)	Cheque	32.003
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1511359	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Regreso) Vallenar - Copiapó, Sr. Luis Alfaro Rojo, chofer camioneta placa patente N°JGGF-61 por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 12/07/2019 (Peaje)	Cheque	4.200
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1473421	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Ida) Copiapó - Vallenar, Sr. Nicolás Salvo Pinto, chofer camioneta placa patente N°JYCT-73 por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 11/07/2019 (Peaje)	Cheque	4.200

Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	738384	BOLETA	ESTACION DE SERVICIOS JASEN LIMITADA	Carga de Combustible camioneta placa patente N°JYCT-73 por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 11/07/2019 (Petróleo)	Cheque	32.000
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1187138	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Regreso) Vallenar - Copiapó, Sr.Nicolás Salvo Pinto, chofer camioneta placa patente N°JYCT-73 por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 12/07/2019 (Peaje)	Cheque	4.200
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1406753	BOLETA	INVERSIONES MARÍA ANTONIETA SOZA VIVES	Carga de Combustible camioneta placa patente N°JYCT-73 por traslado de equipo de trabajo y beneficiarios a terreno día 11/07/2019. Regreso a Copiapó (Petróleo)	Cheque	6.982
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	445957514	BOLETA	HIPERMERCADOS TOTTUS S.A.	Compra de productos para alimentación de beneficiarios en salida a terreno día 11/07/2019 (Alimentación Terreno)	Cheque	38.218
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	445957515	BOLETA	HIPERMERCADOS TOTTUS S.A.	Compra de productos para alimentación (Colaciones) de beneficiarios en salida a terreno día 11/07/2019 (Alimentación Terreno)	Cheque	39.702
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	112	FACTURA	ARED BELEN DE CASIA BRUNA VELIS	Alimentación (Almuerzos y cenas) para beneficiarios en terreno del día 11/07/2019 (Alimentación Terreno)	Cheque	135.660
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	34637	BOLETA	COMERCIAL Y SERVICIOS JARA SEPÚLVEDA LIMITADA	Carga de Combustible vehículo placa patente N°GRPJ-22 por traslado del director del proyecto, Sr. Juan Campos Nazer a firma de cheques y documentación para salida a terreno 11/07/2019. (Petróleo)	Cheque	25.000
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	1508292	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Ida) Vallenar - Copiapó por traslado del director del proyecto, Sr. Juan Campos Nazer a firma de cheques y documentación para salida a terreno 11/07/2019. (Peaje)	Cheque	4.200

Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	817310	COMPROBANTE	SOCIEDAD CONCESIONARIA VALLES DEL DESIERTO S.A.	Peaje (Regreso) Copiapó - Vallenar por traslado del director del proyecto, Sr. Juan Campos Nazer a firma de cheques y documentación para salida a terreno 11/07/2019. (Peaje)	Cheque	4.200
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	562382	BOLETA	SOCIEDAD COMERCIAL E INVERSIONES V&F Y CIA. LTDA.	Carga de Combustible vehículo placa patente N°GRPJ-22 por traslado del director del proyecto, Sr. Juan Campos Nazer a firma de cheques y documentación para salida a terreno 11/07/2019 (Petróleo)	Cheque	29.860
Gastos de Operación	2019070130	31-07-2019	110	FACTURA	ARED BELEN DE CASIA BRUNA VELIS	Cenas para 7 beneficiarios del proyecto por salida a terreno día 25/06/2019 (Alimentación Terreno)	Cheque	49.980
Gastos de Operación	2019070132	31-07-2019	48144	FACTURA	INFORMATICA BLUEHOSTING LIMITADA	Servicio de Hosting para página web del proyecto labhidroambiental.com (Gastos de Difusión - Página Web: Generación y Hosting)	Cheque	137.838
TOTAL								\$ 134.409.777

* Debe precisarse si se trata de gastos de operación, personal o inversión.



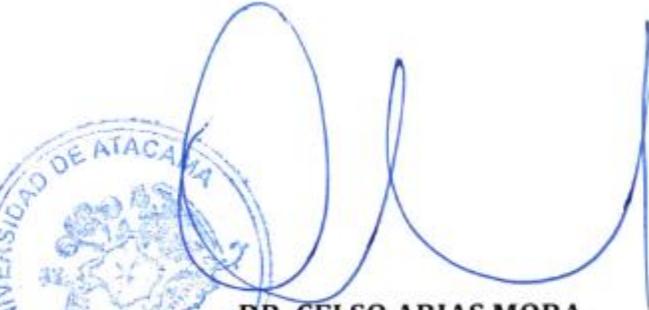
UNIVERSIDAD DE ATACAMA
RECTORÍA

Copiapó, Abril de 2020.

CERTIFICADO
“Rendición de Aportes no Pecuniarios”

La Universidad de Atacama, RUT N° 71.236.700-8, , por medio de su Rector, Dr. Celso Arias Mora, RUT 7.162.080-8, ambos con domicilio en Avenida Copayapu N°485, Copiapó, certifica que en el marco del Fondo de Innovación para la Competitividad FIC-R 2016, proyecto **“Laboratorio para el estudio hídrico de la cuenca, uso eficiente, monitoreo y predicción de caudales aplicando modelo de redes neuronales artificiales y snow runoff model NASA para la Cuenca del Río Huasco, región de Atacama, Chile”** se realizaron los siguientes Aportes Valorizados en el periodo comprendido entre los meses de Octubre de 2017 y Enero de 2020.

Partidas (Detallar)	Costo Unitario	Cantidad	Sub Total
Gastos Inversión, Implementación y Equipamiento			\$5,500,000
Software redes neuronales artificiales	\$3,000,000	1	\$3,000,000
Software modelo SRM	\$2,500,000	1	\$2,500,000
Gastos de Operación			\$17,000,000
Camioneta UDA (de apoyo, seguridad)	\$50,000	60	\$3,000,000
Uso de infraestructura para instalación de laboratorio	\$500,000	18	\$9,000,000
Viatico nacional académico UDA	\$60,000	60	\$3,600,000
Uso de infraestructura para seminarios y/o charlas	\$100,000	14	\$1,400,000
Gastos de Honorarios			\$40,500,000
Director General (20 horas semanales)	\$1,200,000	18	\$21,600,000
Directora Administrativa (3 horas semanales)	\$800,000	18	\$14,400,000
Experto Científico UDA	\$250,000	18	\$4,500,000
Gastos de Difusión			\$1,000,000
Servicios periodísticos, fotográficos profesional.	\$250,000	4	\$1,000,000
		TOTAL	\$64,000,000



DR. CELSO ARIAS MORA
RECTOR
UNIVERSIDAD DE ATACAMA