UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES
VALPARAÍSO – CHILE

ANÁLISIS PARA LA INFILTRACIÓN ARTIFICIAL DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO HUASCO

Memoria De Titulación Presentada Por
NICOLÁS GOITIANDÍA GUTIÉRREZ

Requisito Parcial Para Optar Al Título De
Ingeniero Civil

Profesor Guía
Carlos Parraguez Decker
Profesor Correferente
Pedro Kamann Chacana

Diciembre de 2017

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres y hermanos, ya que, sin ellos no habría sido posible llegar a esta instancia.

A Andrea, mi prima, que me recibió el primer año que llegué Valparaíso. Al guata por el apañamiento incondicional, por vivir conmigo y aguantarme sobre todo en los primeros años en Valparaíso.

Al Mauro, flaco Astroza, Neli, Guga, Eli, Sam, Marian, Hugues y a todos los que vivieron conmigo en la época de estudios. Mención especial al Jano(bigotes) que me apaño a vivir inicialmente en Yerbas Buenas, en donde pase momentos muy importantes.

Al Pancho Diaz, que casi siempre me apaño en todo lo académico y no académico. A la Cami Guerrero que me ayudo a encontrar casa y en muchas otras cosas más. A la Caro, Dito, Huevo, Kike, Juan Contreras, Cristiano, Rubio, Walter, Franco, Choper, Juanfra, Vladi, Chamo y a todos mis amigos de la universidad que me apoyaron de alguna u otra forma.

A Pablo Rojas Torres de la JVRHA, por contestar a mis inquietudes.

A Sofi, por apoyarme y darme 2 maravillosos gemelos.

Finalmente, un agradecimiento a mis profesores, por ayudarme en el desarrollo de esta investigación

A Simón y Joaquín

RESUMEN

Actualmente existe un déficit hídrico considerable que aumentará con el pasar de los años. Teniendo en consideración este escenario, es necesario proponer nuevas formas para mitigar estos efectos que tienen repercusiones sociales y económicas, ya que afecta directamente a la agricultura, industria y consumo humano.

La cuenca del Rio Huasco, tiene gran desarrollo agrícola y su principal hidroregulador es el embalse Santa Juana. Éste último, provee de agua a todos los regantes aguas abajo y su operación es regulada por la Junta de Vigilancia del Rio Huasco y sus Afluentes(JVRHA).

El presente trabajo, tiene por objetivo proponer una forma, con menor costo ecológico y económico, de administrar el recurso hídrico tratando de retener mayor cantidad de agua en el territorio continental durante las grandes crecidas. Esto se puede lograr utilizando el potencial de almacenamiento que tiene el subsuelo. Para realizar esto, se debió estudiar la geología e hidrogeología del lugar para saber qué lugares son los más propicios para infiltrar al acuífero.

Para cargar el acuífero se ha estudiado distintos métodos basándose en la experiencia internacional y nacional. Se hace uso pozos profundos, por su capacidad y rapidez de disponibilidad del recurso ya que es inyectado directamente en la zona saturada, y por el costo de expropiación porque los otros métodos utilizan una mayor extensión de área superficial.

Analizando y evaluando las características del área de estudio, se observó que los lugares con mejores características para infiltrar se encuentran aguas abajo del embalse Santa Juana hasta Loncomilla, en donde los niveles estáticos alcanzan un promedio de 20[m], una conductividad hidráulica de 4.32[m/día] y un coeficiente de almacenamiento de 8% a 12%. Se seleccionaron 4 zonas de inyección con distintas áreas de influencia que fueron utilizadas para calcular la capacidad de agua a recargar en el acuífero.

Por la configuración de la cuenca es necesario hacer una simulación de operación del embalse Santa Juana cumpliendo con las normas de operación inscritas en el Conservador de Bienes Raíces, en donde, se propone inyectar agua hasta subir el nivel saturado en 5[m]. Con esto, y el área de influencia de cada zona, se calcularon los 12.970.460[m³] de agua que se propone como límite de recarga. La simulación se hizo con 31 años de ciclo recarga-extracción desde el acuífero, en donde el acuífero, abastecería con 359.215.414[m³] de agua al sistema. Finalmente se hace una estimación económica del costo del proyecto mediante un análisis simple.

Se concluye que es un proyecto preliminar viable debido a que ayuda a mitigar los efectos del déficit hídrico, y que para tener mejores resultados se necesita hacer más estudios de estratigrafía y de nivel estático en los sectores potenciales.

SUMMARY

Currently there is a considerable water deficit that will increase with the passing of the years. Considering this scenario, it is necessary to propose new ways to mitigate these effects that have social and economic repercussions, since it directly affects agriculture, industry and human consumption.

The Huasco River basin has great agricultural development and its main hydroregulator is the Santa Juana reservoir. The latter provides water to all irrigators downstream and its operation is regulated by the "Junta de Vigilancia del Río Huasco y sus Afluentes (JVRHA).

The objective of this work is to propose a way, with less ecological and economic cost, to manage the water resource, trying to retain more water in the continental territory during large floods. This can be achieved by using the storage potential of the subsoil. To do this, it was necessary to study the geology and hydrogeology of the place to know which places are the most propitious to infiltrate in the aquifer.

To load the aquifer, different methods have been studied based on international and national experience. Deep wells are used, due to their capacity and rapid availability of the resource since it is injected directly into the saturated zone, and because of the cost of expropriation because the other methods use a greater extension of surface area.

Analyzing and evaluating the characteristics of the study area, it was observed that the places with the best characteristics to infiltrate are downstream from the Santa Juana reservoir to Loncomilla, where the static levels reach an average of 20 [m], a hydraulic conductivity of 4.32. [m / day] and a storage coefficient of 8% to 12%. Four injection zones were selected with different areas of influence that were used to calculate the water capacity to be recharged in the aquifer.

Due to the configuration of the basin, it is necessary to simulate the operation of the Santa Juana reservoir, complying with the operating rules registered with the Proppety Register, where it is proposed to inject water until the saturated level is increased by 5 [m]. With this, and the area of influence of each zone, the 12,970,460 [m³] of water proposed as the recharge limit was calculated. The simulation was done with 31 years of recharge-extraction cycle from the aquifer, where the aquifer would supply 359,215,414 [m³] of water to the system. Finally, an economic estimate of the cost of the project is made through a simple analysis.

It is concluded that it is a feasible preliminary project because it helps to mitigate the effects of the water deficit, and that in order to have better results more studies of stratigraphy and static level are needed in the potential sectors.

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCION 1

1.1 FORMULACIÓN DE ESTUDIO PROPUESTO 1
1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA 2
1.3 OBJETIVOS 5
1.3.1 Objetivos Generales 5
1.3.2 Objetivos Específicos 5
1.4 HIPÓTESIS DE TRABAJO 5
1.5 METODOLOGÍA 5

2 MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO 6

2.1 GEOLOGÍA.; "EVALUACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN MÁXIMA SUSTENTABLE DEL ACUÍFERO DE HUASCO"; DGA S.I.T. N°131 6
2.1.1 Geología de Superficie 7
2.1.1.1 Rocas consolidadas 8
2.1.1.2 Rocas no consolidadas 8
2.1.1.3 Estructuras 9
2.1.2 Geología de Subsuelo 9
2.2 PROPIEDADES HIDRÁULICAS 17
2.2.1 Conductividad hidráulica (Permeabilidad) 17
2.2.2 Nivel estático 22
2.2.3 Calidad de Aguas 24

3 ANTECEDENTES GENERALES 25

3.1 RECARGA ARTIFICIAL 25
3.2 OBJETIVOS PRINCIPALES DE LA RECARGA ARTIFICIAL 25
3.3 ASPECTOS TÉCNICOS 25
3.4 ESTUDIOS PREVIOS 26
3.4.1 Estudios dentro de Chile 26
3.4.1.1 Investigación Recarga artificial Acuíferos Cuencas del Río Choapa y Quilimarí, región de Coquimbo (SIT N°292), AC Ingenieros. 26
3.4.1.2 Mejoramiento del sistema de aguas subterráneas para su utilización en el riego de la cuenca del Río Copiapó; CNR, Jorquera y Asociados S.A.; Noviembre 2012. 27
3.4.1.3 Mejoramiento de Agua Subterránea para Riego Ligua y Petorca; CNR, GCF Ingenieros Ltda.; Enero 2013. 28
3.4.1.4 Estudio Básico "Análisis alternativas piloto recarga artificial Ligua-Petorca, V Región"; CNR, Aqualogy Medioambiente Chile S.A.; Agosto 2013. 30
3.4.1.5 Estudio Diagnóstico de las Zonas potenciales de Recarga de Acuíferos Entre las Regiones de Arica y Parinacota y la del Maule; CNR, GCF Ingenieros Ltda.; Marzo 2013. 31
3.4.2 Estudios fuera de Chile 32
3.4.2.1 Effects of geology and human activity on the dynamics of salt-water intrusion in three coastal aquifers in southern Spain [Efectos de la geología y actividades humanas en las dinámicas de intrusiones salinas en tres acuíferos costeros de España] (CALVACHE, PULIDO-BOSCH, 1997). 32
3.4.2.2 Centuries of artificial recharge on the southern edge of the Sierra Nevada (Granada, Spain) [Siglos de recarga artificial en el borde sur de Sierra Nevada (Granada, España)] (PULIDO-BOSCH, BEN SBIH, 1995). 34
3.4.2.3 Predicting Infiltration and Ground-Water Mounds for Artificial Recharge [Predecir montículos de agua subterránea e infiltración para recarga artificial] (BOUWER ET AL., 1999). 34
3.4.2.4 Annotated bibliography on artificial recharge of ground water through 1954 [Bibliografía escrita sobre la recarga artificial de las aguas subterráneas a través de 1954] (TODD, 1959). 35

3.4.2.5 Otros Proyectos fuera de Chile 35
3.5 MECANISMOS DE INFILTRACIÓN ARTIFICIAL 35
3.5.1 Infiltración superficial 36
3.5.2 Métodos de extensión 36
3.5.2.1 Modificaciones en canales 38
3.5.3 Por pozo o fuente 40
3.5.3.1 Zanja o fosa 40
3.5.3.2 Pozo de recarga somero 40
3.5.3.3 Pozo profundo 41

4 SITIOS Y POTENCIAL DE INFILTRACIÓN 43

4.1.1 Zona 1 43
4.1.2 Zona 2 44
4.1.3 Zona 3 45
4.1.4 Zona 4 46
4.1.5 Resumen 46

5 ANÁLISIS DE MANEJO DE RECURSO 47

5.1 DIVISIÓN ADMINISTRATIVA 47
5.2 SIMULACIÓN DE OPERACIÓN DE EMBALSE SANTA JUANA (ESJ) 48
5.2.1 Curvas de capacidad del Embalse Santa Juana 49
5.2.2 Normas (J.V.R.H.A para E.S.J.) 50
5.3 SITUACIONES HÍDRICAS ESTABLECIDAS EN ESTATUTOS 51
5.3.1 Situación de Excedencia: (Artículo N°15) 51
5.3.2 Situación de Normalidad: (Artículo N°16) 51
5.3.3 Situación de Falla Parcial (Artículo N° 17): 51
5.3.4 Situación de Falla Total (Artículo N°18): 52
5.4 MODELO OPERACIONAL DEL EMBALSE SANTA JUANA 52
5.4.1 Situación de Normalidad: 52
5.4.2 Situación de Falla Parcial: 53
5.4.3 Variables a ocupar y equilibrio hidrológico 53
5.4.4 Calibración del modelo actual 54
5.4.5 Sistema actual y extensión de datos 55
5.5 SISTEMA DE RECARGA DE ACUÍFERO PROPUESTO 58
5.5.1 Situación de excedencia 58
5.5.2 Situación de Normalidad 58
5.5.3 Situación de Falla Parcial 58
5.6 IMPLICACIONES EN LA RECARGA 58
5.7 REGLAS DE OPERACIÓN DE ABASTECIMIENTO A LOS REGANTES DESDE ACUÍFERO 60
5.7.1 Situación de Excedencia 60
5.7.2 Situación de Normalidad 60
5.7.3 Situación de Falla Parcial 60

5.7.4 Situación de Falla Total *60*

5.8 RESULTADOS 60

5.8.1 Curva de variación estacional *64*

6 INYECCIÓN Y DISEÑO 67

6.1 PROPUESTA DE POZOS EN ZONA 1 68
6.2 PROPUESTA DE POZOS EN ZONA 2 69
6.3 PROPUESTA DE POZOS EN ZONA 3 71
6.4 PROPUESTA DE POZOS EN ZONA 4 73
6.5 IMPLICANCIA EN LA RECARGA 75

7 ANÁLISIS DE COSTO 77

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 80

8.1 CONCLUSIONES 80
8.2 RECOMENDACIONES 80

9 BIBLIOGRAFÍA ..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

10 ANEXO A NIVEL ESTATICO 84

10.1 ESTADÍSTICA DE NIVELES ESTÁTICOS POZO AP VALLENAR 84
10.2 ESTADÍSTICA DE NIVELES ESTÁTICOS POZO CANAL MADARIAGA 85
10.3 ESTADÍSTICA DE NIVELES ESTÁTICOS POZO CHANCHOQUÍN 86
10.4 ESTADÍSTICA DE NIVELES ESTÁTICOS POZO CHINGUINTO 87
10.5 ESTADÍSTICA DE NIVELES ESTÁTICOS POZO EL ROSARÍO 89
10.6 ESTADÍSTICA DE NIVELES ESTÁTICOS POZO EL TRÁNSITO 90
10.7 ESTADÍSTICA DE NIVELES ESTÁTICOS POZO FREIRINA 91
10.8 ESTADÍSTICA DE NIVELES ESTÁTICOS POZO HACIENDA VENTANAS 92
10.9 ESTADÍSTICA DE NIVELES ESTÁTICOS POZO HUASCO ALTO 93
10.10 ESTADÍSTICA DE NIVELES ESTÁTICOS POZO HUASCO ALTO C2 95
10.11 ESTADÍSTICA DE NIVELES ESTÁTICOS POZO OLIVARERA HUASCO D-13 96
10.12 ESTADÍSTICA DE NIVELES ESTÁTICOS POZO RAMADILLAS 97
10.13 ESTADÍSTICA DE NIVELES ESTÁTICOS POZO SAN FÉLIX 98
10.14 ESTADÍSTICA DE NIVELES ESTÁTICOS POZO TARARA 100

11 ANEXO B DATOS DE OPERACIÓN REAL 102

12 ANEXO C DEMANDA DE RIEGO PARA SUBCUENCA HUASCO BAJO – (CÓDIGO DGA: 0382) [M³] 105

13 ANEXO D RELLENO DE DATOS 106

14 ANEXO E VOLÚMENES DE AGUA DENTRO DEL EMBALSE [M³] 113

15 ANEXO F DOTACION EMBALSE [M³/S] 115

16 ANEXO G OFERTA Y DEMANDA SEGÚN SITUACION DE EMBALSE [M³] 117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Pozos de medición para construir modelo geológico del subsuelo. FUENTE: DICTUC.....6

Tabla 2.2: Valores de permeabilidad de las unidades geológicas. Fuente: DICTUC.....17

Tabla 2.3 Valores de conductividad hidráulica y transmisividad en pozos. Fuente: DICTUC.....18

Tabla 2.4 Coeficientes de permeabilidad clasificados por acuífero. Fuente: Estudio "Evaluación De La Explotación Máxima Sustentable Del Acuífero De Huasco" DGA S.I.T.N°131 19

Tabla 2.5: Parámetros hidráulicos estimados para representación de sectores. Fuente: DGA 2013 S.I.T. N°322 22

Tabla 2.6. Niveles estáticos promedio. Fuente propia.....22

Tabla 3.1. Gale I. 2005. Srategies for Managed Aquifer Recharge (MAR) in semi-arid areas......35

Tabla 4.1. Tabla de áreas de inyección por zona. Fuente Propia 46

Tabla 5.1. Curvas de capacidad. Fuente Propia.....49

Tabla 5.2. Comparación de déficit entre simulación y caso real. Fuente Propia.....55

Tabla 5.3.Coeficiente de correlación de Pearson para las distintas estaciones. Fuente Propia 56

Tabla 5.4.Tabla de resumen por zona para simulación. Fuente Propia. 59

Tabla 5.5.Resultados comparativos de simulación. Fuente Propia 64

Tabla 5.6. Variación estacional sin proyecto. Fuente propia.....64

Tabla 5.7.Variación estacional con proyecto. Fuente propia. 65

Tabla 5.8. Infiltración total. Fuente Propia.....66

Tabla 6.1. Velocidades reales de flujos por zona de infiltración. Fuente propia.....76

Tabla 7.1. Costo de expropiación por área de batería (segun avalúo fiscal). Fuente propia 77

Tabla 7.2. Estimación de costos de obra por pozo. Fuente Propia. 77

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1. Comparación de volúmenes embalsados. Realidad vs simulación. Fuente Propia 55

Gráfico 5.2. Variación de volumen del embalse. Fuente Propia 62

Gráfico 5.3. Oferta y Demanda con respecto a la situación hídrica Fuente Propia.....63

Gráfico 5.5. Curva de variación estacional sin proyecto. Fuente propia.....65

Gráfico 5.6.Curva de variación estacional con proyecto. Fuente propia.....66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Ilustración de Informe a la nación " (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, 2015) (Celedón, 2017) 1

Figura 1.2: SOCIEDAD CANAL DE MAIPO, Seminario Recarga artificial de acuíferos: metodologías, experiencias, errores y sus soluciones - (Celedón, 2017) 2

Figura 1.3: Ubicación de la cuenca del río Huasco (Knight Piesold S.A., 2013) 4

Figura 2.2.1: Mapa Geológico. Estudio "EVALUACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN MÁXIMA SUSTENTABLE DEL ACUÍFERO DE HUASCO" DGA S.I.T.N°131 9

Figura 2.2: Imagen satelital Landsat, con ubicación de pozos con información estratigráfica, perfiles geológicos y perfil gravimétrico. Estudio "EVALUACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN MÁXIMA SUSTENTABLE DEL ACUÍFERO DE HUASCO" DGA S.I.T.N°131 10

Figura 2.3: Perfil A-A', longitudinal a la dirección del río Huasco que muestra el espesor del relleno que alberga acuíferos. Estudio "EVALUACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN MÁXIMA SUSTENTABLE DEL ACUÍFERO DE HUASCO" DGA S.I.T.N°131 11

Figura 2.4: Perfil B-B', transversal al valle aguas arriba de Huasco. Estudio "EVALUACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN MÁXIMA SUSTENTABLE DEL ACUÍFERO DE HUASCO" DGA S.I.T.N°131 12

Figura 2.5: Perfil C-C', transversal al valle cercano a Freirina. . Estudio "EVALUACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN MÁXIMA SUSTENTABLE DEL ACUÍFERO DE HUASCO" DGA S.I.T.N°131 13

Figura 2.6: Perfil D-D' oblicuo al valle en el sector de Vallenar. Estudio "EVALUACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN MÁXIMA SUSTENTABLE DEL ACUÍFERO DE HUASCO" DGA S.I.T.N°131 14

Figura 2.7: Mapa Geológico. Estudio de Calidad de Aguas Subterráneas en las Cuencas de Huasco y Mataquito. GCF Ingenieros Consultores Ltda., 2006. 16

Figura 2.8: Estudio de Calidad de Aguas Subterráneas en las Cuencas de Huasco y Mataquito. GCF Ingenieros Consultores Ltda., 2006 17

Figura 2.9: Mapa de permeabilidad unidad hidrogeológica superior. Fuente: DICTUC 18

Figura 2.10: Mapa de permeabilidades capa inferior. Fuente: DICTUC 18

Figura 2.11: Mapa con pozos de medición de permeabilidad en las divisiones administrativas de acuíferos correspondientes FUENTE : DGA S.I.T.N°322 21

Figura 2.12: Mapa de Pozos de observación con división administrativa de acuíferos. FUENTE: DGA 2013 S.I.T. N°322 23

Figura 3.1. Montículo freático de agua (Groundwater mound).....34

Figura 3.2: Piscina de infiltración. Strategies for Managed Aquifer Recharge (MAR) in semi-arid áreas. UNESCO's International Hydrological Programme (IHP)2005. 37

Figura 3.3: Estanque de percolación. Strategies for Managed Aquifer Recharge (MAR) in semi-arid áreas. UNESCO's International Hydrological Programme (IHP)2005. 38

Figura 3.4: Represa de arena. Strategies for Managed Aquifer Recharge (MAR) in semi-arid áreas. UNESCO's International Hydrological Programme (IHP)2005. 39

Figura 3.5: Represa subterránea. Strategies for Managed Aquifer Recharge (MAR) in semi-arid áreas. UNESCO's International Hydrological Programme (IHP)2005. 39

Figura 3.6: Esquema de abastecimiento de recarga. Strategies for Managed Aquifer Recharge (MAR) in semi-arid áreas. UNESCO's International Hydrological Programme (IHP)2005. 40

Figura 3.7: "Well jetting Techniques". Water Manual for Refugee Situations. UNHCR, 1992. 41

Figura 3.8: Técnica de administración de recurso con pozo profundo ASR y ASTR.....42

Figura 4.1: Imagen satelital de las zonas de recarga en acuífero. (Fuente Propia).....43

Figura 4.2: Imagen satelital de zona 1 de recarga. (Fuente Propia) 44

Figura 4.3: Imagen satelital de zona 2 de recarga. (Fuente Propia) 45

Figura 4.4: Imagen satelital de zona 3 de recarga. (Fuente Propia) 45

Figura 4.5: Imagen satelital de zona 4 de recarga. (Fuente Propia) 46

Figura 5.1: Esquema de división de la cuenca del río Huasco. Fuente: JVRHA. 48

Figura 5.2: Figura explicativa de cómo se calcularía el volumen saturado infiltrado en las zonas de inyección. .59

Figura 6.1: Esquema de pozo. Fuente Propia 68

Figura 6.2: Batería de pozos zona 1. Fuente: Propia 69

Figura 6.3. Baterías 1 y 2 de la zona 2. Orden de derecha a izquierda. Fuente: Propia 70

Figura 6.4. Baterías 3 y 4 de la zona 2. Orden de derecha a izquierda. Fuente: Propia 70

Figura 6.5.Baterias 5 y 6 de la zona 2. Orden de derecha a izquierda. Fuente: Propia 71

Figura 6.6. Batería 1 de la zona 3. Fuente: Propia 72

Figura 6.7. Batería 2 de la zona 3. Fuente: Propia 72

Figura 6.8. Batería 3 de la zona 3. Fuente: Propia 73

Figura 6.9. Batería 1 de la zona 4. Fuente: Propia 74

Figura 6.10. Batería 2 de la zona 4. Fuente: Propia 74

Figura 6.11. Batería 3 de la zona 4. Fuente: Propia 75

Figura 7.1. Precios de "AGUAS CHAÑAR". Fuente: Superintendencia De Servicios Sanitarios 79

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 7.1. Equilibrio para un mes cualquiera en la simulación de operación 54

Ecuación 7.2. Seguridad de almacenamiento 55

Ecuación 7.3.Cálculo de caudal para relleno estadístico 56

Ecuación 7.4. Relación entre subida de nivel freático y volumen saturado. 58

Ecuación 7.5. Relación entre volumen de agua y volumen saturado 58

Ecuación 8.1. Ecuación de Lefranc para calcular caudal 67

Ecuación 8.2. Factor de forma para la ecuación de Lefranc.....67

Ecuación 8.3.Velocidad de Darcy 75

Ecuación 8.4. Velocidad real del flujo tomando en cuenta la porosidad efectiva 75

1 INTRODUCCION

1.1 Formulación De Estudio Propuesto

Existe un déficit hídrico general que afronta el país, debido al cambio climático antrópico. A causa de este fenómeno se deben plantear formas eficientes de almacenamiento reduciendo pérdidas. Actualmente, la evaporación de los embalses es de alrededor de un 6% de su volumen (Moreno, 2008) lo que, al transcurrir del tiempo, debería aumentar considerablemente tomando en cuenta que la temperatura mundial y del país tiende al aumento.

A continuación, en la Figura 1.1, se muestra una referencia de la evidente situación de déficit obtenida del "Centro De Ciencia Del Clima y La Resiliencia" de la Universidad de Chile(CR2), en la cual aparece la situación de las estaciones pluviométricas de los años 1966-1969 y 2010-2014.

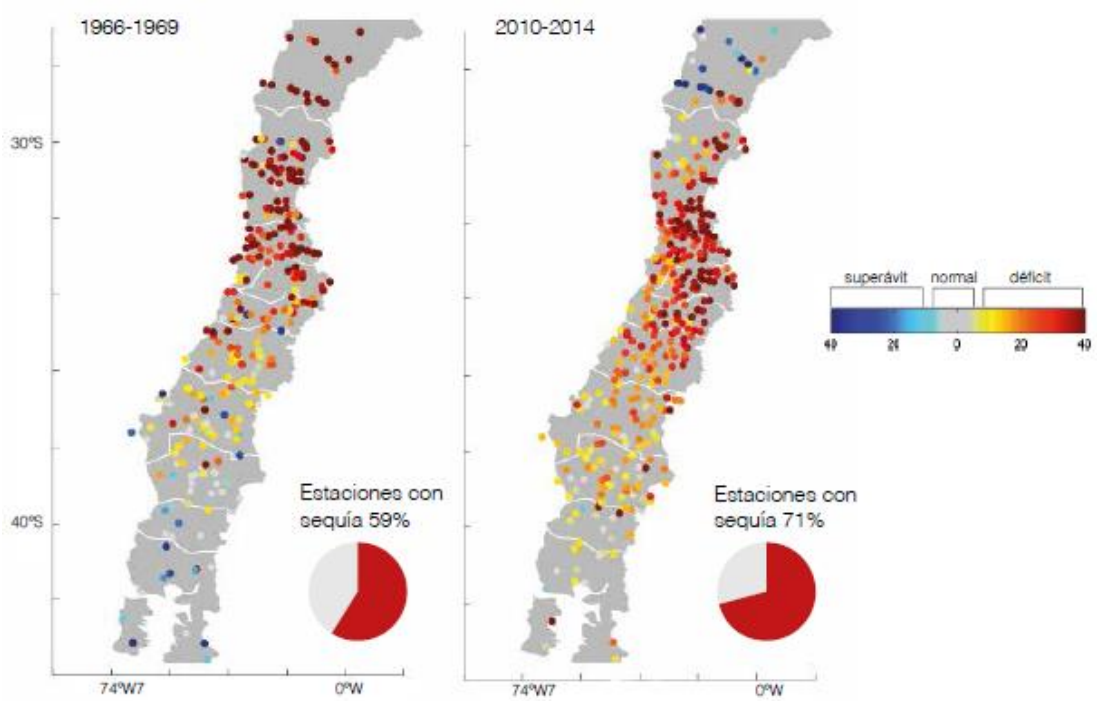
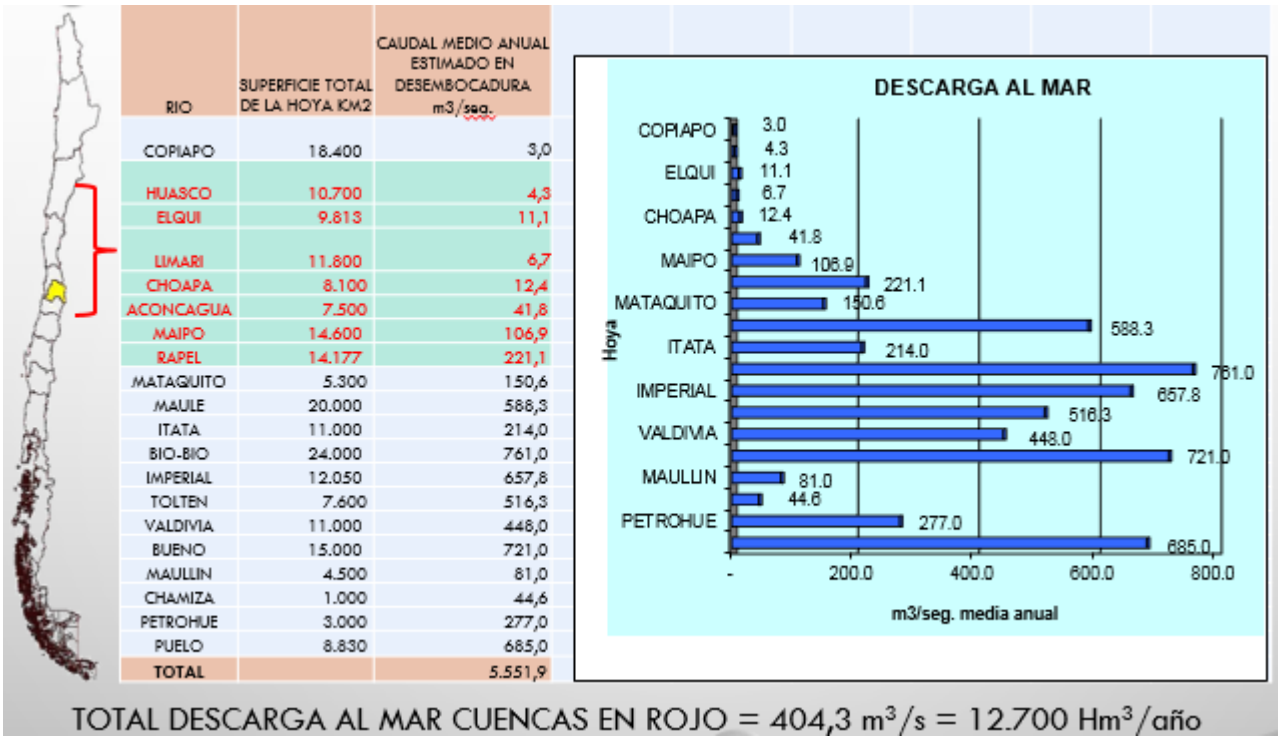


Figura 1.1: Ilustración de Informe a la nación " (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, 2015) (Celedón, 2017)

Es necesario tener en consideración nuevas alternativas para almacenar agua dulce; lo que usualmente se toma como solución es un nuevo embalse, pero su gran área de contacto con la radiación solar y su impacto ambiental hace que no sea una opción eficiente considerando la información descrita anteriormente.

Se estima que aproximadamente un 15% de las precipitaciones es retenida en Chile continental y el resto descargado al mar (CNR, 2018). Además, los acuíferos, que cada vez son más explotados, necesitan tener un mayor suministro disponible. Esto sumado a que una de las técnicas de riego más común, el riego por goteo, tampoco ayuda a la recarga de éstos, sobre todo cuando es ocupado aguas arriba de la cuenca.

A continuación, en la Figura 1.2, se muestra la cantidad de agua que desemboca al mar en promedio en algunas cuencas de Chile, pudiendo constatar que existe una gran cantidad del recurso que no se utiliza y se pierde.



RIO	SUPERFICIE TOTAL DE LA HOYA KM2	CAUDAL MEDIO ANUAL ESTIMADO EN DESEMBOCADURA m3/seg.
COPIAPO	18.400	3,0
HUASCO	10.700	4,3
ELQUI	9.813	11,1
LIMARI	11.800	6,7
CHOAPA	8.100	12,4
ACONCAGUA	7.500	41,8
MAIPO	14.600	106,9
RAPEL	14.177	221,1
MATAQUITO	5.300	150,6
MAULE	20.000	588,3
ITATA	11.000	214,0
BIO-BIO	24.000	761,0
IMPERIAL	12.050	657,8
TOLTEN	7.600	516,3
VALDIVIA	11.000	448,0
BUENO	15.000	721,0
MAULLIN	4.500	81,0
CHAMIZA	1.000	44,6
PETROHUE	3.000	277,0
PUELO	8.830	685,0
TOTAL		5.551,9

Figura 1.2: SOCIEDAD CANAL DE MAIPO, Seminario Recarga artificial de acuíferos: metodologías, experiencias, errores y sus soluciones - (Celedón, 2017)

El presente trabajo se basa en la cuenca del río Huasco. Esta zona tiene desarrollo agrícola, industrial y minero. Posee 985.000 [ha] de las cuales se cultivan aproximadamente 12.000 [ha] (Knight Piesold S.A., 2013).Cabe mencionar que dentro de los usos, se encuentra el de consumo humano. Considerando los antecedentes ambientales mencionados, es de vital importancia un plan de administración de aguas. La hoya hidrológica tiene 3 embalses que ayudan a administrar el recurso hídrico frente a la creciente demanda, siendo el Embalse Santa Juana (ESJ) el más importante e influyente dentro de aquella.

La alternativa propuesta para una buena administración de recursos hídricos es la infiltración artificial de agua al acuífero, considerando, buenas condiciones de permeabilidad, almacenamiento y nivel estático apropiado. Para ello es necesario, también, tener una buena administración conjunta y generar nuevas técnicas de aprovechamiento del recurso.

1.2 Ubicación Geográfica

La cuenca hidrográfica del río Huasco (Código DGA 038) se encuentra ubicada en la provincia de Huasco, Región de Atacama, entre los paralelos 28º27’-29º33’S y los meridianos 71º11’-69º56’W, y posee una superficie de 9.813 km². El río Huasco se forma en el sector de Junta del Carmen, a 90 km de su desembocadura en el océano Pacífico, por la confluencia de sus 2 tributarios principales: los ríos Tránsito y Carmen. En 1995 fue construido el embalse Santa Juana, el cual, además de proveer de agua necesaria a todo el sector meridional, es la reserva

acuática mediante la cual se abastece la agricultura del sector. La cuenca involucra las comunas de Alto del Carmen, Vallenar, Freirina y Huasco de la Región de Atacama, y se compone de 3 subcuencas aportantes principales: Río Tránsito (Código 0380), Río del Carmen (Código 0381) y Río Huasco (Código 0382). La Figura 1.3 muestra de manera general la ubicación de la cuenca, y las subcuencas que la componen.

Además, la DGA ha decretado la división administrativa subterránea de la cuenca en 8 sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común, definidos en función de las características físicas de ellos. Estos sectores son: El Tránsito, Río del Carmen, Embalse Santa Juana, Vallenar Alto, Vallenar Bajo, Freirina Alto, Freirina Bajo y Huasco Desembocadura.

La subcuenca Río del Carmen posee desarrollo compartido entre las regiones de Atacama y Coquimbo, perteneciendo a esta última los ríos Matancillas, Zancarrón, del Medio y Primero, todos afluentes del río del Carmen.

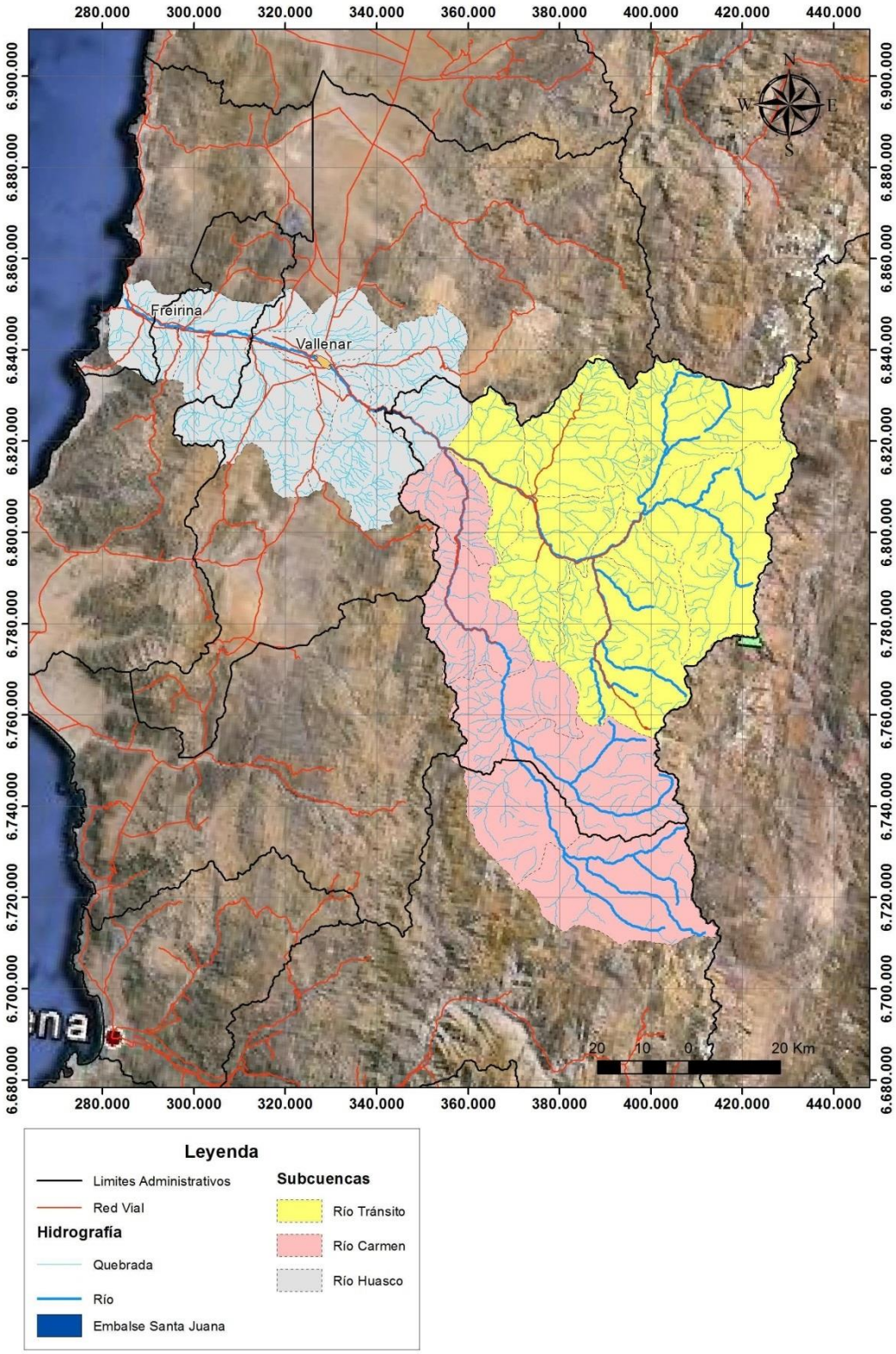


Figura 1.3: Ubicación de la cuenca del río Huasco (Knight Piesold S.A., 2013)

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos Generales

1. Ubicar lugar, o lugares dentro de la cuenca del río Huasco, que tengan buenas condiciones para diseñar un proyecto de recarga artificial.
2. Hacer una evaluación económica y de gestión del desarrollo del proyecto.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Comprender y caracterizar la hidrogeología de la cuenca del río Huasco. Determinar potencia, extensión, permeabilidad y niveles estáticos.
2. Evaluar crecidas de la escorrentía superficial, interacción con el embalse, para saber si es factible infiltrar artificialmente.
3. Determinar dónde ubicar posibles sitios de infiltración y sus características.
4. Proponer solución
5. Evaluar volumen a recargar
6. Generar estimación económica de la construcción y mantención del proyecto

1.4 Hipótesis de Trabajo

Existen estudios DGA de potenciales acuíferos que se pueden utilizar para el estudio. Se espera establecer sitios con características hidrogeológicas adecuadas para que se pueda aumentar la disponibilidad del recurso hídrico y así obtener beneficios sociales, económicos y ambientales.

1.5 Metodología

- Recopilar datos y estudios sobre la zona de interés.
- Estudiar crecidas históricas necesarias mediante análisis estadístico.
- Determinar áreas propicias para la infiltración mediante perfiles hidrogeológicos y datos de niveles estáticos.
- Tasar zonas, terrenos y sondajes según las características del lugar.
- Estimar el aumento del nivel freático
- Calcular y estimar el costo del proyecto.

2 MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

El levantamiento de información geológica ha permitido definir unidades hidrogeológicas en función de rangos estimativos de permeabilidad asociados a diversas unidades geológicas identificadas. Esta caracterización es ideal, tomando en cuenta su aplicación posterior en la modelación de acuíferos.

El estudio hidrogeológico considera la recopilación y revisión de una serie de antecedentes, entre los que se destacan datos geofísicos e información de pozos con sus profundidades, estratigrafías y pruebas de bombeo, además de la geología de superficie e imágenes satelitales.

En esta etapa es necesario establecer entre otros aspectos, los límites y geometría de los acuíferos estudiados(DGA), sus parámetros hidráulicos (constantes elásticas) y la dirección del escurrimiento en régimen natural.

Considerando las características geológicas de la cuenca, el marco desarrollado se ha subdividido en superficial y subsuperficial.

2.1 Geología.; "Evaluación De La Explotación Máxima Sustentable Del Acuífero De Huasco"; DGA S.I.T. N°131

El análisis geológico da cuenta de la configuración del relleno, en donde los límites definidos se consideran como la zona de contacto entre el fondo rocoso y el relleno sedimentario que conforma el acuífero. La zona modelada es desde el ESJ aguas abajo hasta la desembocadura del río Huasco por el Oeste, siguiendo una franja angosta establecida por el curso del río Huasco y sus afluentes principales.

Tabla 2.1: Pozos de medición para construir modelo geológico del subsuelo. FUENTE: DICTUC

Cod. Int	Nombre origen	Fuente	UTM Este	UTM Norte	Prof
P-1	Sondaje Nº1	Ref 4	329789	6837029	80
P-2	Sondaje Nº2	Ref 4	329768	6837020	80
P-3	Sondaje Nº3	Ref 4	329633	6836975	80
P-4	Sondaje Nº4	Ref 4	329649	6836967	80
P-5	CZ1411	Ref 2	286520	6849438	70
P-6	CZ1412	Ref 2	286770	6849431	70
P-7	CZ1413	Ref 2	287220	6849445	70
P-8	CZ1414	Ref 2	287519	6849480	61.5
P-9	CZ1415	Ref 2	287680	6849380	70
P-10	CZ1424	Ref 2	286650	6849416	60
P-11	CZ1406	Ref 2	287490	6849980	55
P-12	CZ1422	Ref 2	286425	6849480	55
P-39	Ch.P.Nº801	ND-0303-789	321167	6840547	43

Cod. Int	Nombre origen	Fuente	UTM Este	UTM Norte	Prof
P-45	Ch.P.Nº807	ND-0303-788	323268	6840252	49
P-49	Pozo 1	ND-0303-281	325933	6838909	18
P-54	Pozo Nº3	ND-0303-475	327831	6831141	100
P-56	Pozo Nº1	ND-0303-568	328029	6837914	8
P-57	Pozo Nº1-Quinta Bernabé	ND-0303-476	328117	6837522	68
P-70*	Pozo Nº2	ND-0303-276	357501	6818050	70
P-71*	Corfo Nº1166 (Pozo Nº1)	ND-0303-276	357560	6817883	68
P-72*	RETAMOS	ND-0303-451	359104	6811326	51
P-73*	ND-0303-459	ND-0303-459	360176	6816486	60
P-74*	Pozo 1	ND-0303-393	363815	6814723	22
P-75*	ND-0303-754	ND-0303-754	376609	6798977	53
P-76	ND-0303-569	ND-0303-569	381175	6794785	50
P-23	Pozo 4	Ref 1	288015	6848667	169.4
P-24	Pozo 9	Ref 1	286649	6849396	82.5
P-25	Pozo 23	Ref 1	324360	6839690	200.2
P-26	Pozo 50	Ref 1	313035	6842958	62
P-27	Pozo 86	Ref 1	329617	6837259	80
P-28	Pozo 91	Ref 1	330250	6836935	79
P-77	Pozo Nº1	ND-0303-281	326092	6838971	30
P-78	Pozo Nº2	ND-0303-281	326014	6838908	30
P-79	ND-0303-1300	ND-0303-1300	337690	6828312	35
P-80	SAS Nº445	CIREN	289200	6847430	75
P-81	COH Nº1 1029	CIREN	290337	6847340	83.7

En amarillo se muestran pozos sin nombre de origen por lo que se les asignó el N° de expediente

Para la determinación de la geometría del acuífero y la definición de las unidades hidrogeológicas se utilizó el programa ((DGA), 2007) Hydro Geo Analyst (HGA), donde se integró e interpretó la información recopilada representada en 31 perfiles esquemáticos. Luego, para la interpolación de la geometría de toda la cuenca, se utilizó un software de modelación de terrenos y superficies (Surfer) para, finalmente, representar los resultados obtenidos en figuras, mapas y perfiles, ayudándose de programas gráficos (Knight Piesold S.A., 2013).

2.1.1 Geología de Superficie

La geología superficial de la zona de estudio está caracterizada por una secuencia de rocas volcánicas, marinas y continentales que están sobre el basamento metamórfico. Esta secuencia se encuentra fuertemente intruida por plutones dioríticos correspondientes a la Franja Central de rocas intrusivas del sector. El valle se encuentra densamente relleno por depósitos terciarios y cuaternarios de origen fluvial y aluvial. En la Figura 2.1 se observa la distribución en superficie de las unidades geológicas que se mencionarán a continuación.

2.1.1.1 Rocas consolidadas

El basamento impermeable del valle del río Huasco está considerado como todo el grupo de rocas consolidadas que son expuestas superficialmente y que incluyen rocas estratificadas, así como las rocas plutónicas que las componen. Dentro de este grupo se reconoce la unidad Metamorfitas de la Costa (Pz), que corresponde a esquistos, filitas y cuarcitas de edad Devónico-Pérmico. Esto se encuentra cubierto por la Formación Canto del Agua (TJca) de edad Triásico Medio y constituida por una secuencia de areniscas y conglomerados cuarcíferos, lutitas, calizas, calizas brechosas y calcarenitas. El Grupo Bandurrias (Kb) del Cretácico Inferior, se divide en dos al sur del río Huasco, debido a los plutones de la Franja Central que lo componen. En tal sector, la parte occidental del Grupo Bandurrias está constituida por andesitas porfíricas y brechosas, con intercalaciones sedimentarias, clásticas y calcáreas, mientras que la parte oriental se caracteriza por el aumento progresivo, hacia el este, de las intercalaciones clásticas y calcáreas. Por último, en el extremo oriental de la zona de interés aflora una secuencia de calizas, calcarenitas, margas calcáreas y calizas con chert del Cretácico Superior, denominada Grupo Chañarcillo(Kc). Por otro lado, en el grupo de rocas intrusivas del área de estudio afloran extensos plutones de edad Cretácico Superior (post-Neocomiano) correspondientes a la Franja Central, de gran variedad petrográfica incluyendo desde granitos a gabros. Estos plutones intruyen a la Formación Canto del Agua y los grupos Bandurrias y Chañarcillo. En la Franja Central predominan las rocas tonalíticas (Kt) que corresponden a rocas grises, de grano grueso a medio con anfíbola, biotita y piroxeno. También afloran rocas dioríticas (Kd) de grano grueso y color pardo oscuro a rojizo. Sobre estas rocas intrusivas se encuentra la unidad sedimentaria conocida como Gravas de Atacama(Tega).

2.1.1.2 Rocas no consolidadas

En el grupo de rocas no consolidadas, se consideró para el estudio aquellas con edades que van desde el Mioceno Medio a la actualidad. Debido a que la unidad denominada Gravas de Atacamas se caracteriza por tener un grado de consolidación moderado a bajo, lo que haría potenciales acuíferos de estos depósitos, además, del hecho de que esta unidad cubre gran parte del valle. Al oeste de Vallenar, las Gravas de Atacama (Tega), de edad Mioceno Medio-Pleistoceno, se presentan como un contundente conjunto de sedimentos fluvio-aluviales, poco a medianamente consolidados, constituidos principalmente por abundantes bolones, con intercalaciones de gravas arenosas, lenticulares. Este conjunto no presenta estratificación y, localmente, se puede apreciar lentes arenosos y paleocanales. Los bolones presentan buen redondeamiento y esfericidad, y alcanzan diámetro de hasta 60 cm., predominando la fracción entre 10 y 20 cm. En algunas zonas esta unidad se presenta horizontalmente, de forma aterrazada, sellando estructuras y unidades preexistentes. Al este de Vallenar, en el Cordón de los Hornitos, esta unidad alcanza una potencia de 60 m; al sureste de Carrizal Bajo, en la depresión Llanos de Challe, el espesor medio es de 40 m. Más alejado de la zona de estudio, al norte de Pique Campos, el espesor es de 120 m y en el Llano de Totoral, alcanza entre 70 y 100 m.

Finalmente, se encuentran los depósitos actualmente activos y que corresponden principalmente a depósitos aluviales, fluviales y eólicos. Los Depósitos Aluviales (Qal), están constituidos por gravas, arenas y ripios, con mala o ninguna estratificación y mala selección, que se ubican en las quebradas actuales. Son el producto del rejuvenecimiento del paisaje, ocurrido con posterioridad al aterrazamiento de las Gravas de Atacama, que aún está activo. Se incluye dentro de esta unidad a todos los depósitos asociados a la acción del agua, tanto en el curso del río Huasco (depósitos fluviales), como a los depósitos de piedemonte que se ubican a los pies de los cerros que rodean el valle. Por su parte, los depósitos eólicos (Qe), corresponden a arenales y campos de dunas, ampliamente distribuidos en la zona costera.

2.1.1.3 Estructuras

Las Metamorfitas de la Costa presentan una deformación polifásica y constituyen el zócalo sobre el cual se depositaron, posteriormente, las rocas mesocenozoicas.

Existe un plegamiento intenso de la Formación Canto del Agua y del Grupo Bandurrias. Se reconoce un sistema de fallas con orientación NS-NNE que se ubica en el borde oriental de la Cordillera de la Costa y que pertenece al sistema de la Falla de Atacama, asociado a zonas de rocas cataclásticas y miloníticas.

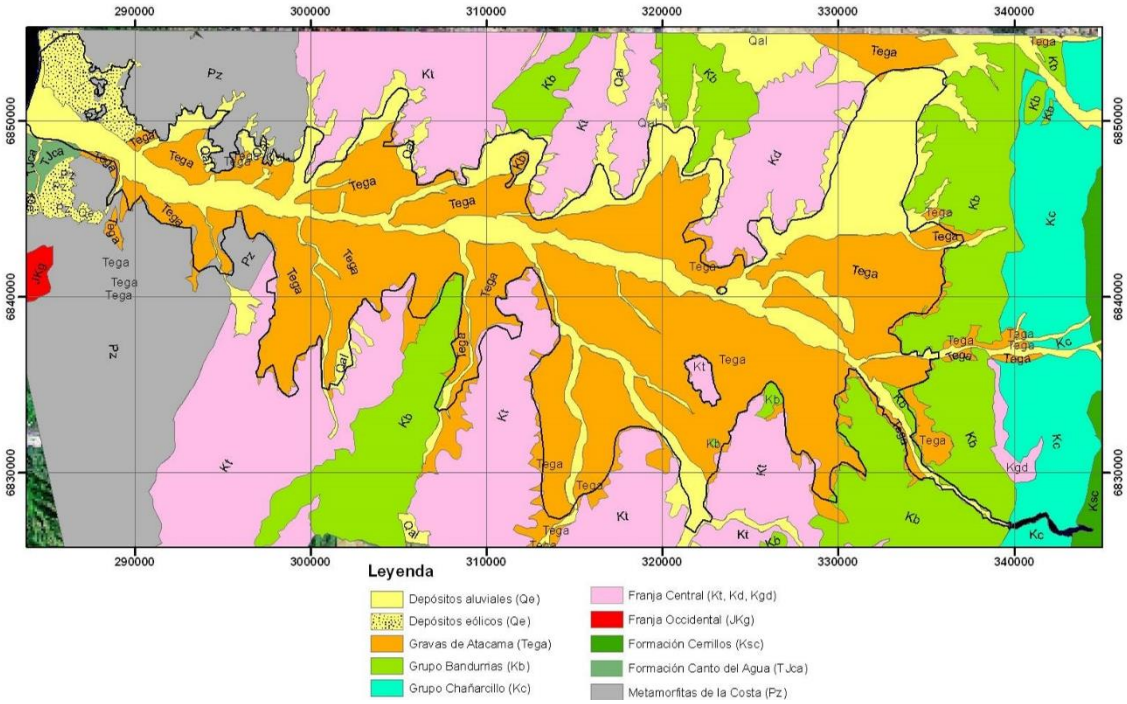


Figura 2.2.1: Mapa Geológico. Estudio "EVALUACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN MÁXIMA SUSTENTABLE DEL ACUÍFERO DE HUASCO" DGA S.I.T.N°131

2.1.2 Geología de Subsuelo

Contacto roca relleno: se refiere al contacto entre las rocas consolidadas y las rocas medianamente a no consolidadas. Este contacto está trazado a partir de la imagen satelital Landsat, complementando con información geológica mostrada en el mapa geológico. De esta forma, su interior incluye las unidades del cenozoico superior,

Gravas de Atacama (Tega), Depósitos Aluviales (Qal) y Depósitos eólicos (Qe).”. En la Figura 2.1 se puede apreciar las unidades geológicas que incluyen el borde.

Hacia el este, el límite lo constituye el embalse Santa Juana debido a que aguas arriba del mismo, los depósitos sedimentarios que conforman el relleno del valle (Rocas no Consolidadas) tienen poca extensión y potencia lo que es evidente con la geología de superficie y los cinco pozos que se ubican aguas arriba del embalse.

El modelo conceptual limita al este por el embalse Santa Juana y al oeste por la desembocadura del río Huasco como se observa en la Figura 2.2. En el resto de su extensión queda definido por el contacto en superficie entre los depósitos permeables de la unidad Gravas de Atacama (Tega), Depósitos aluviales y parte de los Depósitos eólicos con las rocas consolidadas que consideran a las Metamorfitas de la Costa, la Formación Canto de Agua (TJca), el Grupo Bandurrias (Kb), el Grupo Chañarcillo (Kc), posible porción de la Franja Occidental (JKg), y la Franja Central (Kt, Kgd y Kd).

El espesor del relleno se observa en el Perfil A-A’ (Figura 2.2), longitudinal al valle del río Huasco. Su potencia media es de unos 150 m, existiendo zonas donde se profundiza hasta alcanzar más de 200 m y zonas donde se hace más somero con no más de 30 m de profundidad. En el sector entre Vallenar y el Embalse Santa Juana, donde el valle se estrecha, el espesor del relleno se hace considerablemente menor, pudiendo encontrar el basamento a unos 40 m de profundidad. A continuación, se muestran los perfiles geológicos mencionados.

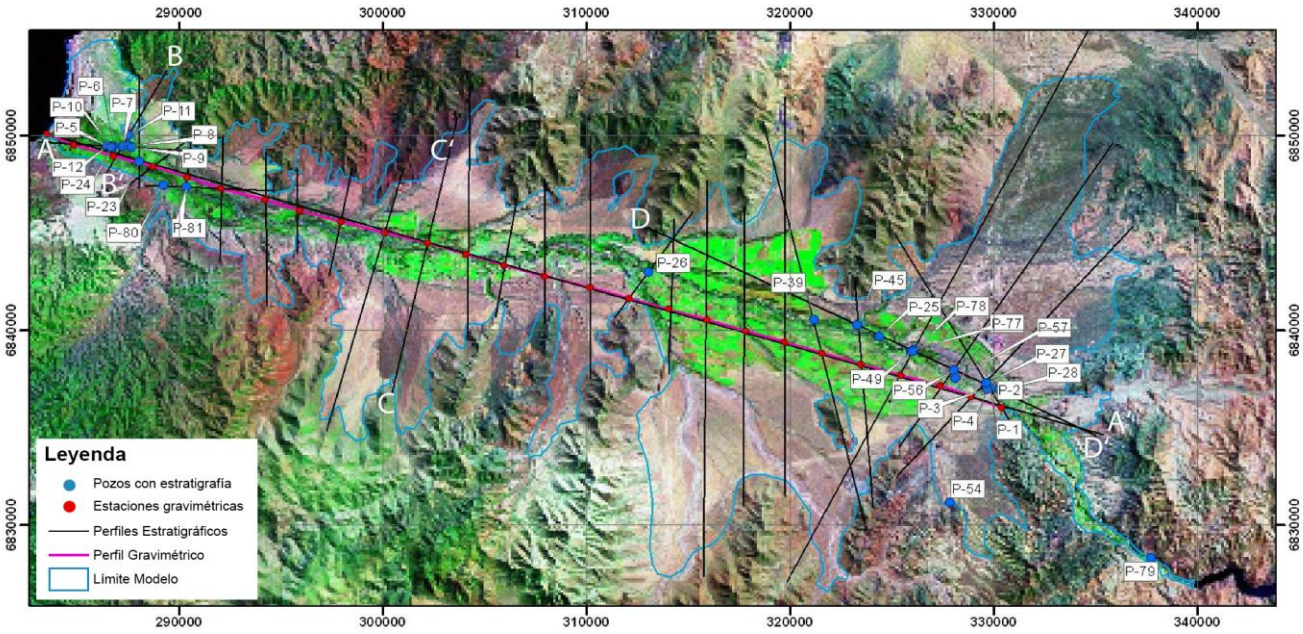


Figura 2.2: Imagen satelital Landsat, con ubicación de pozos con información estratigráfica, perfiles geológicos y perfil gravimétrico. Estudio “EVALUACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN MÁXIMA SUSTENTABLE DEL ACUÍFERO DE HUASCO” DGA S.I.T.N°131

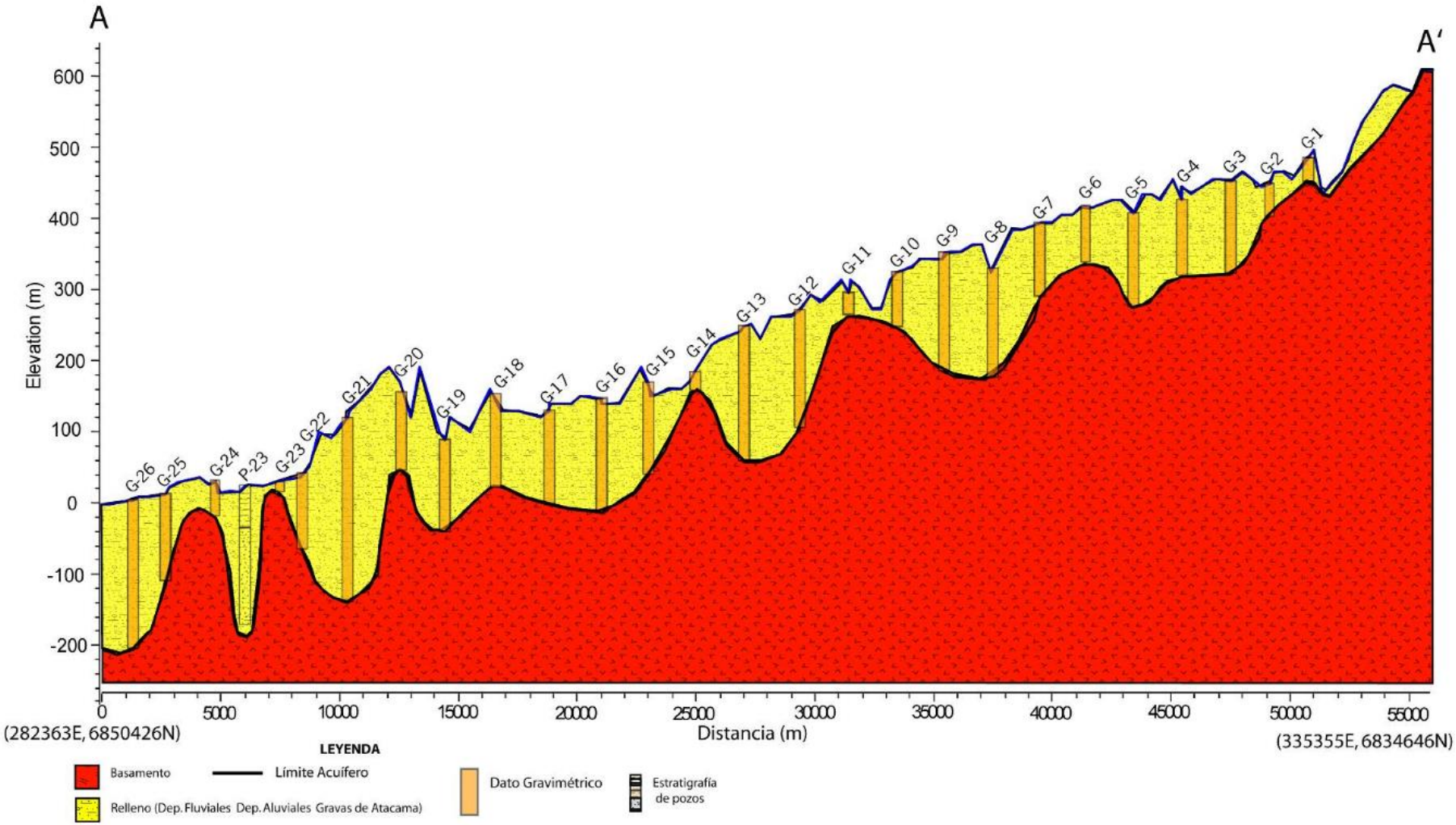


Figura 2.3: Perfil A-A', longitudinal a la dirección del río Huasco que muestra el espesor del relleno que alberga acuíferos. Estudio "EVALUACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN MÁXIMA SUSTENTABLE DEL ACUÍFERO DE HUASCO" DGA S.I.T.N°131

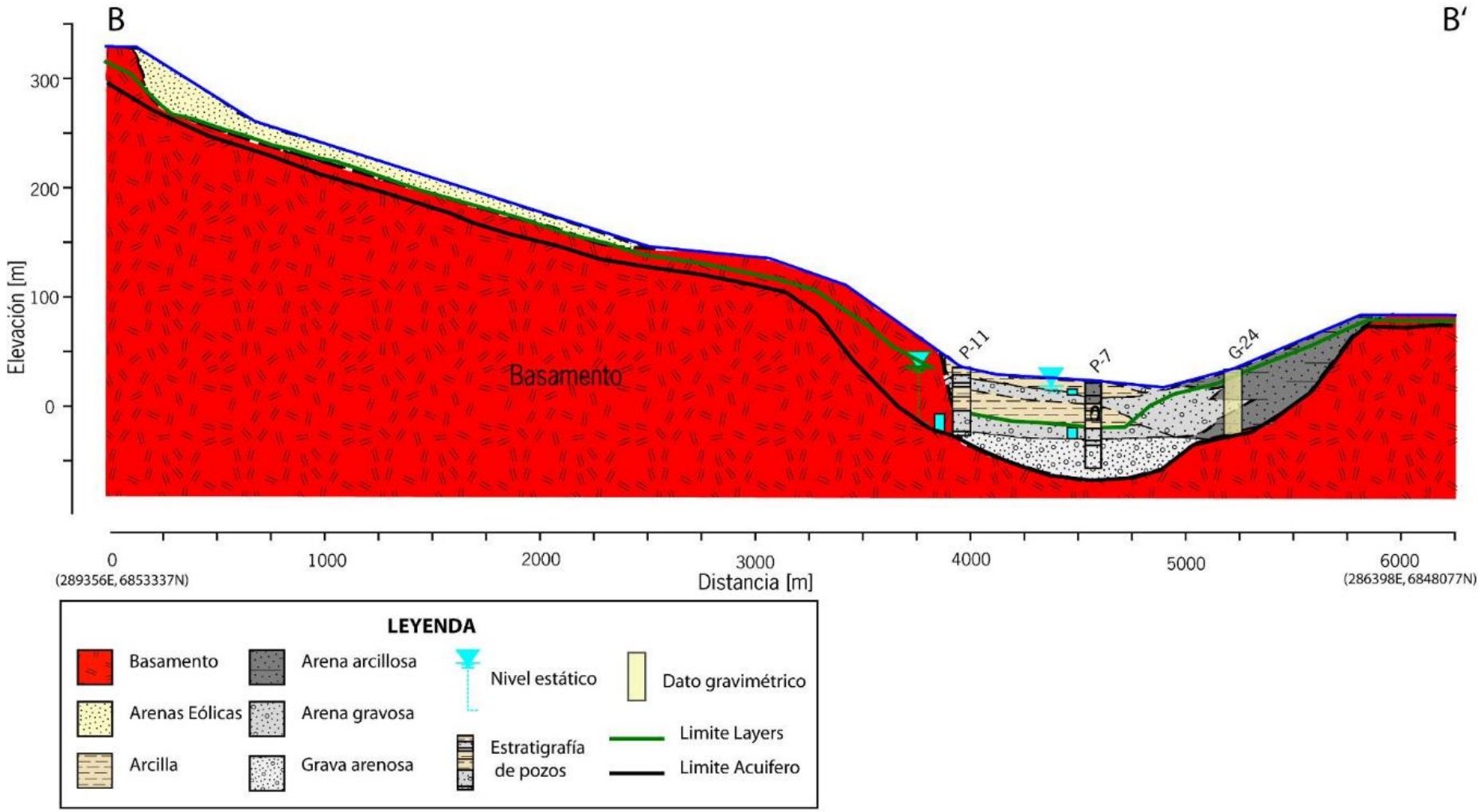


Figura 2.4: Perfil B-B', transversal al valle aguas arriba de Huasco. Estudio "EVALUACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN MÁXIMA SUSTENTABLE DEL ACUÍFERO DE HUASCO" DGA S.I.T.N°131

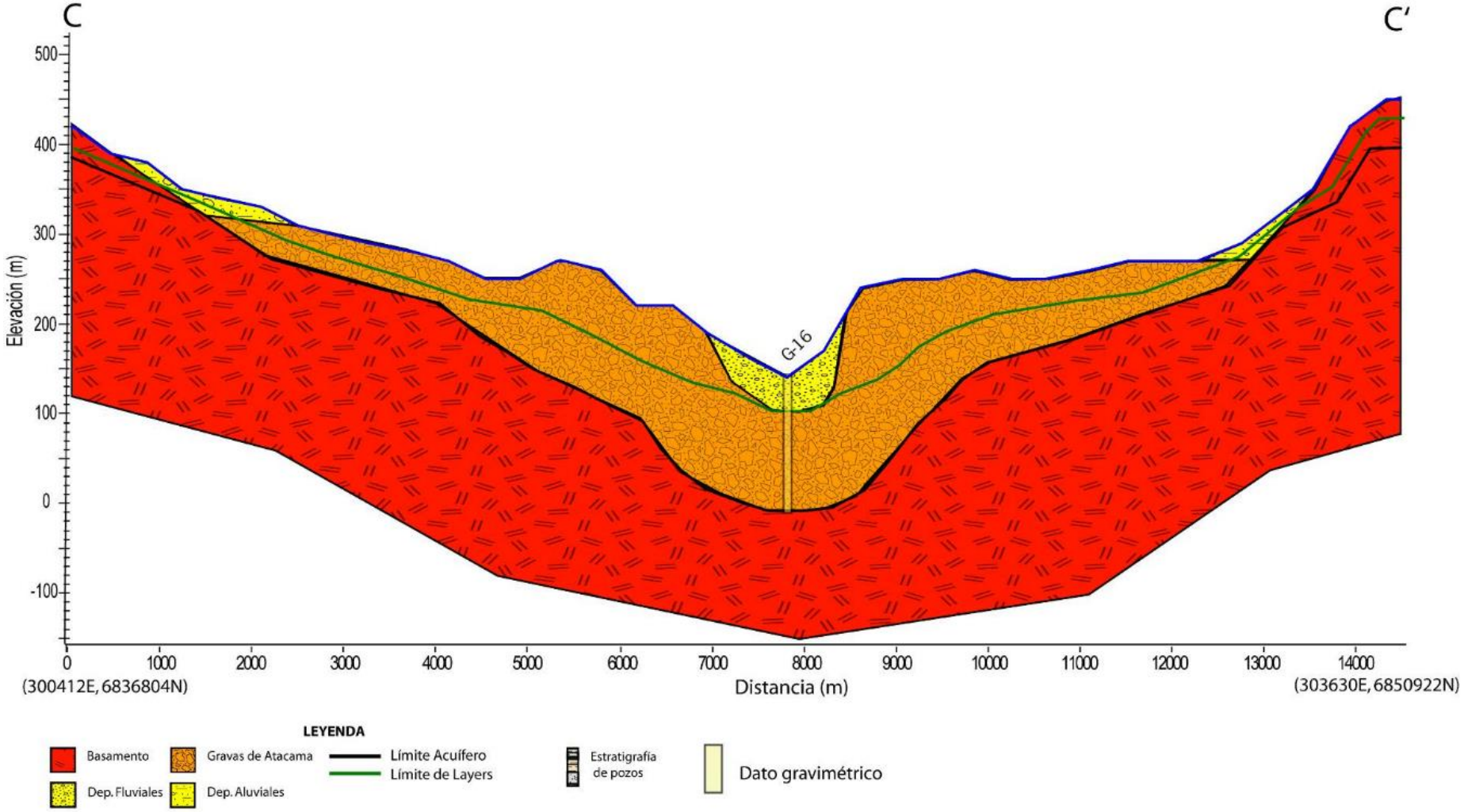


Figura 2.5: Perfil C-C', transversal al valle cercano a Freirina. . Estudio "EVALUACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN MÁXIMA SUSTENTABLE DEL ACUÍFERO DE HUASCO" DGA S.I.T.N°131

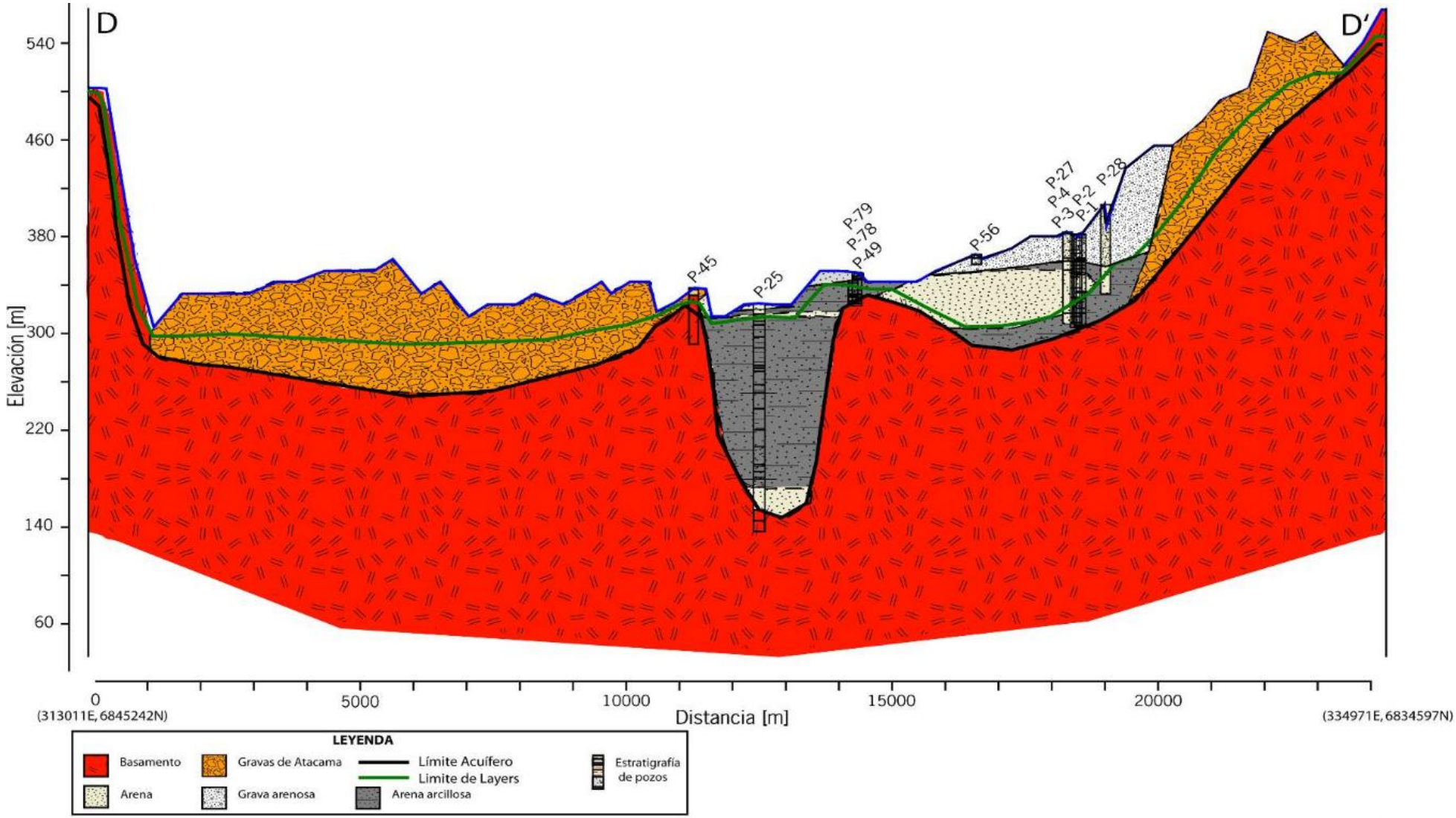
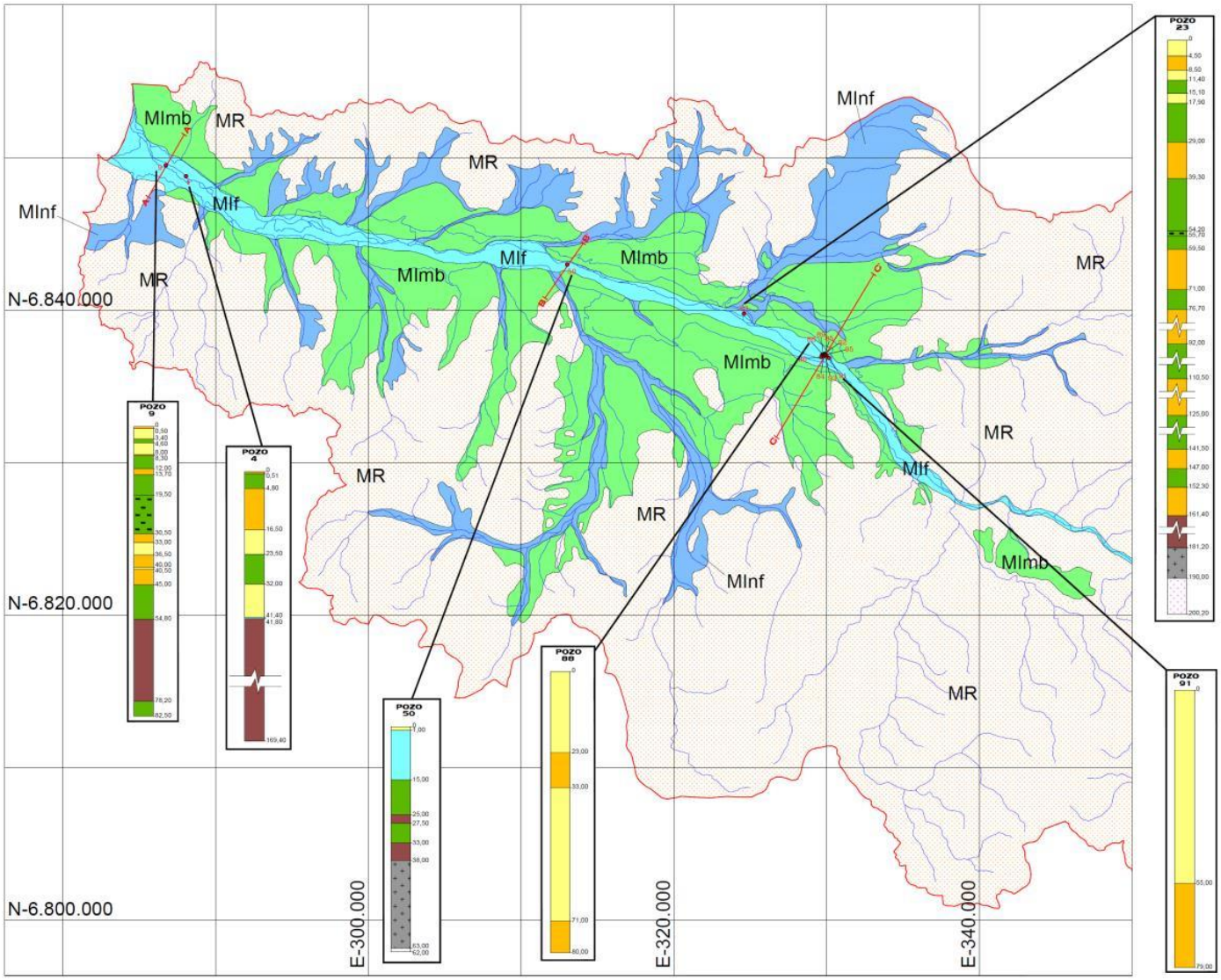


Figura 2.6: Perfil D-D' oblicuo al valle en el sector de Vallenar. Estudio "EVALUACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN MÁXIMA SUSTENTABLE DEL ACUÍFERO DE HUASCO" DGA S.I.T.N°131

Adicionalmente se cuenta con el perfil geológico C-C’ (GCF, 2006)



LEYENDA MAPA GEOLÓGICO

UNIDAD 1: MEDIOS INTERGRANULARES DE PERMEABILIDAD ALTA A MODERADA

Subunidad 1.1: Depósitos Sedimentarios de Origen Fluvial de Alta Energía (Mlf)

Subunidad 1.2: Depósitos Sedimentarios de Origen No Fluvial (Mlnf)

UNIDAD 2: MEDIOS INTERGRANULARES DE PERMEABILIDAD MODERADA A BAJA (Mlmb)

UNIDAD 3: MEDIOS ROCOSOS DE PERMEABILIDAD MUY BAJA A NULA (MR)

LEYENDA LITOLOGÍAS COLUMNAS

Composición Sedimentológica Principal	Granulometría de la Matriz	Condustividad Hidráulica	Grado de Consolidación
Depósitos Sedimentarios no consolidados			
Gravas	Arena gruesa y muy gruesa con gravilla	Muy alto - alto	bajo - nulo
Medios - gruesos	Arena gruesa, madia y fina, con muy poco limo y arcilla	Medio- alto	bajo - nulo
Medios - finos	Arena media y fina con arcilla y limo	Medio - bajo	bajo - nulo
Finos	Arcilla y limo	Bajo	bajo - nulo
Materia orgánica escasa			
Materia orgánica en cantidad abundante			
Depósitos Sedimentarios Semi-consolidados			
	Arena gruesa a fina y cantidad menor de limo y arcilla	Medio	medio
Basamento Rocoso			
Roca meteorizada		Muy bajo a nulo	medio - alto
Roca fresca			muy alto

Fuente de Información:
Inventario de pozos Cuenca Río Huasco, GCF Ingenieros

Figura 2.7: Mapa Geológico. Estudio de Calidad de Aguas Subterráneas en las Cuencas de Huasco y Mataquito. GCF Ingenieros Consultores Ltda., 2006.

Perfil C-C'

Figura 2.8: Estudio de Calidad de Aguas Subterráneas en las Cuencas de Huasco y Mataquito. GCF Ingenieros Consultores Ltda., 2006.

2.2 Propiedades Hidráulicas

2.2.1 Conductividad hidráulica (Permeabilidad)

Se hacen estimaciones de rango de permeabilidad en base a los criterios geológicos e información de pozos, definidos en el modelo conceptual hidrogeológico ((DGA), 2007).

Tabla 2.2: Valores de permeabilidad de las unidades geológicas. Fuente: DICTUC

Rango	Litología	Unidad Geológica	Valor Propuesto K	
			m/día	m/s
Muy Bajo	Roca	Basamento Impermeables	<0.01	<1.1574E-07
Bajo	Arcillas, Limos y Arenas	Depósitos Fluviales finos a medios	0.1-2	1.1574E-07 - 2.3148E-05
Medio	Gravas arcillosas, Arenas arcillosas	Gravas de Atacama	2 - 5	2.3148E-05 - 5.787E-05
Medio Alto	Arenas, gravas, limos y arcillas /Arenas	Depósitos Fluviales medios gruesos y Depósitos Eólicos	8.3 - 23.8	9.6064E-05 - 2.7546E-04
Muy Alto	Gravas, arenas, limos y arcillas	Depósitos Aluviales y Coluviales	>20	>2.31481E-04

Se definen zonas de muy baja permeabilidad en la unidad hidrogeológica inferior para tomar en cuenta la presencia del basamento impermeable que presenta niveles superiores en los bordes del acuífero. Así, los de baja permeabilidad corresponden a zonas en donde se identificó la presencia de sedimentos finos gracias a pozos en ambas unidades hidrogeológicas.

Para modelar las siguientes capas (Figura 2.9 y 2.10) se implementó un modelo numérico Modflow del acuífero del río Huasco, aguas abajo del embalse Santa Juana, sobre la base del modelo conceptual elaborado previamente, utilizando para ello la plataforma Visual Modflow versión 4.2. La capa layer 1 es superficial y layer 2 con una profundidad variable que se ve representada en las Figuras 2.4 ,2.5 y 2.6, donde la línea verde representa el layer 2 y de color azul el layer1. ((DGA), 2007)

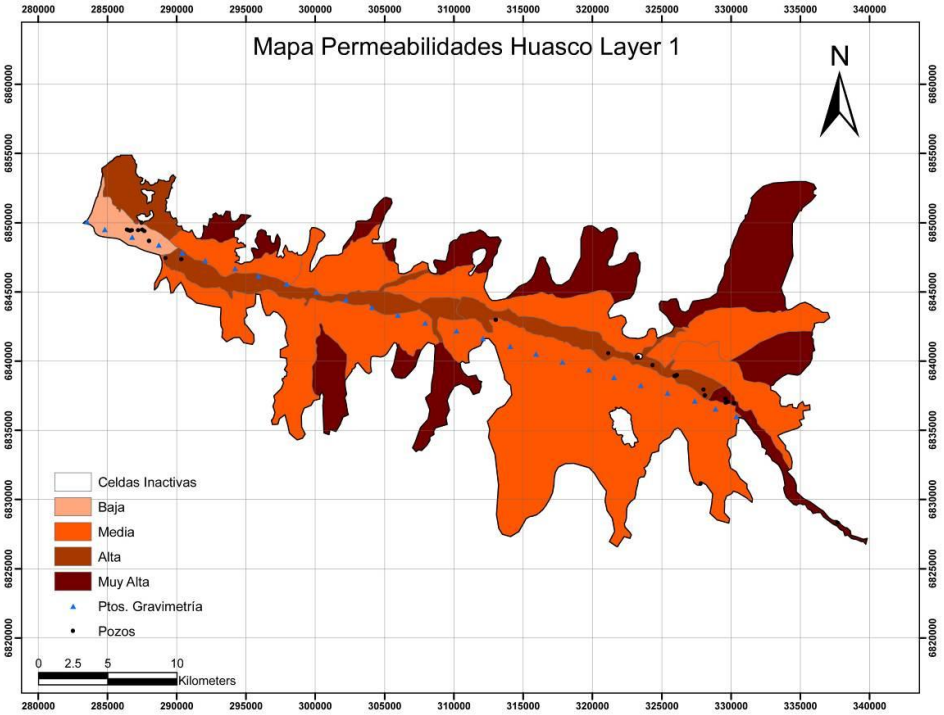


Figura 2.9: Mapa de permeabilidad unidad hidrogeológica superior. Fuente: DICTUC

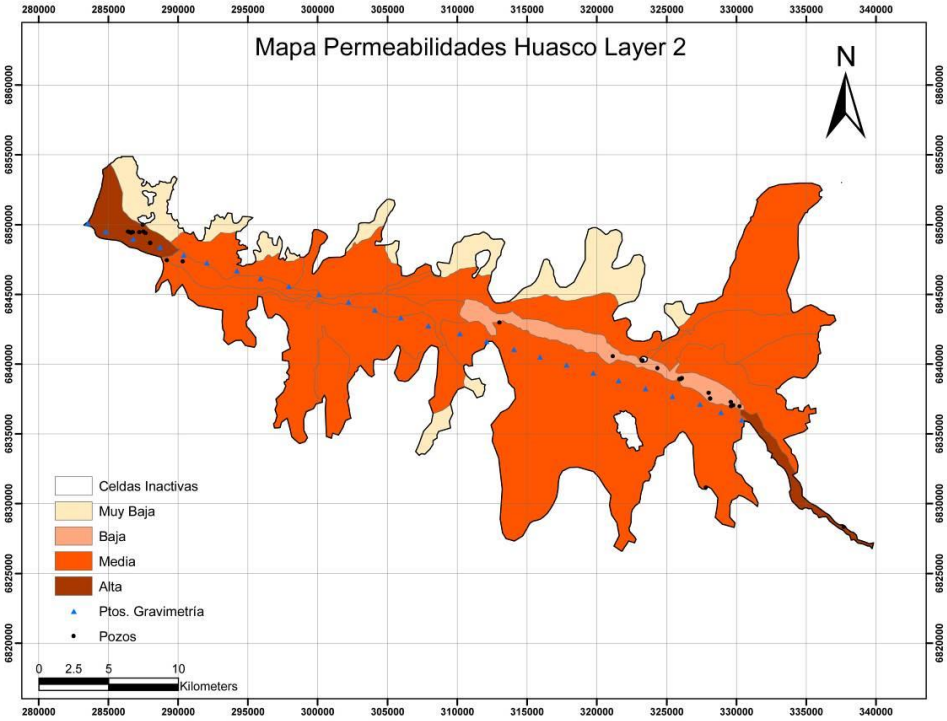


Figura 2.10: Mapa de permeabilidades capa inferior. Fuente: DICTUC

Valores de permeabilidad y transmisividad ((DGA), 2007)

Tabla 2.3 Valores de conductividad hidráulica y transmisividad en pozos. Fuente: DICTUC

Pozo	**Expediente**	**UTM Este (m)**	**UTM Norte (m)**	**Profundidad**	**K (m/s)**	**T (m2/d)**
1	Sondaje 1 (CMP)	286.518	6.849.439	68.0	1,3E-04	765
2	Sondaje 2 (CMP)	286.772	6.849.434	49.5	1,5E-04	639

Pozo	Expediente	UTM Este (m)	UTM Norte (m)	Profundidad	K (m/s)	T (m2/d)
3	Sondaje 3 (CMP)	287.217	6.849.445	49.5	2,8E-04	1132.0
4	Sondaje 4 (CMP)	287.450	6.849.443	48.5	2,0E-04	799
5	Sondaje 5 (CMP)	287.681	6.849.382	70.0	2,1E-04	1201
6	Sondaje 6 (CMP)	286.647	6.849.418	59.0	9,6E-05	492
7	Sondaje 7 (CMP)	285.489	6.849.978	55.0	2,2E-04	1045
8	Sondaje 8 (CMP)	286.422	6.849.482	19.8	1,5E-05	25
9	Sondaje 1 (APV)	329.786	6.837.029	80.0	1,0E-05	43
10	Sondaje 2 (APV)	329.768	6.837.020	80.0	2,4E-05	105
11	Sondaje 3 (APV)	329.633	6.836.975	80.0	2,0E-04	846
12	Sondaje	329.649	6.836.967	80.0	1,5E-05	60
13	ND-0303-276	357.560	6.817.883	70.0	4,6E-06	26
14	ND-0303-451	359.104	6.811.326	51.0	1,1E-03	2654
15	ND-0303-459	360.176	6.816.486	60.0	1,1E-03	4392
16	ND-0303-475	327.831	6.831.141	100.0	3,8E-05	321
17	ND-0303-476	328.117	6.837.522	68.0	3,8E-05	222
18	ND-0303-788	323.268	6.841.252	49.0	2,5E-04	815
19	ND-0303-789	321.167	6.840.547	43.0	8,6E-05	305
20	ND-0303-281	325.933	6.838.909	20.0	2,5E-04	423
21	ND-0303-393	363.815	6.814.723	22.0	1,3E-04	235
22	ND-0303-569	381.175	6.794.785	50.0	9,3E-06	25
23	ND-0303-754	376.609	6.798.977	53.0	3,7E-05	78

En base a los datos obtenidos de todos los estudios, se hizo un mapeo con los pozos utilizados (GCF, 2006) y ((DGA), 2007).Con ello, se muestra la siguiente tabla y mapa con su ubicación dentro de la cuenca.

Tabla 2.4 Coeficientes de permeabilidad clasificados por acuífero. Fuente: Estudio "Evaluación De La Explotación Máxima Sustentable Del Acuífero De Huasco" DGA S.I.T.N°131

Pozo Id.	UTM Este (m)	UTM Norte (m)	K (m/s)	Sector Acuífero Asociado
1	285489	6849978	2,20E-04	Huasco Desembocadura
2	286422	6849482	1,50E-05	
3	286518	6849439	1,30E-04	
4	286647	6849418	9,61E-05	
5	286772	6849434	1,49E-04	
6	287217	6849445	2,75E-04	
7	287450	6849443	2,05E-04	
8	287681	6849382	2,07E-04	
9	305802	6843512	1,60E-05	Freirina Alto
10	321167	6840547	8,56E-05	Vallenar Bajo
11	322971	6839941	2,90E-04	Vallenar Alto
12	323268	6841252	2,50E-04	
13	325933	6838909	2,55E-04	
14	327831	6831141	3,82E-05	
15	328117	6837522	3,82E-05	
16	329633	6836975	1,96E-04	
17	329649	6836967	1,50E-05	
18	329675	6837017	7,50E-05	
19	329768	6837020	2,43E-05	
20	329786	6837029	1,04E-05	
21	329810	6837062	2,20E-05	
22	329831	6837071	2,80E-05	

Pozo Id.	UTM Este (m)	UTM Norte (m)	K (m/s)	Sector Acuífero Asociado
23	329864	6837306	6,30E-05	
24	329939	6837280	7,40E-04	
25	330030	6837134	1,00E-04	
26	357560	6817883	4,63E-06	El Tránsito
27	358438	6817294	7,50E-05	
28	359104	6811326	1,07E-03	Río del Carmen
29	359149	6811413	6,70E-04	
30	360176	6816486	1,13E-03	El Tránsito
31	360232	6816542	4,90E-04	
32	361484	6816382	1,10E-04	
33	363651	6814822	6,30E-04	
34	363779	6814347	2,40E-04	
35	363815	6814723	1,32E-04	
36	363948	6814599	1,30E-04	
37	365765	6812195	3,20E-04	
38	367120	6811255	2,40E-04	
39	370872	6810052	1,60E-04	
40	376609	6798977	3,70E-05	
41	381175	6794785	9,26E-06	
42	388172	6790922	2,40E-04	

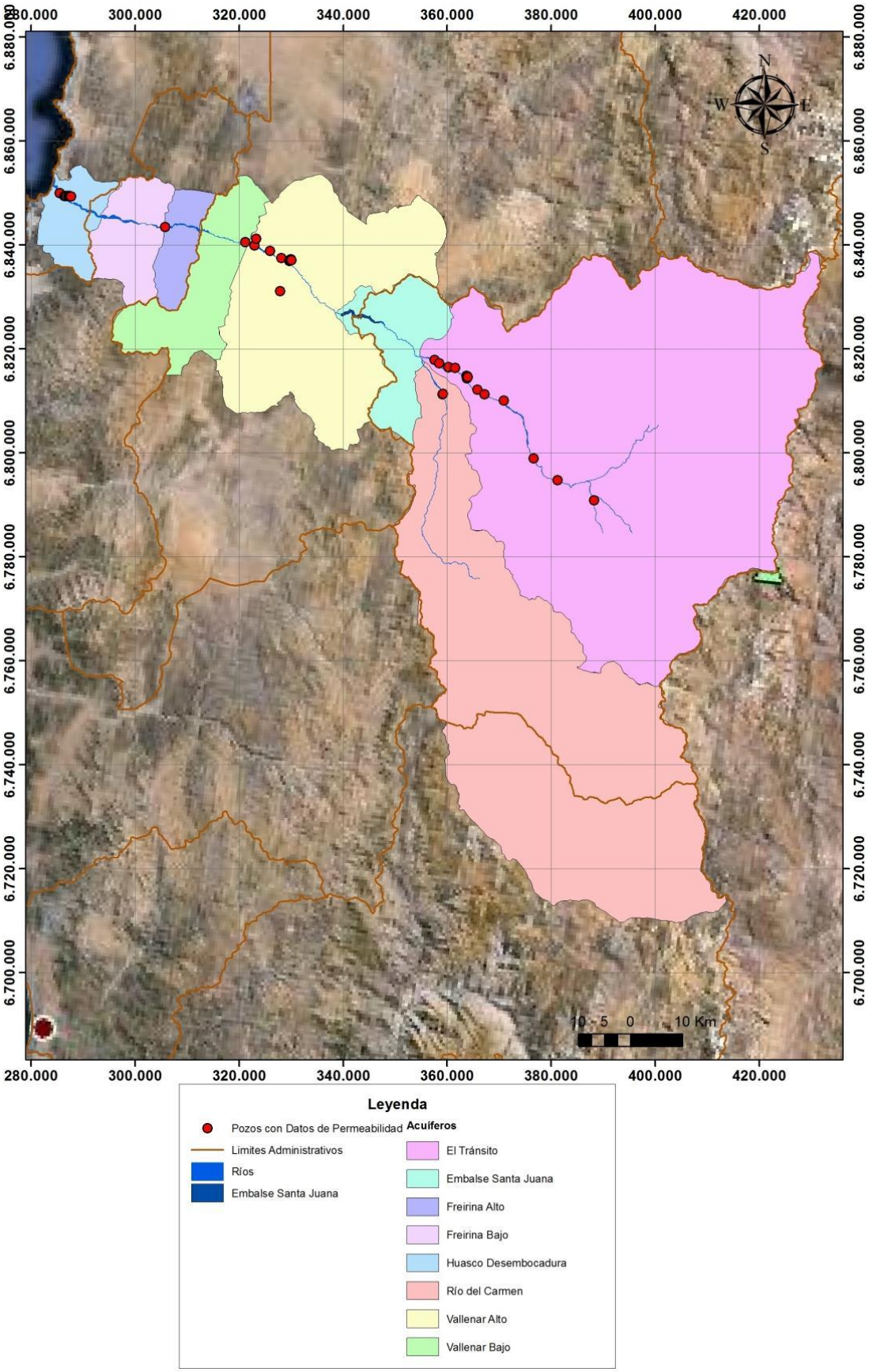


Figura 2.11: Mapa con pozos de medición de permeabilidad en las divisiones administrativas de acuíferos correspondientes FUENTE : DGA S.I.T.N°322

Finalmente, la DGA utiliza los siguientes parámetros para representar los acuíferos de la cuenca, teniendo así, cada acuífero con su límite administrativo correspondiente. (Knight Piesold S.A., 2013)

Tabla 2.5: Parámetros hidráulicos estimados para representación de sectores. Fuente: DGA 2013 S.I.T. N°322

Sector Acuífero	**K (m/s)**	**S**
Huasco Desembocadura	1,6E-04	10%
Freirina Bajo	1,6E-05	15%
Freirina Alto	1,6E-05	15%
Vallenar Bajo	8,6E-05	15%
Vallenar Alto	1,4E-04	15%
Embalse Santa Juana	4,3E-04	15%
Río del Carmen	8,7E-04	15%
El Tránsito	2,6E-04	15%

Nota: Para el acuífero Embalse Santa Juana, el K se determinó como el promedio entre los acuíferos Vallenar Alto, Río del Carmen y El Tránsito. Para el acuífero Freirina Bajo, el K se supuso equivalente al asociado a Freirina Alto.

2.2.2 Nivel estático

Para caracterizar los niveles freáticos de la cuenca se utilizan los pozos de observación de la DGA que están activos y se trabaja con su valor promedio para obtener datos de niveles homogéneos, más allá de las variaciones puntuales que podrían tener por diversos factores eventuales. Detalles en el ANEXO A.

Tabla 2.6. Niveles estáticos promedio. Fuente propia

ESTACION	UTM ESTE (m)	UTM NORTE (m)	Cota (msnm)	N.E. (m)	Cota Ne Medio (msnm)
A.P. Vallenar	329706	6836836	406	19.34	387
Canal Madariaga	290076	6847089	31	3.1	28
Chanchoquín	374880	6806648	1095	5.7	1089
Chinguito	370135	6809860	1008	7.5	1001
El rosario	357280	6813777	830	4.9	825
El Transito	375165	6804300	1104	5.4	1099
Freirina	297305	6844777	80	1	83
Hacienda Ventanas	324216	6839476	342	1.1	341
Huasco Alto	287594	6848014	9	9.4	0
Huasco Alto C-2	288347	6848924	11	0.9	10
Olivarera Huasco D-13	285300	6849597	7	-0.1	7
Ramadillas	357361	6817548	807	1.2	806
San Felix	357550	6798565	1132	6.8	1125
Tarara	309615	6843566	209	1.1	208

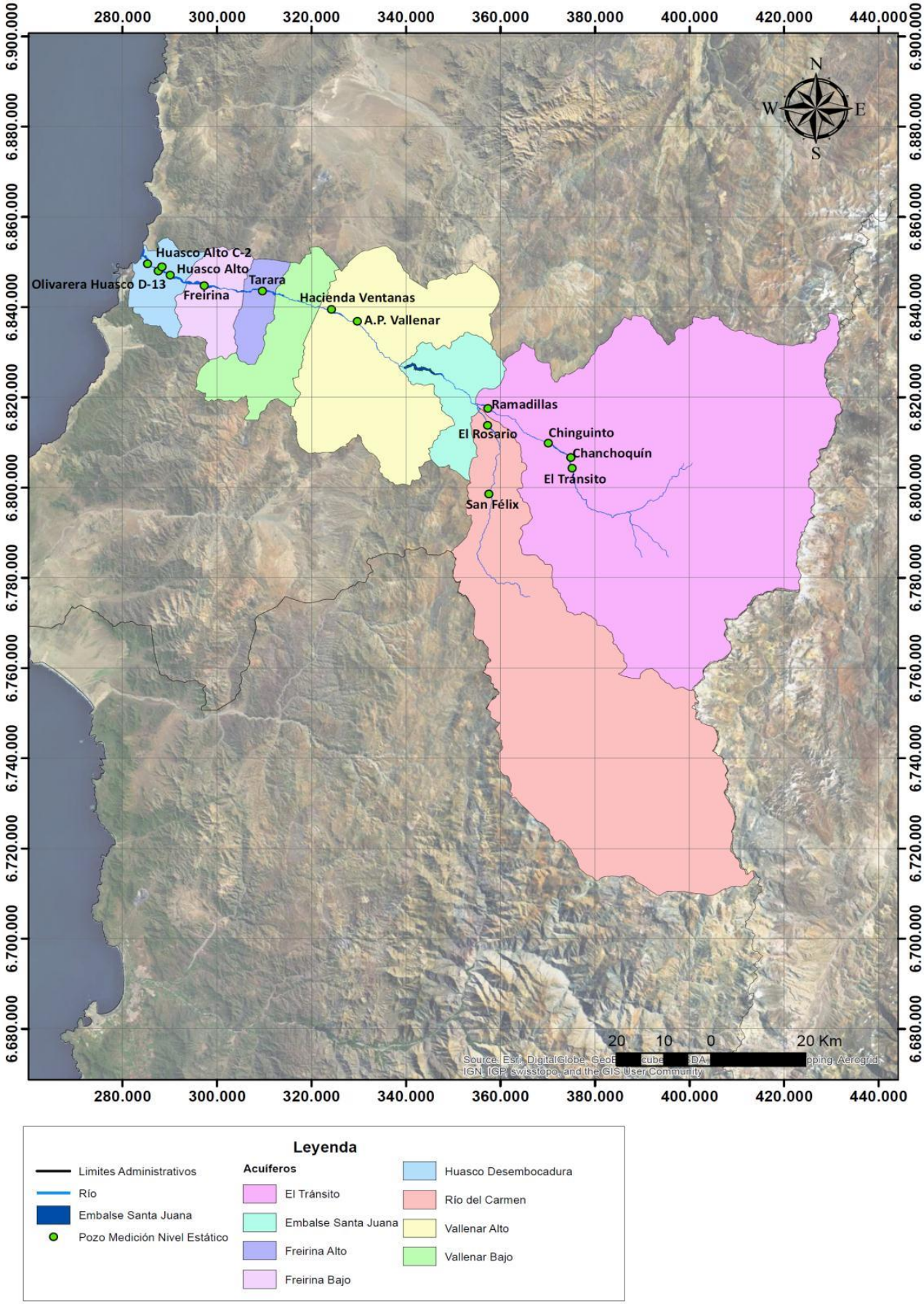


Figura 2.12: Mapa de Pozos de observación con división administrativa de acuíferos. FUENTE: DGA 2013 S.I.T. N°322

2.2.3 Calidad de Aguas

En el informe de la CNR (GCF C. , 2013) se resumen las exigencias de calidad para las aguas utilizadas en un proyecto de recarga artificial, según el Decreto Supremo 46 (DS46): Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas (MINSEGPRES, 2002). Estas son diferentes de acuerdo a su origen, ya que pueden ser naturales o corresponder a residuos líquidos.

Si se trata de un proyecto que infiltra aguas naturales, sean éstas de la misma cuenca o de otra, la exigencia en la calidad del agua vertida es que debe ser igual o mejor que la de la napa.

Si se trata de aguas residuales y la vulnerabilidad del acuífero es alta, sólo se podrá infiltrar residuos líquidos cuando la emisión sea de igual o mejor calidad que la del agua del acuífero. Para el caso de aguas residuales con una vulnerabilidad del acuífero calificada como media, debe usarse la Tabla 1 del DS46 y si dicha vulnerabilidad es baja, debe usarse la Tabla 2 del mismo decreto

En este caso el agua a infiltrar sería natural, la cual provendría en su gran mayoría desde el embalse Santa Juana, por lo que, debido a la sedimentación que ocurre se obtiene agua reducida en solidos suspendidos. Por lo mismo, no es necesario justificar su composición química ya que el origen del recurso que será inyectado corresponde al mismo que se ocupa directamente en el riego.

3 ANTECEDENTES GENERALES

3.1 Recarga Artificial

Según la dirección general de aguas, DGA, "*Se considera como recarga artificial a cualquier acción antrópica destinada a incrementar la tasa de infiltración natural sobre un acuífero con el objeto de aprovechar la capacidad de regulación natural de éste para su aprovechamiento en un tiempo posterior o bien para reducir el nivel de sobreexplotación de largo plazo*."

3.2 Objetivos Principales de la Recarga Artificial

- Almacenar excedentes de agua de las crecidas.
- Evitar que el recurso de crecidas termine en el mar.
- Disminuir perdidas por evaporación.
- Transportar agua de un punto a otro sin necesidad de obras de conducción.
- Crear opciones para:
    - Frenar el descenso del nivel de aguas subterráneas,
    - Frenar el avance de la intrusión marina,
    - Limitar la extensión del cono de drenaje producido
    - Mitigar y/o solucionar problemas de subsidencia ya que al disminuir la presión efectiva que ejercen las aguas subterráneas, se producen asientos y colapsos de suelos.

3.3 Aspectos Técnicos

Del informe técnico de la DGA (Dirección General De Aguas (DGA), 2013). Se pueden realizar 3 tipos de recarga, de obras superficiales, profundas o de ambas. Las superficiales pueden ser dentro del cauce (serpenteos, barreras, diques, escarificación del cauce, zanjas) y fuera del cauce (balsas o piscinas de infiltración, sobre-riego de áreas agrícolas). A su vez los subterráneos o profundos pueden ser pozos de inyección, pozos o zanjas de infiltración.

El método a usar y su efectividad en la recarga, dependerá de varios factores:

- Disponibilidad de agua para recarga (en este caso, excedentes superficiales de invierno, que son variables y muchas veces escasos).
- Calidad relativa del agua de recarga respecto a la del acuífero (para no bajar la calidad de esta última).
- Relieve y topografía de la cuenca (ancho de los valles, pendientes de cauces y acuíferos).
- Características hidráulicas de la formación acuífera (capacidad de almacenamiento, permeabilidad, etc.)

Uno de los factores más importantes para la elección del método de infiltración, es el económico. Esto se debe al alto coste del metro cuadrado de expropiación ya que los métodos de extensión superficiales no son tan eficientes y requieren una gran cantidad de área para equiparar la dotación potencial que ofrece el pozo profundo. Otra de las ventajas es la rapidez con la que se dispone del recurso para ocupar ya que éste está en contacto directo con la zona saturada.

3.4 Estudios Previos

En otros países se han aplicado las técnicas de infiltración artificial de agua al acuífero con resultados bastante satisfactorios, donde en algunos casos, hay condiciones distintas a la del territorio nacional.

En Chile no hay gran experiencia con respecto a este tipo de proyectos, aun así, se han hecho estudios y obras piloto para probar su efectividad. Actualmente la DGA, CNR, INH y consultoras privadas se han hecho cargo de desarrollar este método de almacenamiento de agua.

3.4.1 Estudios dentro de Chile

3.4.1.1 Investigación Recarga artificial Acuíferos Cuencas del Río Choapa y Quilimarí, región de Coquimbo (SIT N°292), AC Ingenieros.

Principalmente el objetivo del trabajo fue la identificación de zonas de infiltración relevantes de los acuíferos en las cuencas del Choapa y Quilimarí para la implementación de obras de recarga artificial en el cauce principal o en sectores donde se pueda y sea factible.

El estudio en su globalidad incluye los siguientes aspectos:

- Recopilación, análisis de antecedentes geológicos, hidrogeológicos y algunos aspectos técnicos de la recarga artificial. En conjunto, se hizo una revisión de imágenes satelitales para determinar sectores geomorfológicamente óptimos y se visitó para validar o rechazar los sectores analizados.
- Prospecciones geofísicas para definir la profundidad de la roca, los niveles de napa y las características de los rellenos, y realizar un análisis de la calidad de aguas superficiales y subterráneas con el fin de caracterizar la calidad de las aguas potencialmente infiltrables y de las aguas receptoras de la recarga.
- Antecedentes legales respecto a la recarga artificial de acuíferos.
- Caracterización hidrogeológica, considerando información geológica regional e información de terreno. Modelamiento de los flujos subterráneos en el área de estudio para determinar cómo varía el estado del sistema, incorporando entradas de flujo correspondientes a infiltraciones inducidas artificialmente. Cuantificación de la disponibilidad hídrica superficial, que permitiría abastecer a los

proyectos de recarga artificial, con el fin de poder priorizar las zonas acuíferas de cada cuenca en estudio.

- Se analizan y evalúan alternativas de recarga artificial, y se concluye que los métodos más favorables para las características de la zona son aquellos de recarga superficial: balsas o piscinas de infiltración para el Sector CH-4 (Panguecillo) y Zanjas de Infiltración para el sector CH-3(Chalinga) y, se propone un proyecto piloto, donde los resultados de las evaluaciones técnico-económicas efectuadas concluyen que los proyectos anteriormente mencionados no son rentables en el ámbito social y económico. A pesar de eso, no se tiene acceso a los parámetros que se evaluaron para determinar dicho resultado.

3.4.1.2 Mejoramiento del sistema de aguas subterráneas para su utilización en el riego de la cuenca del Río Copiapó; CNR, Jorquera y Asociados S.A.; Noviembre 2012.

Es un estudio de pre-factibilidad que tiene como objetivo analizar alternativas de obras de infiltración del agua subterránea para su uso en riego, proponiendo obras que permitían la utilización óptima de los recursos superficiales y subterráneos a través de recarga y embalsamiento natural o artificial en el acuífero.

Los principales resultados del estudio son los siguientes:

- Identificación de los caudales y volúmenes de agua superficial (que actualmente, en épocas de crecidas, descargan en el mar) que son susceptibles de infiltrar, estimándose en unos 430 millones de m^3 disponibles cada 20 años. En este caso no se considera un caudal ecológico, pero si se realiza una evaluación ambiental de las alternativas escogidas más adelante.
- Se establecieron los volúmenes no saturados de los acuíferos que hacen posible realizar esta recarga, y que alcanzan para los recursos disponibles para infiltrar. Asimismo, se estableció que esta infiltración es posible en cuanto a las características hidrogeológicas de los acuíferos.
- Se investigaron los sitios posibles en que se podían construir obras para recargar y los métodos para realizar las recargas utilizando el modelo de simulación hidrogeológico preparado por SERNAGEOMIN (Modelación Hidrogeológica del Valle del Río Copiapó: evaluación y actualización modelo conceptual, elaboración, calibración, validación y operación modelo numérico, elaboración manual de uso del modelo numérico, 2011) y adaptado por el consultor. Se encuentran los lugares más apropiados en razón de las demandas, de los consumos, utilización actual del suelo, baja interferencia con obras existentes, y se elige la infiltración por lagunas en los sectores 4 y 5 como el método más conveniente.
- También se investigó la viabilidad de estas obras en relación con posibles impactos ambientales negativos y medidas de mitigación de los mismos, llegándose a la conclusión que ellos son mínimos en los sitios elegidos, existiendo impactos positivos por la recarga. Se define una línea base,

investigando las variables físicas, biológicas, sociales y de patrimonio arqueológico y patrimonial, para el seguimiento futuro de las situaciones ambientales.

- Se hicieron diseños preliminares de obras para infiltrar y se establecieron sus costos. Se estudiaron los beneficios de la mayor disponibilidad del agua y se generaron índices de beneficio /costos siguiendo las normas de MIDEPLAN, índices que, en la mayoría de los casos, resultan atractivos para la inversión. Se identificaron las fórmulas posibles para el financiamiento de las obras y el marco legal para su construcción.

Los índices de inversión son mejores respecto de cualquier otro proyecto que pueda conocerse para aumentar los recursos de agua del valle de Copiapó. Cualquier otra opción para aumentar los recursos, tales como embalses superficiales, desalación, carretera del agua, está muy lejos de ser comparables con esta proposición, sin que estos últimos sean descartables.

3.4.1.3 Mejoramiento de Agua Subterránea para Riego Ligua y Petorca; CNR, GCF Ingenieros Ltda.; Enero 2013.

El objetivo general de este estudio es analizar alternativas y desarrollar, a nivel de pre-factibilidad, obras de recarga artificial, en las cuencas de Ligua y Petorca, para su uso en riego, proponiendo obras que permitan la utilización óptima del recurso superficial y subterráneo.

El informe final del estudio se estructuró en base a toda la información recopilada y generada durante el desarrollo del trabajo, partiendo por la recopilación y análisis de información, hasta la evaluación económica de los proyectos seleccionados y desarrollados a nivel de prefactibilidad, los que son resultado de un proyecto de ajuste y redefinición, tanto de los diseños como de las disponibilidades de agua para recarga.

La recopilación de información incluye antecedentes hidrológicos, hidrogeológicos, de demandas de agua y de calidad de aguas. Se predefinen sitios en los que podría implementar proyectos de recarga artificial con imágenes satelitales donde se observase espacio disponible para construir obras de recarga artificial, las que son verificadas con una campaña de terreno.

Se realiza un balance hídrico preliminar para los ríos Ligua y Petorca, además de una caracterización hidrogeológica para determinar capacidad de infiltración y volúmenes de almacenamiento por sector. También se caracteriza la demanda de agua y se recopiló la información de derechos de aguas subterráneas, enfocado a la implementación de un modelo de simulación hidrogeológica.

El estudio consideró la determinación de sectores favorables para la recarga y la selección progresiva de ellos, en función de las disponibilidades de agua, las que se fueron afinando, mediante la utilización de un modelo de simulación con celdas más pequeñas aplicado a sectores específicos. De igual modo, el tipo de obras consideradas en la primera evaluación se fue ajustando a la disponibilidad de aguas y de superficie para instalarlas,

hasta llegar al diseño que finalmente se sometió a evaluación económica, consistente en piscinas de infiltración agrupadas en módulos de recarga.

Se realizó una modelación que permitió establecer las magnitudes de los caudales que estarían disponibles para ser utilizados en las obras de recarga. Se determinó los caudales para probabilidad de excedencia 85% y 50%. Los caudales asociados al 85% de probabilidad de excedencia podrían solicitarse como derechos de ejercicio permanente y discontinuo, mientras que los correspondientes a 50%, como derechos de ejercicio eventual y discontinuo. Para el caso de 85% de probabilidad de excedencia, los caudales disponibles en cada cuenca varían: entre 19 y 21 l/s para el periodo Julio a Agosto en Petorca y entre 33 y 203 l/s para el periodo Junio a Septiembre en Ligua. Es decir, estos caudales son prácticamente inexistentes en Petorca y muy reducidos en La Ligua. Para el caso de 50% de probabilidad de excedencia, los caudales disponibles en cada cuenca varían: entre 240 y 804 l/s para el período Junio a Septiembre en Petorca y entre 158 y 1357 l/s para el período Mayo a Septiembre en La Ligua.

Los recursos asociados al 85% de probabilidad de excedencia, podrían destinarse a frutales por representar una disponibilidad promedio de 5 por cada 6 años. Los recursos asociados a 50% de probabilidad de excedencia, podrían destinarse a chacras y hortalizas por representar una disponibilidad promedio de 1 por cada 2 años.

A partir de las evaluaciones de las características de cada sector y considerando las disponibilidades de agua superficiales de invierno en cada uno de ellos se realizó la selección de alternativas a desarrollar. Se seleccionó inicialmente un total de 19 sitios favorables para la recarga, de los que finalmente quedaron 4. Los proyectos fueron evaluados considerando que se dispondrá de los caudales con 50% de probabilidad de excedencia.

Se determina que los proyectos no tienen ninguna limitación de tipo ambiental. También se realiza un estudio agronómico para definir la situación actual agropecuaria y la situación futura o con proyecto.

Se realiza el diseño a nivel pre-factibilidad de las obras de recarga, lo que incluye: dimensionamiento, cubicación y presupuesto de las obras asociadas a cada sector y proyecto seleccionado, determinando que el costo de implementarlos varía entre 635 y 845 millones de pesos.

Los proyectos de la cuenca del río Petorca no son económicamente rentables, pero socialmente se obtiene beneficio. Los de la cuenca del río La Ligua, por otra parte, son económica y socialmente rentables. El proyecto que es más rentable es del cercano al sector de Cabildo, en el valle La Ligua.

Se esbozó un programa para la instalación de equipos de medición de caudal en los pozos que se ubiquen cercanos a las obras de infiltración, para poder controlar adecuadamente los caudales de extracción atribuibles a la recarga.

Los proyectos de recarga artificial evaluados son muy pequeños en el contexto de cada valle por lo que sus efectos, si bien tendrán una influencia en la vecindad inmediata, serán marginales a nivel de cuenca.

3.4.1.4 Estudio Básico "Análisis alternativas piloto recarga artificial Ligua-Petorca, V Región"; CNR, Aqualogy Medioambiente Chile S.A.; Agosto 2013.

A partir de los resultados del estudio anterior (GCF Ingenieros LTDA., 2013), la CNR desarrolla un estudio para ejecutar un plan piloto de recarga artificial, de manera de rescatar indicadores y resultados que sirvan para extrapolar la experiencia conseguida, tanto en futuros proyectos pilotos en otras zonas del país, como en proyectos a mayor escala.

El objetivo general del estudio fue desarrollar un proyecto piloto para recargar artificialmente los acuíferos del valle de La Ligua y Petorca mediante un sistema de lagunas de infiltración. Los objetivos específicos planteados para este estudio fueron:

- Analizar la información hidrológica, hidrogeológica y topográfica existente para los cinco sitios identificados en el estudio "Mejoramiento de Agua Subterránea para Riego Ligua y Petorca".
- Analizar los aspectos legales del aprovechamiento de excedentes superficiales recargados artificialmente.
- Seleccionar el sitio piloto entre los 5 sitios identificados en el estudio "Mejoramiento de agua Subterránea para Riego Ligua y Petorca".
- Construir las obras necesarias para el desarrollo del piloto.
- Realizar pruebas de recarga.
- Determinar las tasas de infiltración del sistema.
- Evaluar el impacto en los niveles de los pozos cercanos al sistema.

Una de las conclusiones fundamentales de este proyecto, que puede ser presentada como una principal recomendación, es que, para garantizar el éxito en cuanto a logro de objetivos, se debe poder integrar a la comunidad potencialmente beneficiada por las obras de recarga.

Como la regulación de un acuífero es tema de balance, el efecto de una recarga artificial lo modificará, entonces se recomienda que, para otras experiencias, el control piezométrico, se inicie con antelación a la operación de recarga. De esta forma se determina la regulación antes y durante la operación del proyecto, una variación en la regulación del sistema, implica un supuesto impacto de la recarga en los niveles piezométricos.

Como recomendaciones técnicas para futuros proyectos se mencionan las siguientes:

- Establecer una línea base con bastante antelación a la entrada en operación del proyecto.
- En el 0 más pequeñas, y considerar una de ellas con carpetas impermeables que sirva de almacenamiento para las pruebas.

- Ya que interesa el caudal por sobre los volúmenes, es totalmente recomendable que la alimentación del piloto también posea un mecanismo de registro continuo de caudales.

3.4.1.5 Estudio Diagnóstico de las Zonas potenciales de Recarga de Acuíferos Entre las Regiones de Arica y Parinacota y la del Maule; CNR, GCF Ingenieros Ltda.; Marzo 2013.

La CNR trabaja en estudios que apuntan a definir y desarrollar proyectos de recarga artificial de acuíferos a nivel nacional, por lo mismo, este trabajo es el primero que abarca una amplia zona del territorio de Chile. Esto configura un panorama positivo respecto a lo que pueda obtenerse de estos proyectos de mejoramiento o aumento de la disponibilidad de agua subterránea a nivel nacional. Destaca en este caso el diseño de un índice de recarga compuesto, lo que constituye la primera aproximación a un método de selección de sectores aptos para la recarga artificial.

El objetivo general de este trabajo es la determinación de zonas potenciales para aplicar la recarga artificial en acuíferos en las principales cuencas ubicadas entre las regiones de Arica y Parinacota y la del Maule. Por su parte, los objetivos específicos son los siguientes:

- Caracterización de las cuencas.
- Determinación de las zonas potenciales de recarga.
- Validación en terreno de los resultados.
- Generación de perfiles de costos para proyectos de referencia.
- Implementación de una plataforma SIG.

Se realizó una identificación preliminar de las cuencas favorables para la recarga, las que deben cumplir con ciertas condiciones de tipo hidrogeológicas del área de estudio y contar con disponibilidad de agua para efectuar la recarga.

Dentro de la identificación preliminar, se realizó una caracterización conceptual general y un análisis de las cuencas involucradas en este estudio, para estimar la validez y utilidad que se obtendría con el desarrollo de proyectos de este tipo. En cada una de las cuencas estudiadas se generaron coberturas de permeabilidades, basadas en estudios anteriores, para visualizar las zonas más permeables en todas las cuencas.

También se determinó el volumen de almacenamiento disponible. Se procesaron los datos de niveles estáticos disponibles en cada cuenca para identificar aquellos sectores del acuífero con niveles estáticos profundos, que posibiliten el almacenamiento de recarga artificial.

Tomando en consideración las características hidrogeológicas de las cuencas estudiadas, se subdividieron en sectores acuíferos con el objetivo de priorizar sectores aptos para la recarga artificial. Para establecer la importancia relativa de cada sector, se determinó un índice de recarga compuesto, que considera tres variables:

- Profundidad de la napa,
- Coeficiente de permeabilidad
- Superficie del relleno o área de la sub-cuenca acuífera.

Una vez establecido el ranking de los sectores acuíferos, se eligieron los 15 sectores mejor evaluados para identificar en cada uno de ellos las zonas con mayor potencial para la recarga de acuíferos, y se delimitó para cada uno de ellos las áreas más aptas para admitir recarga artificial. El criterio de delimitación consiste en identificar las zonas más permeables y con niveles más profundos en cada sub-cuenca.

Se seleccionaron tres sub-cuencas para desarrollar perfiles de costos, las cuales fueron:

- Mapocho y Sub-cuenca norte del Maipo (Región Metropolitana)
- Chacabuco-Polpaico (Región Metropolitana)
- Pan de Azúcar, aguas abajo de El Peñón (IV Región)

Estos tres sectores presentan buenas condiciones para proyectos de recarga artificial, la cuales consistirían en pozos profundos de infiltración, aprovechando que los niveles de la napa están bastante deprimidos y los acuíferos poseen valores de permeabilidad también bastante altos.

3.4.2 Estudios fuera de Chile

3.4.2.1 Effects of geology and human activity on the dynamics of salt-water intrusion in three coastal aquifers in southern Spain [Efectos de la geología y actividades humanas en las dinámicas de intrusiones salinas en tres acuíferos costeros de España] (CALVACHE, PULIDO-BOSCH, 1997).

El modelamiento matemático abstracto de los procesos de intrusión de agua salada en tres acuíferos en la costa sur de España (Río Verde, Río Vélez y Castell de Ferro) revela que, aunque los tres sistemas están sujetos al mismo clima y sobre-explotación estacional, los factores geológicos y humanos tienen efectos muy distintos sobre la dinámica de la contaminación.

En el acuífero Río Verde, la influencia más importante es el gran volumen de extracciones que se producen durante la estación seca; en Río Vélez, la intrusión es fuertemente controlada por la infiltración de agua del río al acuífero y en el sistema Castell de Ferro, un macizo carbonatado intensamente karstificado yaciendo en contacto tanto con agua de mar como con el acuífero detrítico, representa el principal punto de entrada de la afluencia de agua de mar y el subsecuente lavado del acuífero.

Se llevó a cabo una simulación matemática de diversas medidas posibles para contrarrestar la intrusión, de acuerdo a las características específicas del proceso en cada acuífero. Estas medidas incluyen la recarga artificial en el acuífero Río Verde, el uso de la recarga natural del río como una barrera hidráulica en el acuífero Río Vélez, y la construcción de una barrera de baja permeabilidad en el acuífero Castell de Ferro.

En particular, el acuífero río verde muestra la variación en la intrusión de agua salada de una estación a otra. La intrusión importante ocurre en la estación seca y se nota por la alta salinidad del agua subterránea, mientras que, en períodos de recarga máxima, el acuífero es casi completamente lavado, a pesar de que, según el análisis de contenido de Cl- y la conductividad eléctrica del agua subterránea, la cantidad de sal remanente después de cada episodio de intrusión está en constante aumento. Este sistema muestra una alta correlación entre volumen de la intrusión y bombeo.

Se consideró simular un posible incremento de los recursos del acuífero durante el período de extracción más intensa. Esta medición se puede lograr, ya sea construyendo un embalse para regular los recursos hídricos superficiales, o por transferencia desde otra cuenca. Se simuló una recarga artificial de 1[hm^3/mes] por un período de 8 meses (diciembre a julio), teniendo en cuenta que esta es la temporada en que pueden existir excedentes en las cuencas cercanas.

El resultado muestra un efecto inmediato. La tabla de agua aumentó 8m en el punto de recarga y varios cm en la zona del acuífero más distante a ese punto. Aún más importante, la intrusión de agua salada es eliminada, aunque solo mientras la recarga está teniendo lugar. Por lo tanto, debido a la gran transmisibilidad del acuífero, 3 meses después del cese de la recarga el grado de intrusión alcanzado será el mismo que antes de la recarga. Se concluye que este sería un buen medio para contrarrestar la intrusión en el acuífero, siempre y cuando se lleve a cabo durante la estación seca. Esta condición reduce su factibilidad considerablemente, ya que el uso directo del agua transferida sería más económico, los que lleva a la reducción del bombeo y al avance de la cuña de agua salada.

Se concluyó que la actividad humana tiene una influencia significativa en la intrusión de agua salada y hay casos, como el del acuífero río Verde, donde algunas medidas, tales como la correcta administración de los recursos de agua superficiales y subterráneos, son esenciales para evitar un problema con consecuencias severas como en áreas que ya están en peligro de desertificación. Sin embargo, no se deben descuidar otros factores naturales, los que, en algunos casos, pueden amplificar el efector de la actividad humana, como en el caso del acuífero Castell de Ferro, donde la alta contaminación se debe principalmente a la distribución litológica de rocas y sedimentos más o menos transmisivos a lo largo de la línea de costa. Los resultados de la investigación llevan a concluir que cualquier intento de corregir un acuífero afectado por intrusión de agua salada requiere un conocimiento muy detallado de la dinámica específica del proceso de contaminación en cada caso. En general, la mejor solución para un sistema no es necesariamente aplicable a otros acuíferos sólo porque sean cercanos y tengan condiciones climáticas similares

3.4.2.2 *Centuries of artificial recharge on the southern edge of the Sierra Nevada (Granada, Spain) [Siglos de recarga artificial en el borde sur de Sierra Nevada (Granada, España)] (PULIDO-BOSCH, BEN SBIH, 1995).*

En la Alpujarra (al sur de España), todos los años entre marzo y junio, se realiza una práctica ancestral que consiste en desviar agua de los ríos a una extensa red de canales de irrigación hacia zonas altamente permeables bien definidas. Esta práctica, conocida como careos, constituye un ejemplo antiguo de recarga artificial. El objetivo es garantizar el suministro de agua potable durante los meses secos, así como mejorar las características fisicoquímicas del agua. Además, este sistema ayuda a mantener la humedad en el medio ambiente inmediato, y también tiene un efecto positivo en la vegetación local.

3.4.2.3 *Predicting Infiltration and Ground-Water Mounds for Artificial Recharge [Predecir montículos de agua subterránea e infiltración para recarga artificial] (BOUWER ET AL., 1999).*

Planear sistemas de recarga artificial de agua subterránea a través de infiltración superficial requiere investigaciones de área para predecir tasas de infiltración y requerimientos superficiales. La capacidad de la zona vadosa de transmitir agua al acuífero subyacente y las condiciones del acuífero también deben ser evaluadas, para predecir el aumento del montículo freático de agua subterránea (Ground-water mound, Figura 3.1) y para determinar dónde el agua subterránea debe ser eventualmente bombeada para prevenir que los montículos freáticos de agua subterránea bajo áreas de recarga se eleven demasiado. Se presenta una técnica simple para convertir datos de corta duración de infiltrómetros de cilindro simple a tasas de infiltración final para grandes áreas. También se desarrollan ecuaciones simples para estimar alturas de montículos freáticos de agua subterránea colgada sobre capas impermeables en la zona vadosa, para estimar que tan lejos del área de recarga debe ser bombeada el agua y a que profundidad crear un sistema de estado estacionario con una altura constante del montículo freático de agua subterránea en el área de recarga. Los procedimientos son útiles para estudios de factibilidad y el diseño preliminar de proyectos de recarga, incluyendo almacenamiento de agua subterránea a largo plazo o reserva de agua.

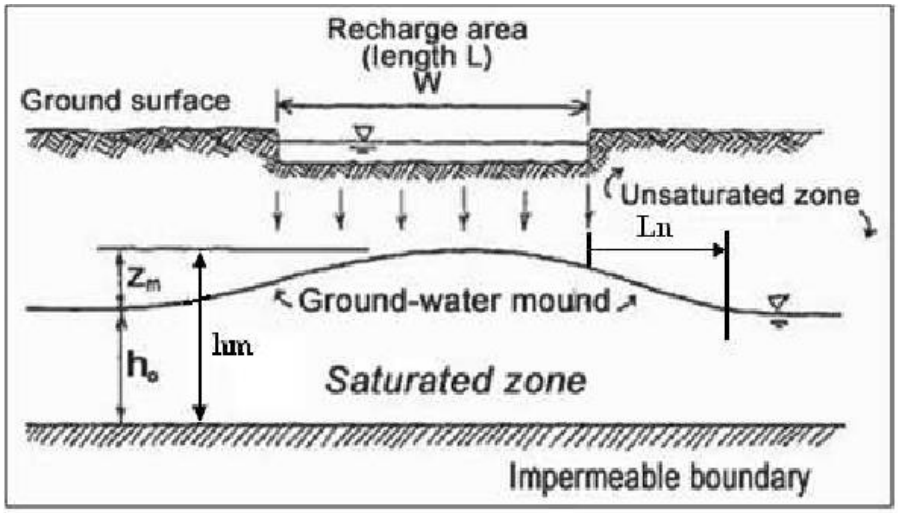


Figura 3.1. Montículo freático de agua (Groundwater mound) (Riad, Billib, Boochs, Hassan, & Omar, 2013)

3.4.2.4 *Annotated bibliography on artificial recharge of ground water through 1954 [Bibliografía escrita sobre la recarga artificial de las aguas subterráneas a través de 1954] (TODD, 1959).*

Libro en el que se indican todos los estudios realizados sobre recarga artificial que están documentados, hasta el año 1954.

3.4.2.5 *Otros Proyectos fuera de Chile*

En áreas agrícolas de Jordania se han probado zanjas rellenas con arena para interceptar la escorrentía superficial para infiltración más profunda, en la zona vadosa (ABU-ZREIG ET AL., 2000).

Por otra parte, en Australia, la escorrentía que se forma en una tormenta y el efluente del tratamiento de las aguas servidas municipales son inyectados en acuíferos salobres para producir agua para irrigación por bombeo de los mismos pozos. La obstrucción es disminuida gracias a una combinación de tratamiento de agua a bajo costo y la reconstrucción de pozos, y la calidad del agua subterránea es protegida por sus usos beneficiosos declarados. (DILLON Y PAVELIC, 1996; DILLON ET AL., 1997). Estas operaciones de almacenamiento y recuperación de acuíferos han sido exitosas desde 1993 en el sur de Australia, y el número y tamaño de los proyectos se están expandiendo, usando acuíferos de caliza, roca fracturada y aluviales. En lugares donde el agua de lluvia ha sido estacionalmente inyectada al acuífero, la atenuación de la tasa de patógenos en los acuíferos es adecuada para usos de riego y usualmente también alcanza los requerimientos para uso potable del agua recuperada.

3.5 Mecanismos de infiltración artificial

La recarga artificial de un acuífero, llamada Gestión de la Recarga de Acuíferos (GRA) o Managed Aquifer Recharge (MAR) es un método de gestión hídrica que permite introducir agua en los acuíferos (en general, agua de buena calidad y/o pretratada, aunque ha habido varias experiencias de recarga con aguas residuales).

Una vez almacenada el agua en los acuíferos puede ser posteriormente extraída para distintos usos (abastecimiento, riego, frenar la intrusión marina, contaminación, etc.).

Tabla 3.1. Gale I. 2005. Srategies for Managed Aquifer Recharge (MAR) in semi-arid areas.

TECNICA	Tipo de tecnología	Subtipo	
INFILTRAR AGUA	Pozos	Pozo recarga profunda	ASR
			ASTR
		Pozo de recarga somero	
	Distribución	Inundación controlada	
		Zanjas, surcos y drenajes de riego	
		Riego	
		Estanques y balsas de Infiltración	
INTERCEPTAR AGUA	Captación de agua lluvia	Barreras que sobresalen de la superficie de la tierra	
		Zanjas de Infiltración, surcos y tinas ciegas	
	Modificación del cauce de arrollo y ríos	Presas para la recarga de acuíferos	
		Presas sub-superficiales	
		Presas de almacenamiento de arena	

		Técnicas de ampliación de los cauces

A continuación, se describen la mayor parte de los métodos descritos en la tabla.

3.5.1 Infiltración superficial

La infiltración superficial se aplica, generalmente, en los casos en que el acuífero que se va a recargar está cerca de la superficie del suelo. La recarga se consigue mediante la infiltración a través de material permeable en la superficie, que se maneja para mantener las tasas de infiltración. En situaciones donde existe una fuente fiable de agua de entrada de buena calidad y se puede operar la infiltración de extensión durante todo el año, se pueden obtener cargas hidráulicas de, típicamente, 30 m / año para suelos de textura fina como arcillas arenosas, 100 m / año para los suelos limosos y 300 m / año para las arenas medias limpias y 500 m / año para las arenas limpias gruesas (Bouwer, 2002). Las tasas de evaporación de las superficies de agua abierta varían de aproximadamente 0,4 m / año para los climas húmedos fríos a 2,4 m/ año para los climas secos y calientes, formando así un componente menor del balance hídrico. (Dillon & Gale, 2005)

Cuando la fuente de agua es esporádica del flujo estacional que contiene altas cargas de sólidos en suspensión, la gestión de la estructura de recarga se hace cada vez más importante para minimizar el taponamiento para mantener las tasas de infiltración y la evaporación de agua abierta a un mínimo. El monitoreo básico de la tasa de sedimentación y la tasa de infiltración en relación con la tasa estimada de evaporación de agua abierta ayudará en las decisiones de manejo operacional (Dillon & Gale, 2005).

3.5.2 Métodos de extensión

La piscina o estanque de infiltración es excavado en el suelo que retiene el agua de recarga (por ejemplo, el agua de lluvia), hasta que se ha infiltrado a través del suelo de la piscina. Si el material del fondo de la piscina es fino, se producirá rápidamente un atascamiento del flujo hacia la zona saturada. En este caso, cubrir el fondo y los lados

con una capa de arena media de aproximadamente 0,5 m de espesor puede retrasar el proceso de obstrucción y extender los períodos de recarga. (L. Huisman, 1983)

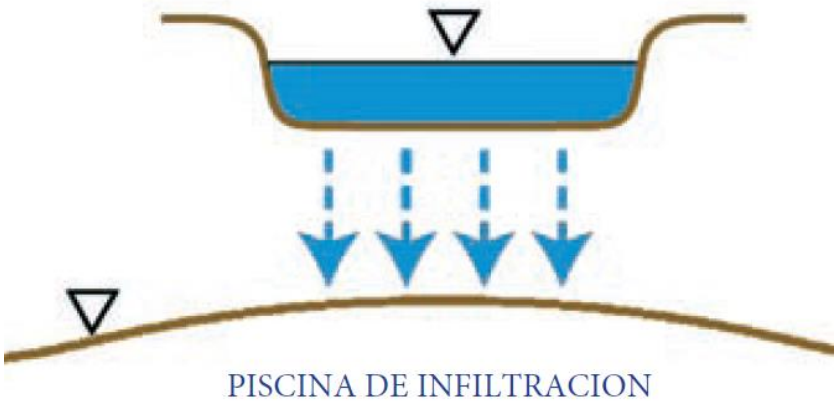


Figura 3.2: Piscina de infiltración. Strategies for Managed Aquifer Recharge (MAR) in semi-arid áreas. UNESCO's International Hydrological Programme (IHP)2005.

La profundidad de la piscina debe ser lo suficientemente superficial, para permitir un drenaje rápido en casos donde es necesario limpiarla por secado y raspado. Los niveles de agua deben ser manejados para prevenir el crecimiento de la vegetación, las acumulaciones de algas y eliminar la resistencia al flujo del agua.

El área de tierra disponible para las piscinas de infiltración y la tasa de infiltración determinan el volumen de recarga alcanzable.

La obstrucción del suelo de la piscina es el problema principal durante la recarga. Para contrarrestar esto, deben considerarse los siguientes métodos:

- Aplicar un sistema de rotación de agua para esparcir y secar para luego hacer un raspado del fondo. El secado mata el crecimiento de algas, y esto, combinado con el raspado del fondo de la cuenca, restaura las tasas de infiltración.
- Tratamiento mecánico del agua de recarga mediante sedimentación primaria para eliminar los sólidos en suspensión antes de ingresar a la piscina de infiltración. La eficiencia de sedimentación puede aumentarse mediante la adición de productos químicos floculantes.
- Cloración del agua de recarga para inhibir la actividad microbiana.
- Tratamiento mecánico del suelo mediante arado para aumentar la permeabilidad.
- Revestimiento de la piscina con una capa de arena media para actuar como un filtro para eliminar los sólidos en suspensión. (Dillon & Gale, 2005)

3.5.2.1 Modificaciones en canales

3.5.2.1.1 Estanque de percolación detrás de presa

Una manera barata de recargar el agua puede ser mediante la construcción de represas a través de un lecho de río con el material de construcción que se encuentra en el río, relleno aluvial. Para evitar la erosión anual o la destrucción de estas estructuras, a menudo se construye un vertedero de hormigón y, para contener y canalizar la escorrentía superficial, también se construyen barrancos. Las presas pequeñas de campo asociadas retardan el flujo de agua a la corriente y, por lo tanto, crean una oportunidad para que esta agua infiltre en el suelo, así como para reducir la erosión del suelo.

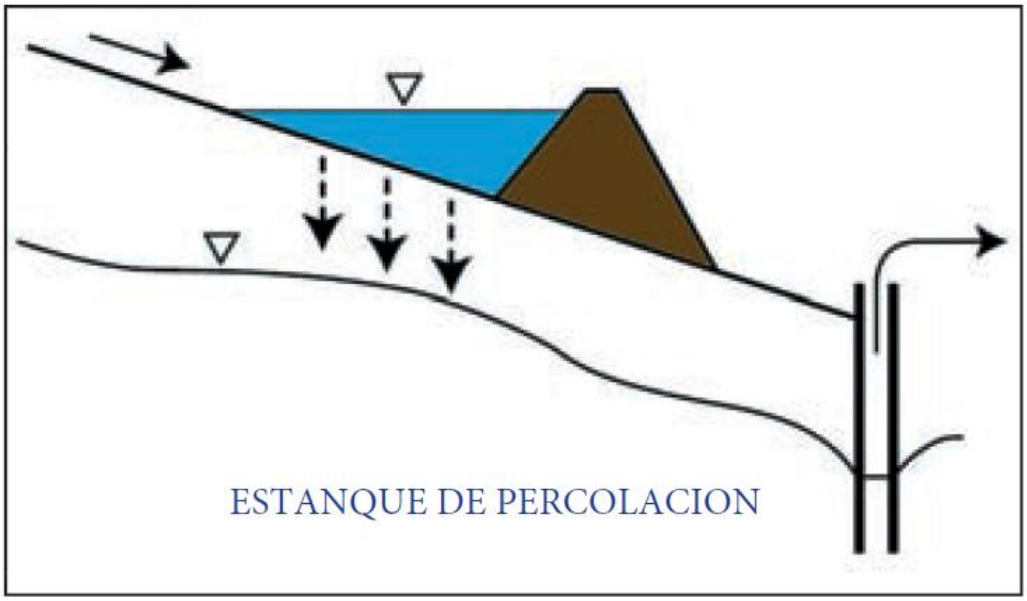


Figura 3.3: Estanque de percolación. Strategies for Managed Aquifer Recharge (MAR) in semi-arid áreas. UNESCO's International Hydrological Programme (IHP)2005.

Una serie de estas estructuras a lo largo de una línea de drenaje reducirá la energía destructiva de la escorrentía intensa, resultando en una reducción de la erosión y el transporte de sedimentos. Dado que el agua sólo está cubierta en estas estructuras por períodos cortos. La tierra se puede cultivar inmediatamente después con el fin de utilizar la humedad del suelo y esto puede dar lugar a un cultivo anual adicional. La siembra de la tierra también mantiene la capacidad de infiltración, en preparación para el siguiente período de entrada. En Kenia y en muchas partes de la India, se utilizan las presas superficiales y en Taiwán (Dillon & Gale, 2005).

3.5.2.1.2 Represas de almacenamiento de arena

Las presas de arena se ubican mejor en terrenos ondulados bajo condiciones climáticas áridas, donde la escorrentía se experimenta a menudo como inundaciones repentinas. Las represas se construyen típicamente en lechos fluvial arenosos y efímeros en valles bien definidos. Se construye una pared de presa sobre el lecho rocoso, a través del ancho del lecho del río para reducir la velocidad de las inundaciones rápidas o eventos de temporada. Esto permite que el material más grueso se asiente y se acumule detrás de la pared de la presa. La pared de la presa se puede elevar después de cada inundación.

Sin embargo, se debe permitir un exceso de flujo suficiente para que el material fino se deje llevar (Murray y Tredoux, 1998). Idealmente, la formación de roca dominante en el área debe resistir a los sedimentos gruesos y arenosos; p.ej. granito, areniscas, cuarcitas. Con el tiempo, las sucesivas inundaciones crean un acuífero artificial, que permite que el agua infiltre en lugar de migrar río abajo.

El agua almacenada está disponible para la extracción, sin embargo, las presas de almacenamiento de arena también pueden ubicarse sobre el lecho permeable e infiltrar al acuífero subyacente. (Dillon & Gale, 2005)

Figura 3.4: Represa de arena. Strategies for Managed Aquifer Recharge (MAR) in semi-arid áreas. UNESCO's International Hydrological Programme (IHP)2005.

3.5.2.1.3 Represa subterránea

Las presas subterráneas pueden ser utilizadas para retener agua en acuíferos aluviales. En las corrientes efímeras en las que los puntos altos del basamento contraen el flujo, se construye una zanja a través del lecho que se introduce hacia la roca basáltica y se llena con material de baja permeabilidad para restringir el flujo de las aguas subterráneas. El agua subterránea se recupera del pozo o de una serie de estos. (Dillon & Gale, 2005)

Figura 3.5: Represa subterránea. Strategies for Managed Aquifer Recharge (MAR) in semi-arid áreas. UNESCO's International Hydrological Programme (IHP)2005.

3.5.2.1.4 Represas con filtraciones y recarga de acuífero

Cuando el flujo es muy "rápido" y contiene grandes cantidades de sólidos en suspensión, el agua puede perderse en la cuenca o en el mar antes de que pueda infiltrarse para reponer el acuífero. La construcción de represas en estas corrientes efímeras puede solucionar el problema facilitando la sedimentación. El agua se libera

a través de las tuberías hasta los tramos aguas abajo del río donde puede producirse la recarga del agua subterránea. Un buen ejemplo de esta práctica es el sistema de presas OMDEL en Namibia. Una variación en este tema es la construcción de presas agujereadas de gaviones llenos de rocas con tuberías que atraviesan la presa. Estas estructuras mantienen altas inundaciones, estimulan el asentamiento de los sedimentos en suspensión y la liberación del agua a través de fugas para infiltrarse en el cauce río abajo. (Dillon & Gale, 2005)

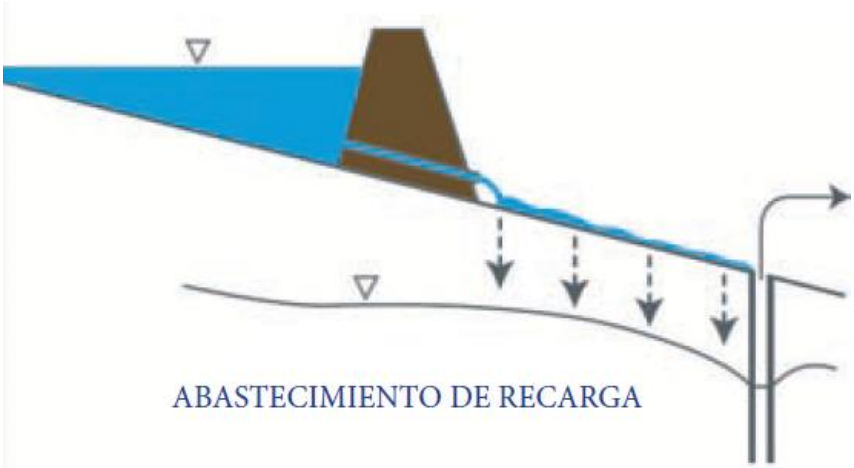


Figura 3.6: Esquema de abastecimiento de recarga. Strategies for Managed Aquifer Recharge (MAR) in semi-arid áreas. UNESCO's International Hydrological Programme (IHP)2005.

3.5.3 Por pozo o fuente

3.5.3.1 Zanja o fosa

Son excavadas suficientemente profundas para penetrar en los estratos de baja permeabilidad, con el fin de proporcionar un acceso más directo al acuífero. Las zanjas o fosas están construidas para maximizar la superficie de la pared lateral y minimizar el área de la superficie del fondo para facilitar el movimiento horizontal del agua de recarga en el acuífero (E.C. Murray, 1998)Las zanjas se pueden rellenar con arena gruesa o grava fina y se aplica agua a la superficie del relleno posterior. Las instalaciones deben ser idealmente cubiertas para mantener fuera de la luz del sol, animales y personas.

En general, las zanjas o fosas son costosos de construir, además recargan pequeños volúmenes de agua, por lo que su uso se limita principalmente a aquellos casos en los que ya están disponibles como, por ejemplo, en forma de canteras abandonadas. El material grueso se utiliza a veces para llenar fosas o zanjas para actuar como un filtro y se puede reemplazar si se obstruye

Los pozos abiertos y las zanjas son utilizadas en caso de que el material de baja permeabilidad se encuentre sobre el acuífero, que se produce a profundidad de zanja, aproximadamente de 5 a 15 m (Bouwer, 1996).

3.5.3.2 Pozo de recarga somero

Estas estructuras se utilizan para recargar los acuíferos freáticos poco profundos, donde las capas superficiales son de baja permeabilidad, por lo tanto, los métodos de infiltración superficiales no son efectivos.

Los pozos que se han secado debido a la caída de las capas freáticas resultantes de la sobreexplotación se utilizan para este fin.

Antes de la recarga es necesario el asentamiento de los sólidos en suspensión en el agua a fin de reducir el potencial de obstrucción de los poros, especialmente si la fuente es el agua de tormenta. La extracción subsiguiente puede lavar finos removiéndolos fuera de los poros, recuperando así la capacidad de carga. Se puede requerir la eliminación física del sedimento y también las técnicas de "jetting" para la limpieza de poros.

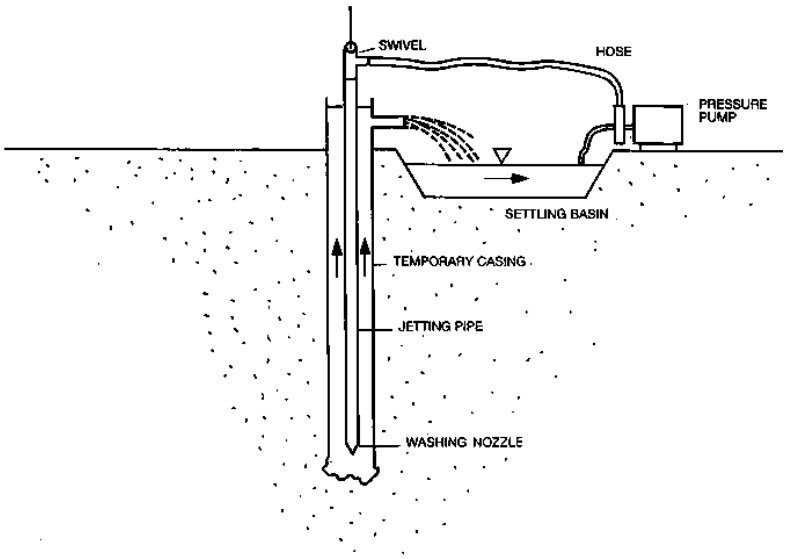


Figura 3.7: "Well jetting Techniques". Water Manual for Refugee Situations. UNHCR, 1992.

El uso de pozos tiene el potencial de introducir no sólo sólidos suspendidos directamente en el acuífero, sino también químicos (nitratos, pesticidas, etc.) y bacterianos contaminantes (incluyendo fecales). Las estructuras de esparcimiento descritas anteriormente tienen la ventaja en este sentido, sobre los pozos abiertos, ya que el agua se infiltra desde la superficie pasando a través del suelo y de depósitos aluviales que pueden actuar como mecanismos de filtración y/o tratamientos extremadamente eficaces. (Dillon & Gale, 2005).

3.5.3.3 Pozo profundo

Los pozos profundos se utilizan cuando los estratos gruesos de baja permeabilidad cubren al acuífero objetivo, por lo cual se busca recargar el agua directamente en el acuífero.

Los pozos profundos también son ventajosos cuando el área superficial de tierra es escasa o muy costosa y se desea tener disponibilidad rápida del recurso en la zona saturada. Sin embargo, los requerimientos de calidad de agua de recarga son generalmente significativamente más altos para la inyección de pozos que para la recarga de agua por medio de los métodos de extensión. Cuando se utiliza el pozo para la inyección y la recuperación (Recuperación del almacenamiento del acuífero: ASR), se minimizan los costos y se elimina el atasco durante el ciclo de recuperación. El agua, también, puede inyectarse en un pozo y recuperarse de otro, a cierta distancia, para aumentar el tiempo de viaje y beneficiarse de la capacidad de tratamiento del agua del acuífero. Esto se conoce como transferencia y recuperación de almacenamiento de acuífero (ASTR) (Dillon & Gale, 2005).

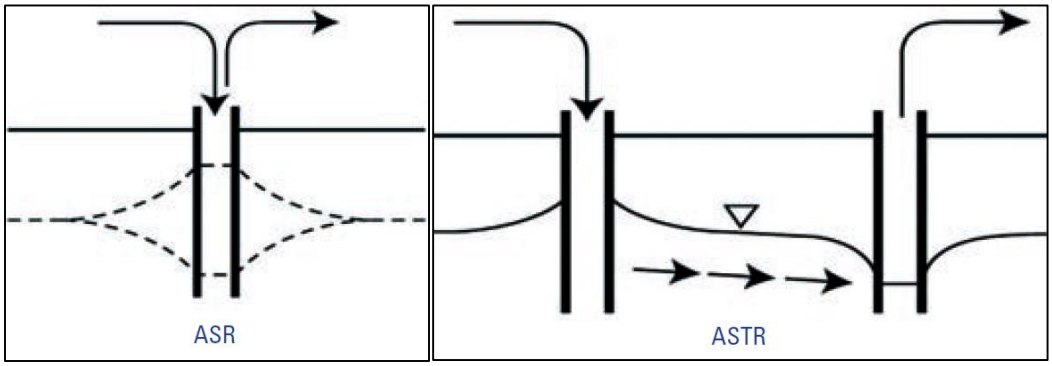


Figura 3.8: Técnica de administración de recurso con pozo profundo ASR y ASTR

4 SITIOS Y POTENCIAL DE INFILTRACIÓN

Debido a las características geológicas del lugar, las zonas más apropiadas para inyectar el recurso son aguas abajo del ESJ. El estudio de niveles estáticos corrobora que el área del acuífero de Vallenar Alto sería conveniente para infiltrar. Lo mencionado anteriormente es indispensable para proporcionar un considerable volumen de almacenamiento y, además, para que el nivel de aguas subterráneas no interfiera con los procesos y/o mecanismos de recarga. Por otro lado, es necesario considerar aquellos sectores que posean una permeabilidad tal que permita, posteriormente, extraer dichos recursos cuando sean requeridos (CNR, 2013; Bouwer, 2002). Adicionalmente, se requiere de una buena permeabilidad horizontal, que permita el flujo lateral, evitando así una excesiva sobrecarga (MINVU, 1996).

A continuación, se muestran las zonas seleccionadas para ubicar los sistemas de infiltración.

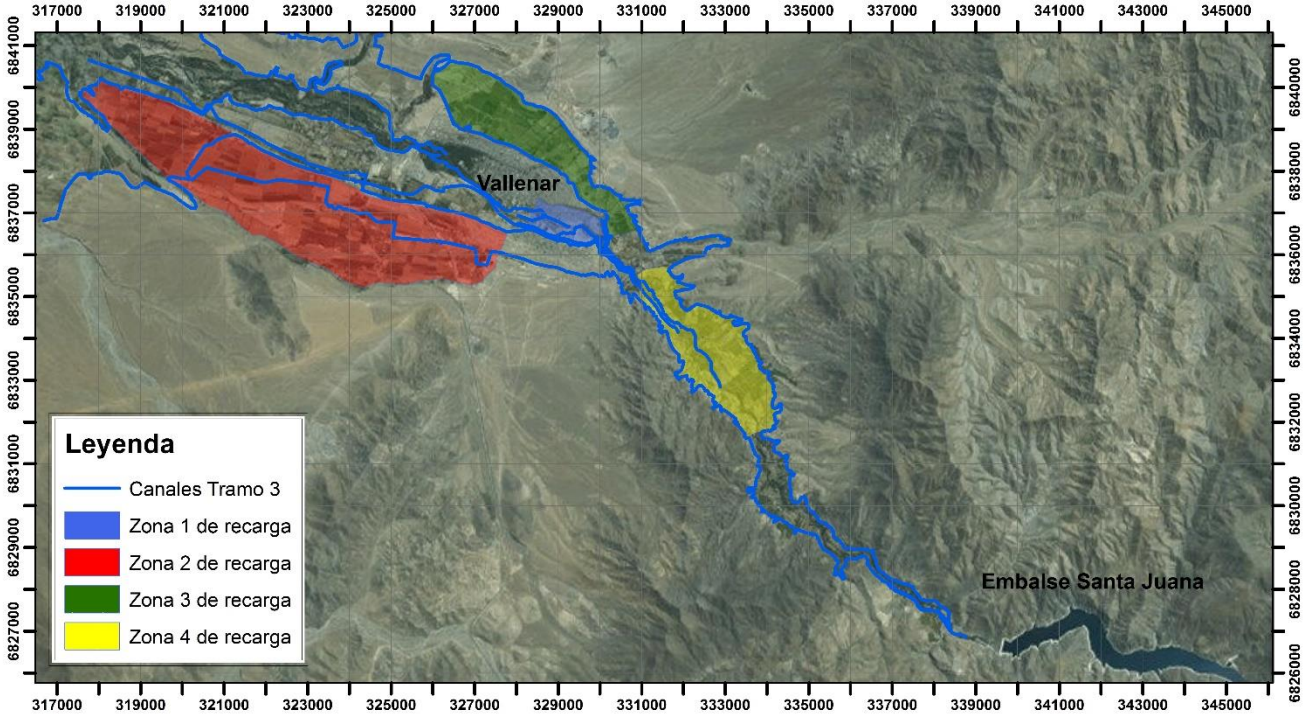


Figura 4.1: Imagen satelital de las zonas de recarga en acuífero. (Fuente Propia)

Los lugares seleccionados se analizaron con respecto a los datos obtenidos mediante estudios anteriores realizados por la DGA y por análisis geológico (Sección 4).

4.1.1 Zona 1

En la zona 1 existe el pozo de observación DGA Vallenar AP, el cual arroja en promedio unos 20 m de nivel estático bajo esa superficie. Al estar muy cerca del cauce del río Huasco se asume que, a medida que nos alejamos del río, la profundidad de la zona saturada será mayor debido a la inclinación de la roca basáltica, por lo tanto, las

terrazas cercanas que incluyen las zonas 2 y 3 tendrían un mayor nivel estático. El lugar seleccionado se ubica aguas arriba en donde termina la ciudad de Vallenar.

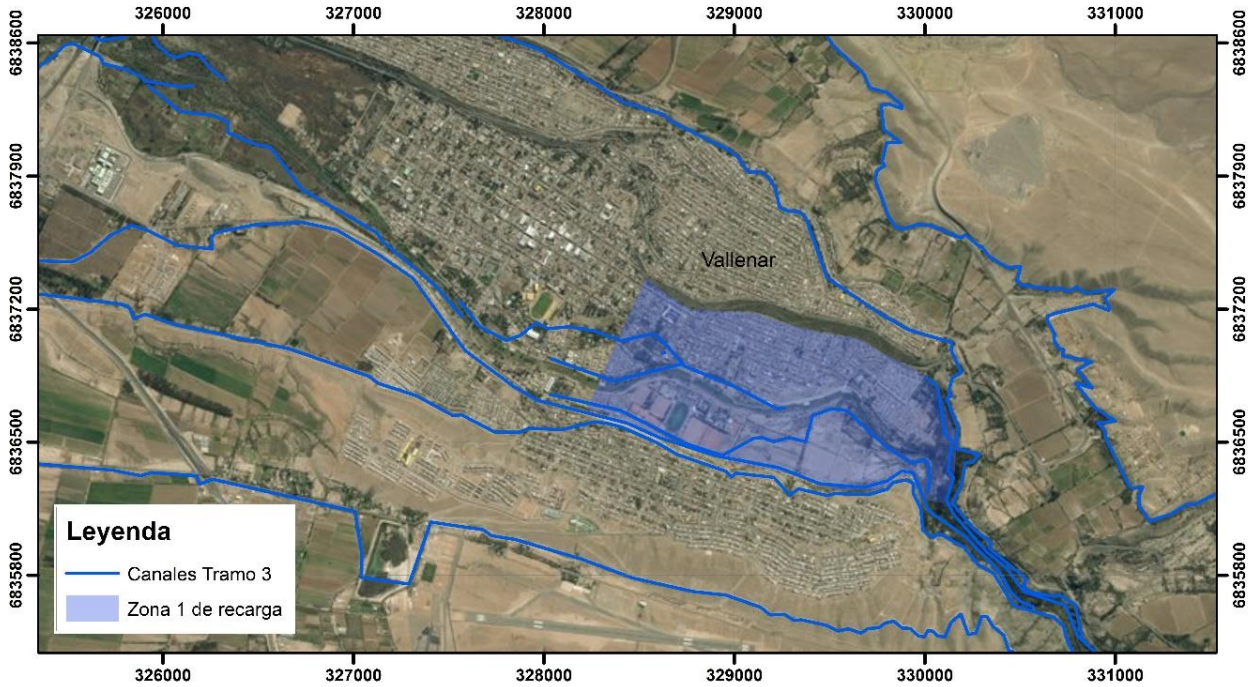


Figura 4.2: Imagen satelital de zona 1 de recarga. (Fuente Propia)

4.1.2 Zona 2

Esta zona se encuentra dentro de una terraza geológica al sur de Vallenar, esta zona comprende su extensión entre sector de "Hacienda Buena Esperanza" pasando por la "Hacienda Compañía" y llegando hasta el aeropuerto de Vallenar. Por la Figura 2.3, que muestra un perfil longitudinal de la cuenca, se puede asumir que existe una profundidad de más de 100[m] desde la superficie hasta la roca basáltica, ya que esto pasaría por el pozo G-6 mostrado en la ilustración.

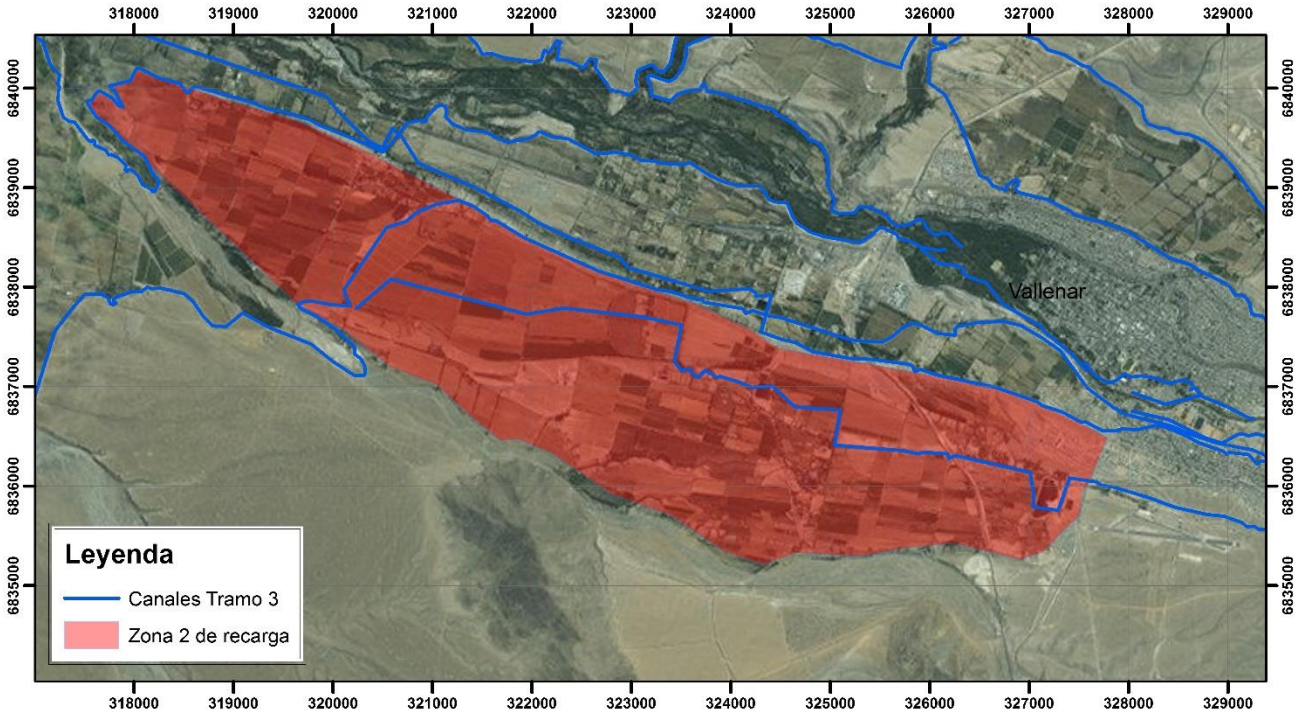


Figura 4.3: Imagen satelital de zona 2 de recarga. (Fuente Propia)

4.1.3 Zona 3

Se encuentra en otra terraza al norte de la ciudad de Vallenar, entre la "Ex Hacienda Cavancha" pasando por "Fundo El Porvenir", llegando hasta "Villa Alegre". Con el perfil de elevación de la Figura 2.6 se verifica que se cumple una profundidad de más de 100 [m] desde la superficie hasta la roca basáltica.

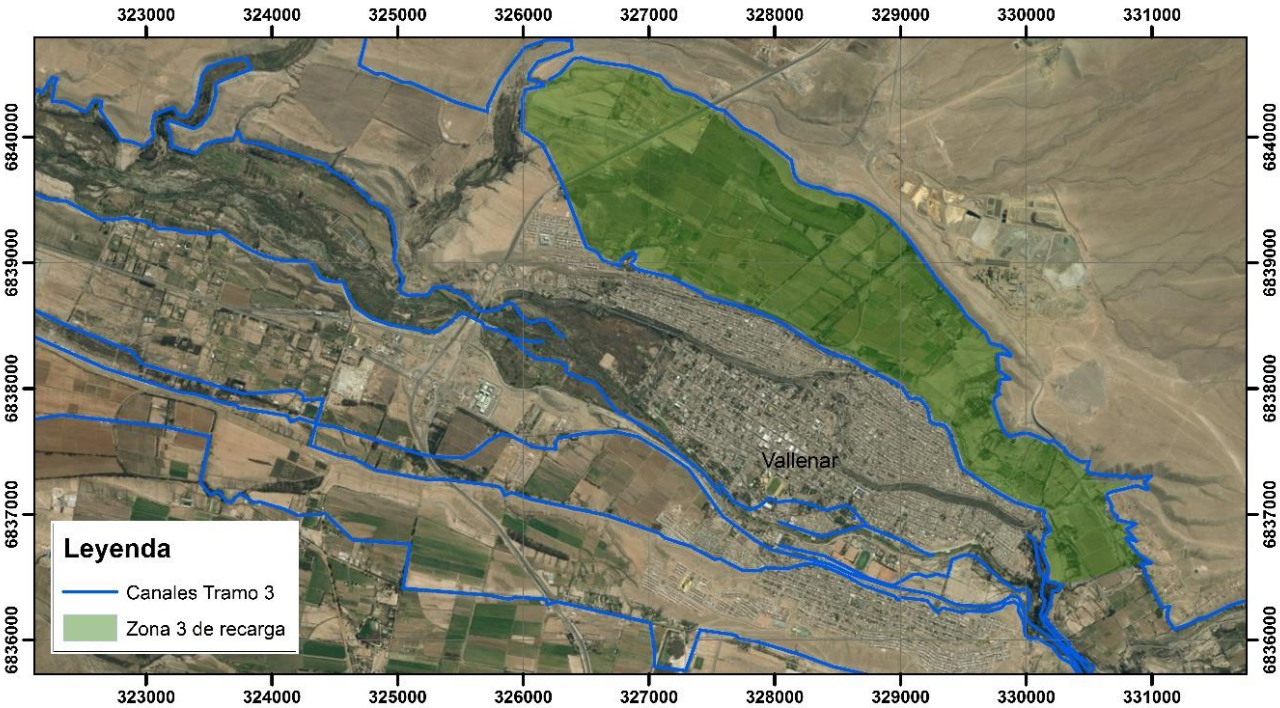


Figura 4.4: Imagen satelital de zona 3 de recarga. (Fuente Propia)

4.1.4 Zona 4

Zona seleccionada entre “Imperial Bajo” y “Chanar”. En esta zona se asume que tiene una profundidad de al menos 95 [m] desde la superficie hasta la roca basáltica y un nivel estático de 20[m].

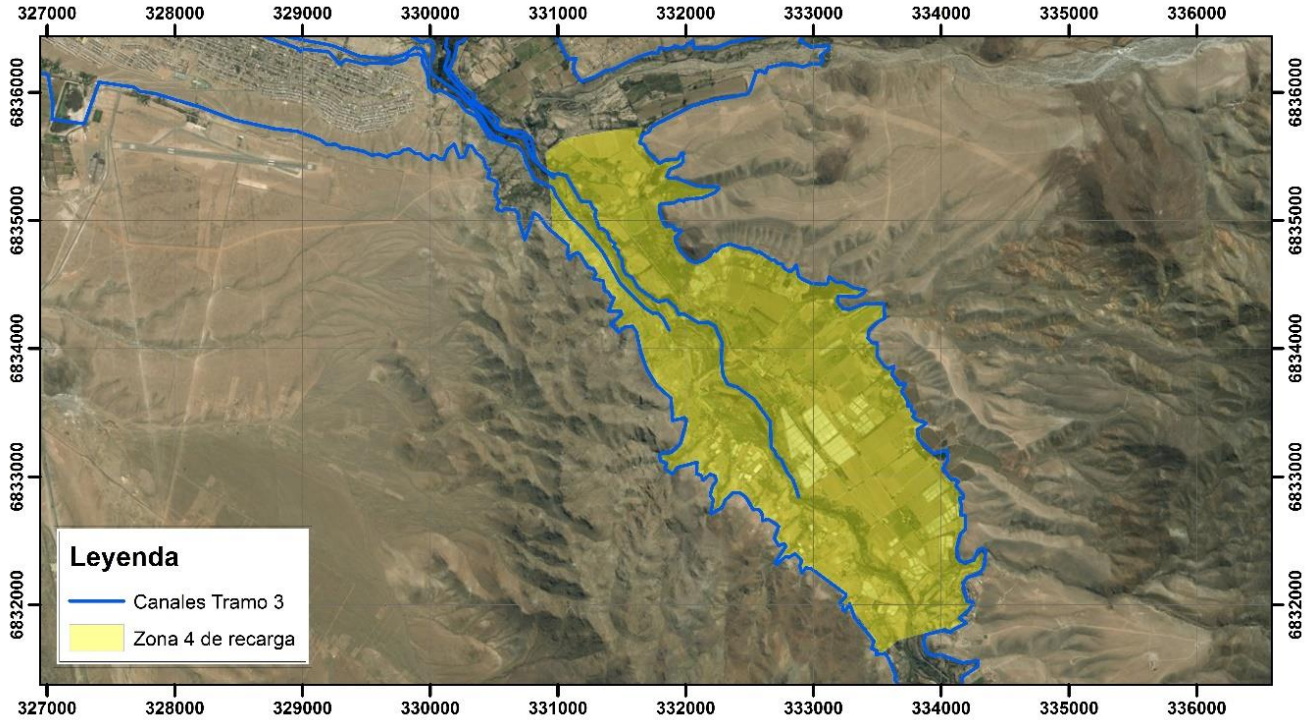


Figura 4.5: Imagen satelital de zona 4 de recarga. (Fuente Propia)

4.1.5 Resumen

Finalmente se opta por las zonas mostradas para infiltración artificial del recurso y con los antecedentes mostrados se verifica que existen las condiciones hidrogeológicas necesarias para la inyección.

A continuación, se muestra una tabla con las áreas de influencia abarcadas por los lugares seleccionados.

Tabla 4.1. Tabla de áreas de inyección por zona. Fuente Propia

Zona	Área de Inyección [m²]
1	1.308.665
2	17.921.506
3	5.420.732
4	5.696.698
TOTAL	30.347.601

5 ANÁLISIS DE MANEJO DE RECURSO

Es necesario estimar la cantidad del recurso a inyectar y de donde se obtendrá, por lo cual, al haber un embalse aguas arriba de los lugares seleccionados es preciso verificar que no se interfiera con el uso que los regantes hacen de éste. Para comprobar que no se afecte a los ocupantes de los derechos de agua se hace una simulación de operación, utilizando las excedencias de las tormentas que generan rebase del embalse haciendo funcionar el vertedero de descarga, como también, proponiendo reglas para que el embalse otorgue cierto caudal de infiltración obteniendo un porcentaje de fallas parciales igual o menor a la situación sin proyecto.

Para generar una simulación de operación compatible con las condiciones reales, se debe tener conocimiento del reglamento interno de operaciones del embalse. Luego, se incorpora a un modelo de administración del recurso.

5.1 División Administrativa

Existe una división administrativa de la cuenca, en la cual, la Junta de Vigilancia del Río Huasco y sus Afluentes (JVRHA) hacen separación de la hoya, ahí es donde se reparten las acciones y la cantidad de litros por acción correspondiente a cada sector. Las separaciones mencionadas se describen a continuación:

- Tramo I: Río Carmen.
- Tramo II: Río Tránsito.
- Tramo III: Río Huasco desde Junta del Carmen hasta Vallenar (puente Ruta 5).
- Tramo IV: Río Huasco desde Vallenar (puente Ruta 5), hasta su desembocadura.

El Conservador de Bienes Raíces(CBR) establece el número de acciones y la cantidad de agua a sustraer desde los canales de riego y/o río, los cuales deben tener un aforo propio para el uso de los propietarios de los derechos.

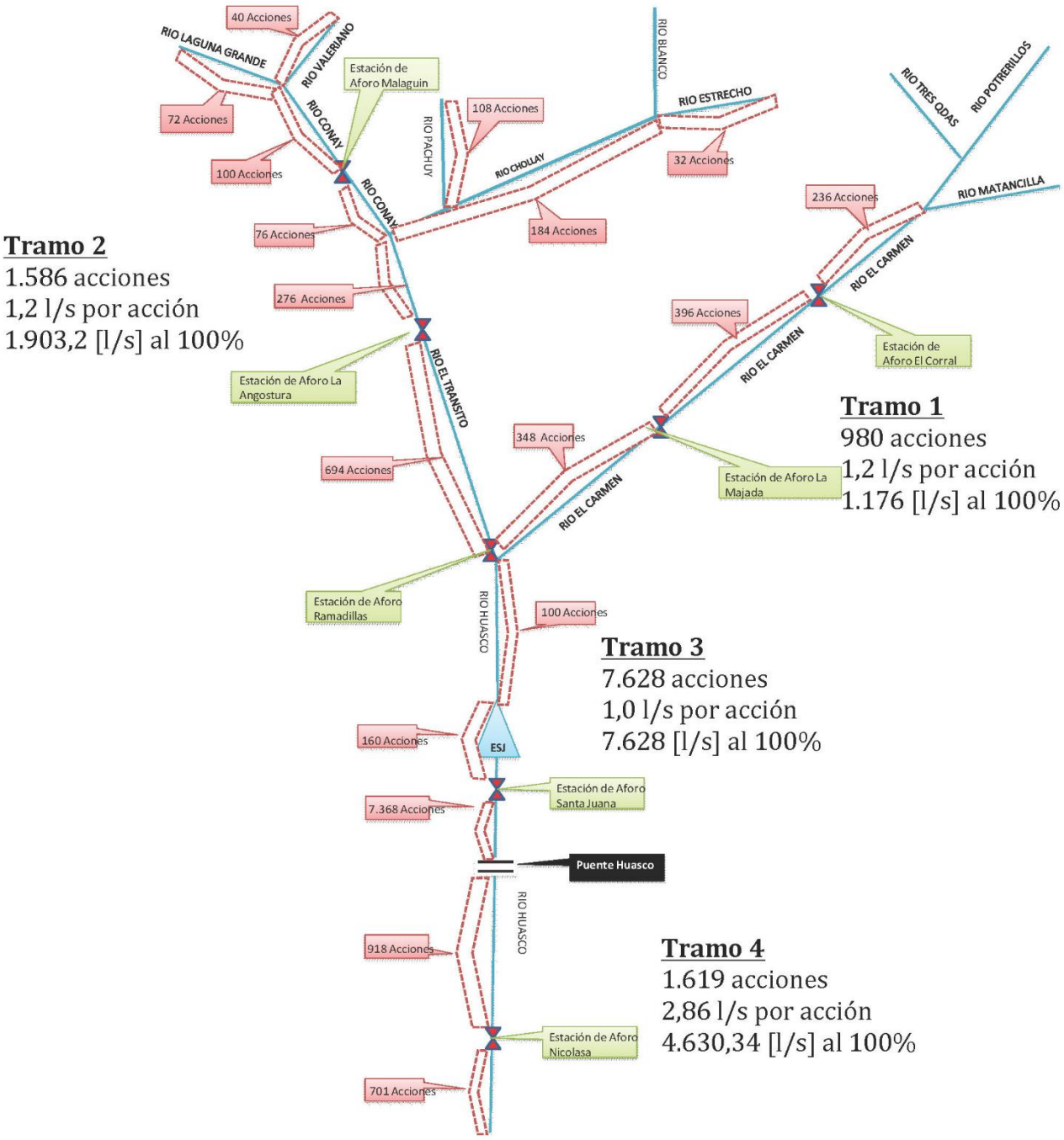


Figura 5.1: Esquema de división de la cuenca del río Huasco. Fuente: JVRHA.

5.2 Simulación de operación de Embalse Santa Juana (ESJ)

Primero, se construye un modelo en Microsoft Excel para simular la operación del embalse con la situación actual, comparándolo con los datos de operación real del embalse (1997-2012). Con el modelo calibrado se extiende la estadística del caudal afluente al embalse a 32 años (1980-2012).

Para la construcción del modelo se utilizaron las normas de operación del embalse establecidas por la JVRHA registradas y validadas ante el conservador de bienes raíces (CBR), también se trabaja con las curvas de

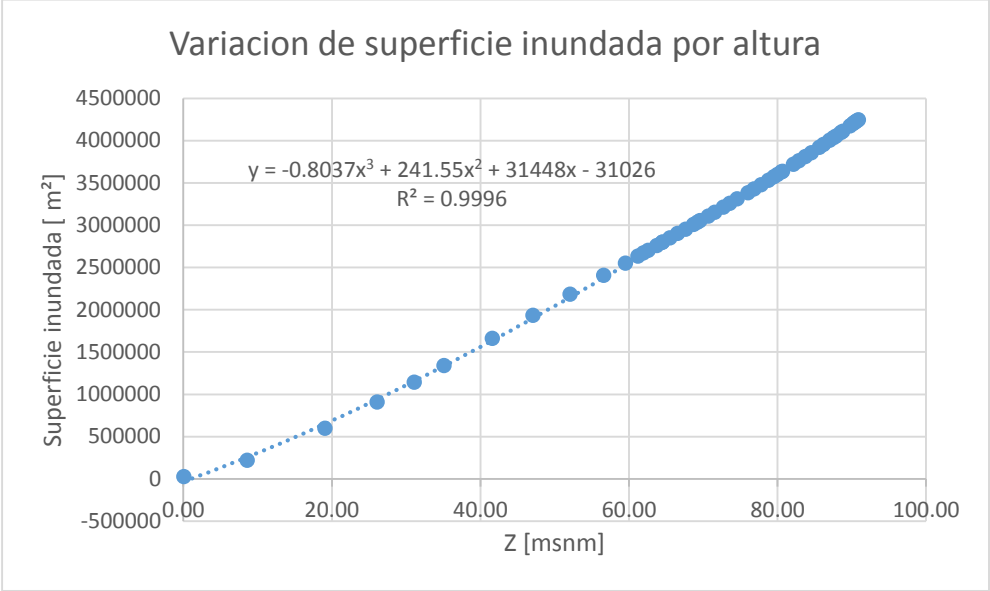
llenado del embalse (Knight Piesold S.A., 2013). La calibración y comparación se hizo con los datos reales de operación dispuestos en el ANEXO A.

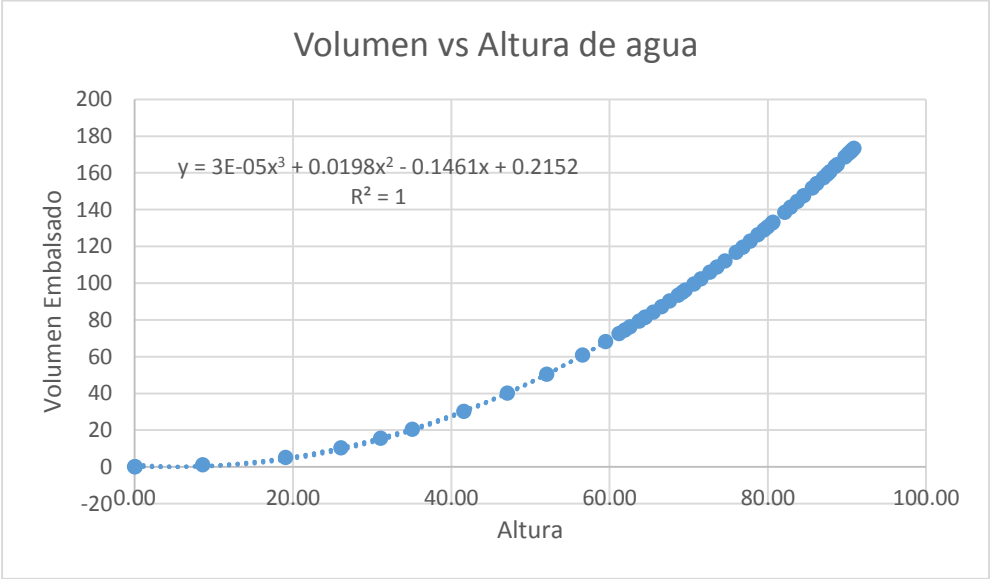
5.2.1 Curvas de capacidad del Embalse Santa Juana

A continuación, se presentan las curvas de capacidad del ESJ (Knight Piesold S.A., 2013).

Tabla 5.1. Curvas de capacidad. Fuente Propia

Z Espejo [msnm]	**Volumen Embalsado [Mm³]**	**Superficie Inundada [m²]**	**Altura desde base embalse [m]**	**Z Espejo [msnm]**	**Volumen Embalsado [Mm³]**	**Superficie Inundada [m²]**	**Altura desde base embalse [m]**
556.49	0	0	0.00	630.06	108.66	3256172	73.57
556.57	0.01	26817	0.08	631.07	111.96	3308669	74.58
565.07	1.03	218155	8.58	632.5	116.73	3383710	76.01
575.57	5.13	598346	19.08	633.33	119.55	3427691	76.84
582.57	10.35	906851	26.08	634.26	122.76	3477377	77.77
587.57	15.48	1142946	31.08	635.26	126.25	3531319	78.77
591.57	20.46	1337525	35.08	636.02	128.95	3572701	79.53
598.07	30.24	1659297	41.58	636.46	130.52	3596819	79.97
603.57	40.15	1933268	47.08	637.01	132.49	3626919	80.52
608.57	50.45	2181854	52.08	637.16	133.05	3635444	80.67
613.07	60.76	2404823	56.58	638.63	138.45	3717643	82.14
616.01	68.05	2550536	59.52	639.36	141.18	3759047	82.87
617.7	72.42	2634196	61.21	640.23	144.47	3808935	83.74
618.44	74.37	2670860	61.95	641.04	147.58	3855943	84.55
619.08	76.09	2702593	62.59	642.1	151.71	3918324	85.61
620.22	79.19	2759185	63.73	642.7	154.07	3954092	86.21
620.98	81.29	2796875	64.49	643.51	157.3	4002929	87.02
621.01	81.37	2798218	64.52	644	159.28	4032791	87.51
622.01	84.19	2848285	65.52	644.34	160.66	4053658	87.85
623.05	87.17	2900178	66.56	645	163.36	4094515	88.51
624.1	90.22	2952637	67.61	645.26	164.43	4110740	88.77
625.17	93.4	3006499	68.68	646.25	168.55	4173220	89.76
625.69	94.96	3032684	69.20	646.66	170.27	4199430	90.17
626.06	96.09	3051590	69.57	646.83	170.99	4210356	90.34
627.17	99.5	3107952	70.68	647	171.71	4221317	90.51
628.03	102.18	3151753	71.54	647.13	172.26	4229724	90.64
629.18	105.83	3210739	72.69	647.39	173.37	4246598	90.90





A partir de los datos otorgados se graficaron las curvas correspondientes para tener una correlación de variación de altura, volumen y espejo de agua para la simulación.

5.2.2 Normas (J.V.R.H.A para E.S.J.)

A principios de cada año hidrológico(abril) se determina la situación de abastecimiento a los canales de regadío desde el embalse Santa Juana.

La información de operación real del embalse fue proporcionada por la JVRHA, los datos hidrológicos fueron proporcionados por la DGA y rellenados a partir de relaciones estadísticas detalladas en ANEXO C. La demanda de riego fue proporcionada por el estudio DGA “Estimaciones De Demanda De Agua Y Proyecciones Futuras. Zona I Norte. Regiones I A IV.” SIT 122 detallado en el ANEXO B.

5.3 Situaciones Hídricas establecidas en estatutos

5.3.1 Situación de Excedencia: (Artículo N°15)

La situación de excedencia, se producirá cuando el Embalse Santa Juana, este rebasando aguas excedentarias hacia el Río Huasco y en esta situación el conjunto de los canales de los cuatro Tramos de la Cuenca tendrá libre disponibilidad para captar aguas en sus respectivas bocatomas, por lo que se estima que los regantes utilizaran el total de la demanda expuesta en el ANEXO C.

5.3.2 Situación de Normalidad: (Artículo N°16)

La situación de normalidad, se producirá cuando el volumen embalsado en el Embalse Santa Juana, sea igual o superior a cien millones de metros cúbicos.

En situación de normalidad el volumen a extraer desde el Embalse Santa Juana, para los derechos superficiales del Tercer Tramo será de un máximo de cien millones de metros cúbicos.

Sin perjuicio de lo anterior, el directorio de la Junta, reunido en sesión ordinaria o extraordinaria, y siempre que se encuentre presente el setenta y cinco por ciento de los directores de la Junta, y por razones técnicas fundadas, podrá excepcionalmente acordar un volumen de extracción anual distinto y modificar el tiempo y la tributación de los ríos interiores.

El valor de acción para el tramo 4 es sólo referencial ya que para los canales del tramo 4 se reparte el agua a prorrata según lo que se tenga en el río (todo el tramo 4 funciona sólo con recuperaciones)

5.3.3 Situación de Falla Parcial (Artículo N° 17):

La situación de falla parcial, se producirá cuando el volumen embalsado en Santa Juana, al primero de abril de cada año, sea inferior a cien millones de metros cúbicos.

En esta situación, el volumen a extraer desde el Embalse Santa Juana, para el Tercer Tramo, podrá ser de un máximo equivalente a un setenta por ciento del volumen disponible que le corresponda en derecho, entendiéndose que el volumen disponible corresponde al volumen embalsado más la afluencia de recursos hídricos estimados en la Cuenca, para la temporada de riego.

Sin perjuicio de lo anterior, el Directorio de la Junta, con la aprobación del setenta y cinco por ciento de los directores presentes en reunión ordinaria o extraordinaria, podrán limitar y/o modificar la extracción desde el Embalse Santa Juana para el Tercer Tramo. Para el cuarto tramo se mantiene el criterio.

5.3.4 Situación de Falla Total (Artículo N°18):

La situación de falla total se producirá cuando los volúmenes embalsados en Santa Juana sean inferiores a trece millones de metros cúbicos, y en esta condición se considerará que el efecto de regulación del Embalse Santa Juana ha desaparecido y que el reparto de aguas en la Cuenca, debe realizarse de acuerdo a la distribución turnal tradicional e históricamente realizada en el Río Huasco y sus afluentes.

El Tercer Tramo aprovechará seis días del agua del Río Tránsito y su cuota de la Laguna Grande y las aguas de la Chica, si se usan, en la proporción indicada en este artículo y cinco días del agua del Carmen.

5.4 Modelo Operacional Del Embalse Santa Juana

La Junta de Vigilancia de la cuenca del Río Huasco y sus Afluentes tiene su jurisdicción en los cauces naturales desde la cordillera al mar, establecidos en los estatutos.

La estimación del volumen anual disponible, es conforme al modelo operacional que establece lo siguiente:

$$V_{disponible} = V_{Embalse\ Santa\ Juana} + V_{Produccion\ mínimo} - V_{Reservado\ para\ temporada\ siguiente}$$

$$V_{disponible}: Estimación\ del\ volumen\ disponible\ para\ ocupar\ en\ el\ año\ de\ estudio.$$

$$V_{Embalse\ Santa\ Juana}: Volumen\ del\ embalse\ a\ principio\ del\ año\ hidrologico$$

$$V_{Produccion\ minimo}: Volumen\ mínimo\ de\ producción\ en\ los\ últimos\ 15\ años = 65.5[Mm^3]$$

$$V_{Reservado\ para\ temporada\ siguiente}: Estimación\ del\ volumen\ mínimo\ al\ termino\ del\ año\ hidrológico = 13.5[Mm^3]$$

El volumen a repartir se ha considerado como un 90% del volumen disponible calculado con la fórmula anterior. Este factor incorpora una pérdida por evaporación a un 10% de todo el sistema. Este valor tiene el objetivo de ayudar a calcular la dotación permanente en un estado de falla parcial del embalse según las normas vigentes registradas por la JVRHA ante el CBR.

El volumen a repartir considerado para cada una de las situaciones de aplicabilidad para el modelo definidas por el embalse Santa Juana para la distribución hídrica conforme a derecho superficial consuntivo de ejercicio permanente y continuo de acuerdo a lo siguiente:

5.4.1 Situación de Normalidad:

Tramo 3

- Número de acciones = 7628.

- Dotación máxima de volumen a extraer 100 [Mm3] al año.
- Dotación por acción en metros cúbicos al año = 13109.
- Dotación por acción en litros por segundo permanente y continuo = 0.415.
- Dotación permanente y continua en metros cúbicos al mes = 8205287

5.4.2 Situación de Falla Parcial:

Tramo 3

- Número de acciones = 7628.
- Dotación máxima de volumen a extraer = 70% del volumen disponible de la cuenca al año y menor o igual a 100 [Mm3]
- Dotación por acción en metros cúbicos al año = Cociente entre la Dotación máxima de volumen a extraer y el número de acciones del tramo.
- Dotación por acción en litros por segundo = Dotación por acción en metros cúbicos al año expresada en litros por segundo.

5.4.3 Variables a ocupar y equilibrio hidrológico

El modelo se construyó en base a una simulación lineal en donde se utilizan las siguientes variables

$$Q_{a,n,m}: Caudal\ afluente\ al\ embalse\ en\ el\ mes\ n\ del\ año\ m[m^3]$$
$$Q_{e,n,m}: Caudal\ efluente\ del\ embalse\ en\ el\ mes\ n\ del\ año\ m\ [m^3]$$
$$V_{i,n,m}: Volumen\ inicial\ del\ embalse\ en\ el\ mes\ n\ del\ año\ m\ [m^3]$$
$$V_{f,n,m}: Volumen\ final\ del\ embalse\ en\ el\ mes\ n\ del\ año\ m\ [m^3]$$
$$R_{n,m}: Rebase\ del\ embalse\ en\ el\ mes\ n\ del\ año\ m\ [m^3]$$
$$I_{n,m}: Infiltración\ del\ embalse\ en\ el\ mes\ n\ del\ año\ m\ [m^3]$$
$$E_{n,m}: Evaporación\ del\ espejo\ de\ agua\ del\ embalse\ en\ el\ mes\ n\ del\ año\ m\ [m^3]$$
$$V^{+}: Volumen\ entrante\ al\ embalse\ [m^3]$$
$$V^{-}: Volumen\ saliente\ del\ embalse\ [m^3]$$

En todos los casos anteriores para n=1,2,3,…,12 y m=1,2,3,…,32.

La variable de infiltración se utilizó solamente para la calibración del modelo, ya que para el análisis completo se consideró que su aporte a la variación volumétrica de agua del embalse era muy bajo, esto se debe a que el fondo se obstruye con el sedimento que llega con el caudal afluente, y a que el acuífero bajo de este se satura haciendo tender la infiltración a cero.

La ecuación de equilibrio para un mes cualquiera fue la siguiente.

Ecuación 5.1. Equilibrio para un mes cualquiera en la simulación de operación

$$V_{i,n,m} + V^{+} = V^{-} + V_{f,n,m}$$

Siendo.

$$V^{+} = Q_{a,n,m}$$

$$V^{-} = Q_{e,n,m} + R_{n,m} + I_{n,m} + E_{n,m}$$

La continuidad en el tiempo se define por la relación.

$$V_{f,n,m} = V_{i,n+1,m} \qquad para\ 1 \leq n \leq 11$$

$$V_{f,n,m} = V_{i,1,m+1} \qquad para\ n = 12$$

La demanda utilizada se extrajo del documento DGA "Estimaciones De Demanda De Agua Y Proyecciones Futuras Zona I Norte. Regiones I a IV, SIT N° 122" y se presenta en el ANEXO C.

Para la evaporación se utilizó el documento "CNR Cálculo Y Cartografía De La Evapotranspiración Potencial En Chile" presentado en el ANEXO C.

Para cada mes se hace una variación en la cota de agua del embalse utilizando las normas y las relaciones antes mencionadas, con ello se genera la simulación.

5.4.4 Calibración del modelo actual

Para visualizar lo que ocurre con la simulación, se ocupa la normativa vigente de operación del embalse y se hace una comparación entre los volúmenes históricos y los que se calculan a través de la simulación.

A continuación, se muestran los resultados de variación de volumen del embalse con el volumen histórico original.

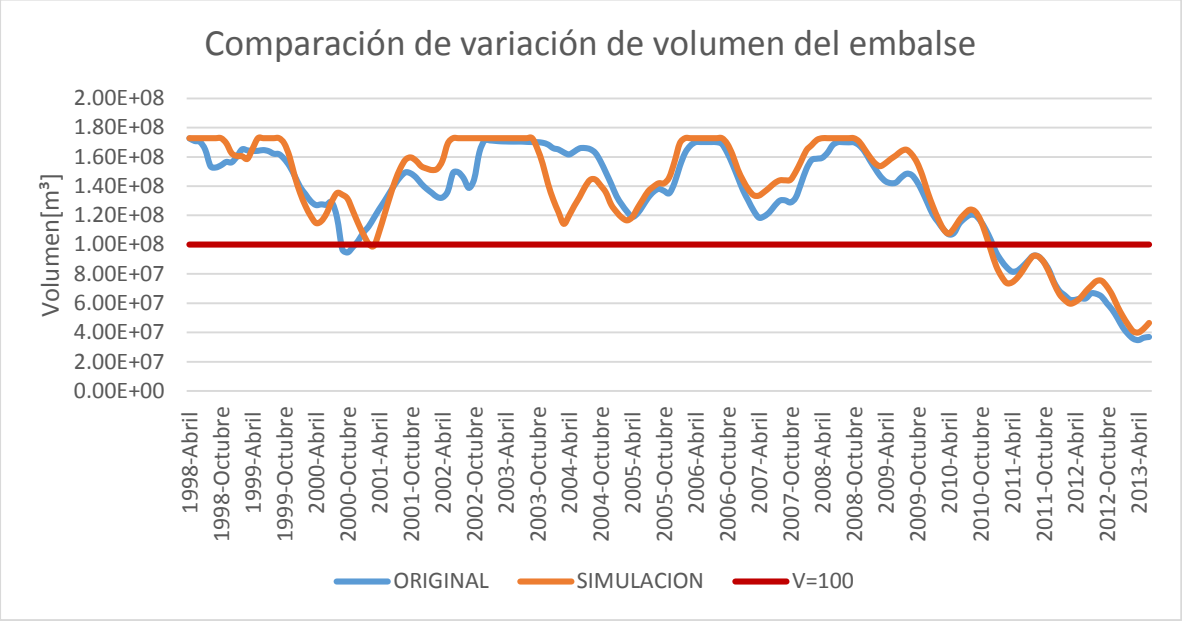


Gráfico 5.1. Comparación de volúmenes embalsados. Realidad vs simulación. Fuente Propia

Cabe destacar que los estatutos que rigen las normas del embalse fueron inscritos en el CBR en agosto del 2004, por lo que coincide con la mejoría de la curva después de esa fecha. Igualmente, la seguridad de almacenamiento de la simulación es la misma que se obtuvo con los datos históricos facilitados por la JVRHA.

La seguridad de almacenamiento se considera como la cantidad de años, en que, en alguno de los 12 meses, el volumen de agua del embalse fue inferior a los 100[Mm³]. A la cantidad de años que se considera en el criterio descrito, se le llamará "N° de déficit anual".

Tabla 5.2. Comparación de déficit entre simulación y caso real. Fuente Propia

Datos	N° de déficit anual	Seguridad de almacenamiento
ORIG	2	84.62%
SIM	2	84.62%

En donde la seguridad de almacenamiento se define y se calcula de la siguiente forma.

Ecuación 5.2. Seguridad de almacenamiento

$$S.A. = 1 - \frac{N° \ de \ deficit \ anual}{N° de \ años \ de \ estudio}$$

5.4.5 Sistema actual y extensión de datos

Para obtener mejores resultados, se toma el modelo calibrado y se simulan 32 años de operación, desde 1980 a 2012.

Para rellenar la estadística faltante de 1980 a 1997 de la entrada al embalse se utilizan correlaciones con curvas doblemente acumuladas, usando los caudales específicos de estaciones con buen coeficiente de correlación de Pearson (cercano a 1) con los datos de entrada de agua al embalse proporcionados por la JVRHA.

Para rellenar los datos faltantes del caudal afluente al embalse se utilizan las estaciones cercanas aguas arriba del embalse, se utiliza el caudal específico para construir las curvas dobles acumuladas. Se utilizaron las estaciones río Huasco en Algodones (Código BNA: 03820001-1), río Tránsito antes junta río Carmen (Código BNA: 03806001-5), río Carmen en Ramadillas (Código BNA: 03815001-4) y río Tránsito en Angostura Pinte (Código BNA: 03804002-2). Finalmente, mediante correlación de Pearson de los caudales medios anuales se determinaron las tres estaciones que se utilizaron para construir el patrón.

Tabla 5.3.Coeficiente de correlación de Pearson para las distintas estaciones. Fuente Propia

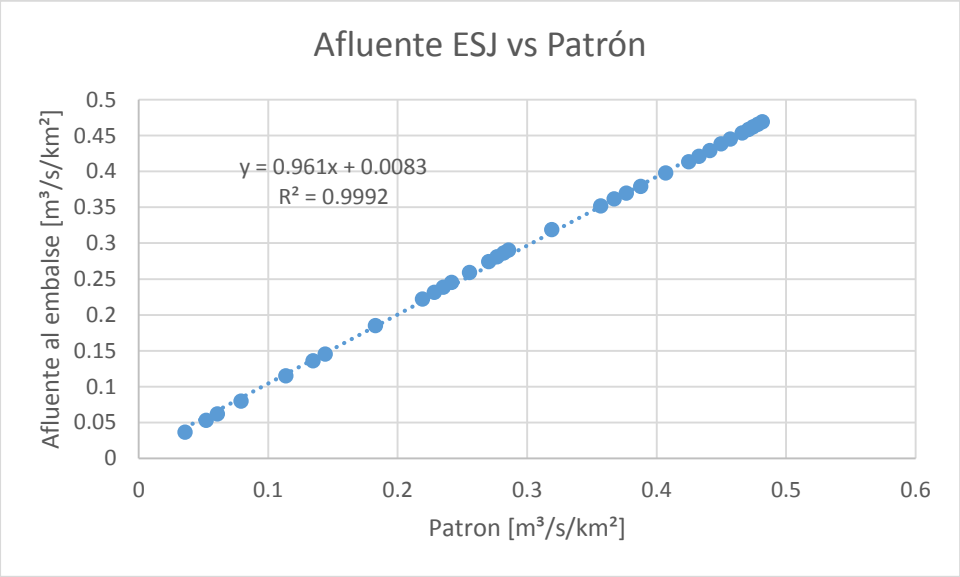
Estaciones	R.H. Algodones	R.T.A. J. Carmen	R.T.Angostura de Pinte	R.C. en Ramadillas
PEARSON	0.99035779	0.98276873	0.986849138	0.98890514

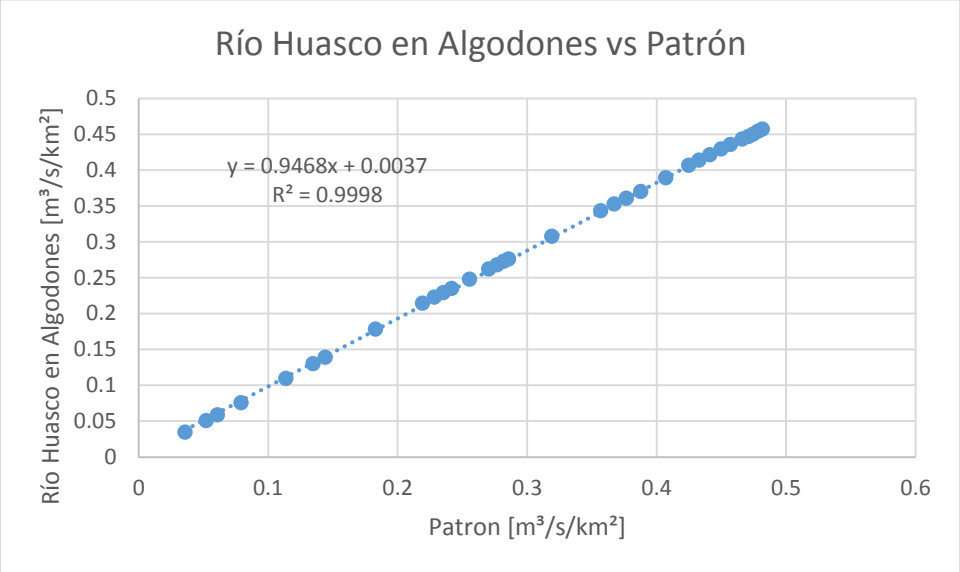
Los caudales fueron calculados de la siguiente forma:

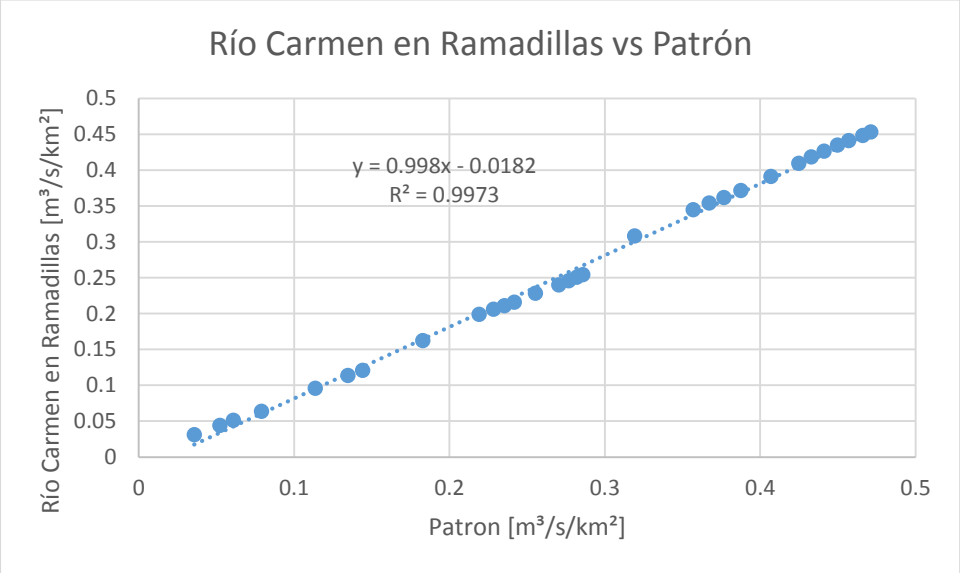
Ecuación 5.3.Cálculo de caudal para relleno estadístico

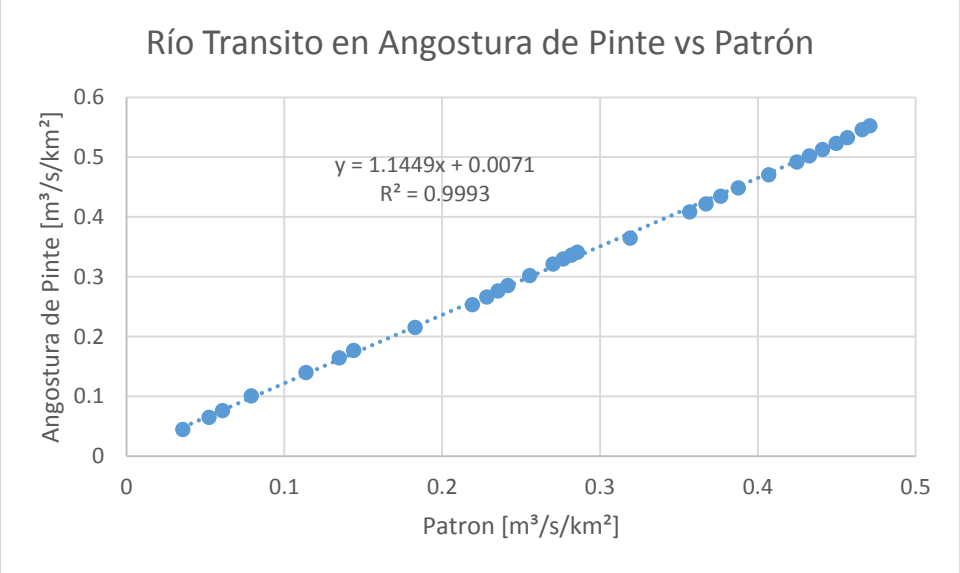
$$\frac{Q_{afluESJ}}{A_{afluESJ}} = \left(\frac{Q_1}{A_1} + \frac{Q_2}{A_2} + \frac{Q_3}{A_3}\right)\frac{1}{3}$$

El relleno de los datos se adjunta en el ANEXO C y las curvas dobles acumuladas del caudal específico se presentan a continuación.









Las tablas de datos rellenados se encuentran en el ANEXO C.

5.5 Sistema De Recarga De Acuífero Propuesto

Se comprueba, en la planilla Excel (Grafico 7.1) utilizada, que para la simulación con una extracción de 0,8 [m³/s], durante el período de invierno (Mayo - Septiembre), no existe variación en el número de fallas parciales y se mantiene su seguridad almacenamiento.

Se explica el sistema de recarga para cada situación anual del embalse.

5.5.1 Situación de excedencia

Se inyecta 0.8[m³/s] a los acuíferos del rebase a los sectores previamente seleccionados proporcionalmente hasta que se complete lo previsto. Durante los meses que no existe rebase del embalse y un volumen inicial embalsado de más de 120 [Mm³] se extrae 0,8 [m³/s] durante el período de invierno. Se distribuye el recurso proporcionalmente al área de influencia de infiltración de cada sector.

5.5.2 Situación de Normalidad

Se inyecta 0.8[m³/s] extraído previamente desde el embalse, siempre y cuando el volumen de agua del embalse supere los 120 [Mm³] a principio de mes durante el período de invierno. Igualmente, como en la situación anterior se reparte el recurso proporcionalmente en los sectores seleccionados para infiltración.

5.5.3 Situación de Falla Parcial

No existe inyección de agua, salvo que ocurra un evento inusual que haga rebasar el embalse en algún mes, por lo que se procedería a inyectar el excedente.

5.6 Implicaciones En La Recarga

Para saber cuánto recurso existe disponible a inyectar según la información del nivel estático se utiliza la siguiente ecuación.

Ecuación 5.4. Relación entre subida de nivel freático y volumen saturado.

$$\Delta h = \frac{Volumen\ saturado}{Area\ de\ recarga}$$

Y.

Ecuación 5.5. Relación entre volumen de agua y volumen saturado

$$\frac{Volumen\ de\ agua}{s} = Volumen\ saturado$$

En donde:

- Δh: subida del nivel freático (m).
- Volumen saturado: volumen de agua y sedimento (m³).
- Área de recarga: área considerada para almacenamiento (m²).
- Volumen de agua total: corresponde al volumen de agua considerado a infiltrar (m³).
- s: coeficiente de almacenamiento (%).

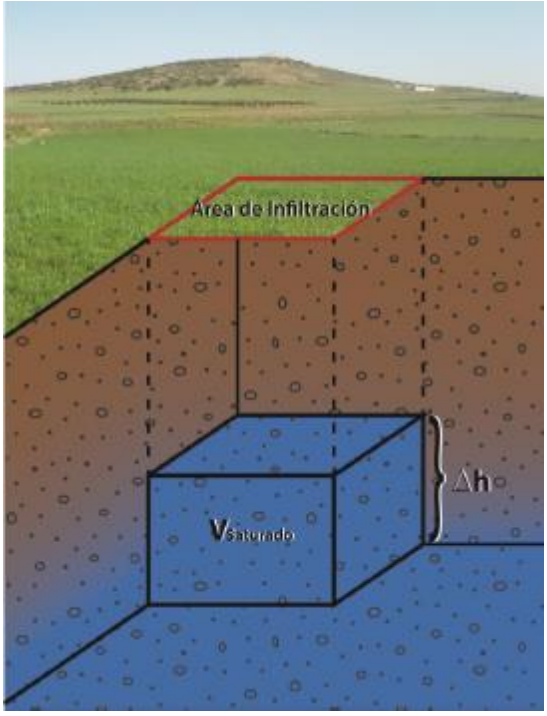


Figura 5.2: Figura explicativa de cómo se calcularía el volumen saturado infiltrado en las zonas de inyección.

Se hizo la distribución en los acuíferos de la siguiente forma y se muestra la distribución del caudal de infiltración a todas las zonas que en total suma 0.8 [m³/s]

Tabla 5.4.Tabla de resumen por zona para simulación. Fuente Propia.

Zona	Área de Inyección [m²]	Coeficiente almacenamiento s	Δ altura [m]	Volumen infiltrado [m³]	Caudal a infiltrar [l/s]	% del total volumen infiltrado
1	1308665	12.00%	5	785199	48.4	6%
2	17921506	8.00%	5	7168602.4	442.1	55%
3	5420732	8.00%	5	2168292.8	133.7	17%
4	5696698	10.00%	5	2848349	175.7	22%
TOTAL	30347601			12970460.5	800.0	

Se considera un coeficiente de almacenamiento más conservador que lo expuesto por la DGA, por seguridad, debido a que los sitios de infiltración podrían tener un peor valor que lo expuesto por la institución.

5.7 Reglas De Operación De Abastecimiento A Los Regantes Desde Acuífero

Se hace una propuesta para la inyección de agua al acuífero. Ese recurso se utilizará para reducir la cantidad de fallas parciales establecidas en el reglamento del embalse. Esto se hace para demostrar que, al tener el recurso disponible almacenado, puede mitigar los efectos de los períodos secos.

Para la simulación, la extracción del recurso, desde los pozos hacia los regantes, se lleva a cabo cuando el volumen de agua contenido en el embalse Santa Juana está en el límite inferior de la situación de normalidad de 100 [Mm^3] y existe agua previamente infiltrada en el acuífero, para ello se lleva registro de lo inyectado.

Cabe destacar que, al utilizar el agua del acuífero para abastecer la dotación mensual de los regantes, se consideró que un 29% se vuelve a inyectar por efectos de percolación de ese sitio, esta información fue aportada por la DGA (Knight Piesold S.A., 2013).

A continuación, se indica el uso del recurso recargado con cada situación anual reglamentaria del embalse.

5.7.1 Situación de Excedencia

Si existe algún mes en donde se consuma agua hasta que el embalse baje los 100[Mm^3] de volumen contenido, se utiliza el agua del pozo hasta mantener el nivel del embalse en ese mismo limite. Abasteciendo completamente la demanda de ese mes (ANEXO C).

5.7.2 Situación de Normalidad

Al igual que la situación anterior, si existe algún mes en el que se llegue al límite de los 100[Mm^3], se abastecerá con la cantidad de agua faltante para que no baje el nivel del embalse. Se entregará recurso de lo faltante proporcionalmente a lo que se requiere en el mes según su dotación anual expuesto en la sección 7.4.1.

5.7.3 Situación de Falla Parcial

En esta situación, se buscará abastecer agua desde los pozos hasta que en el embalse supere los 100[Mm^3], teniendo en cuenta que los regantes solamente obtendrán una dotación según lo expuesto en la sección 7.4.2.

5.7.4 Situación de Falla Total

Para que se alcance esta situación no debe existir excedente de agua inyectada.

5.8 Resultados

Se hace la simulación, sin y con proyecto. A continuación, se muestra un pequeño resumen de las situaciones mencionadas y sus resultados.

Sin proyecto:

Es la situación en la que se presenta la simulación con las reglas de operación originales de la JVRHA que se utilizan desde agosto del 2004 y se especifican en la sección 7.4

Con proyecto:

Esta es la situación donde se propone que, para ciertas condiciones, se pueda infiltrar agua al acuífero con el fin de utilizarla en períodos de déficit. Se utilizan las normas de operación descritas en la sección 7.4 y se le agrega la proposición para manejar la extracción del embalse al acuífero y del acuífero a los regantes en las secciones 5.5 y 5.7 respectivamente.

Se presentan dos gráficas comparativas. La primera muestra la variación de volúmenes embalsados con y sin proyecto con la información del ANEXO E, mientras la segunda muestra una comparación entre demanda y oferta del embalse complementado con el acuífero construido con el ANEXO G. La figura 5.4 contiene la cantidad de agua demandada según la regla de operación utilizada por el embalse, esto se define a principios del año hidrológico y se explica en las secciones 5.3 a 5.4.

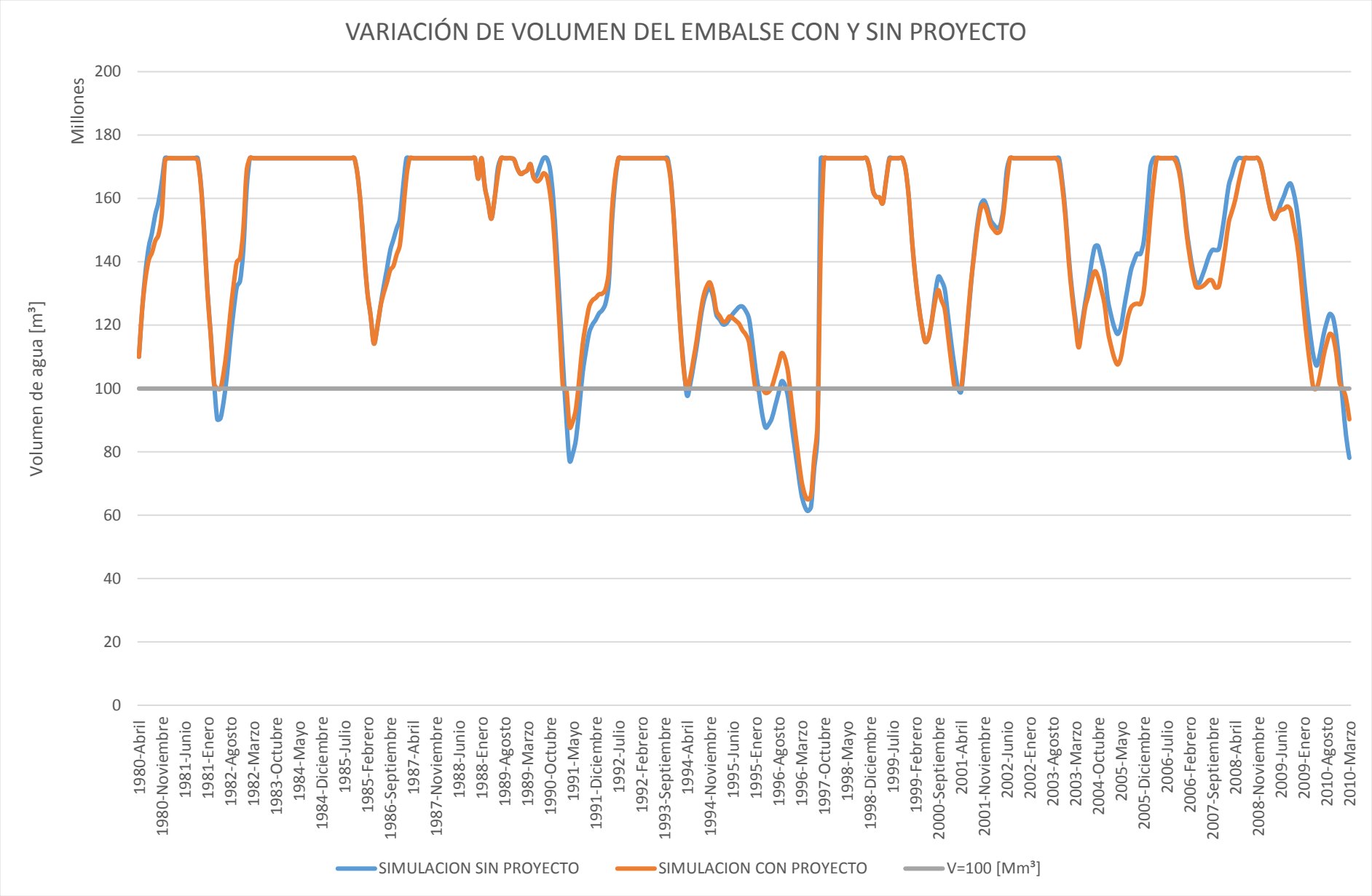


Gráfico 5.2. Variación de volumen del embalse. Fuente Propia

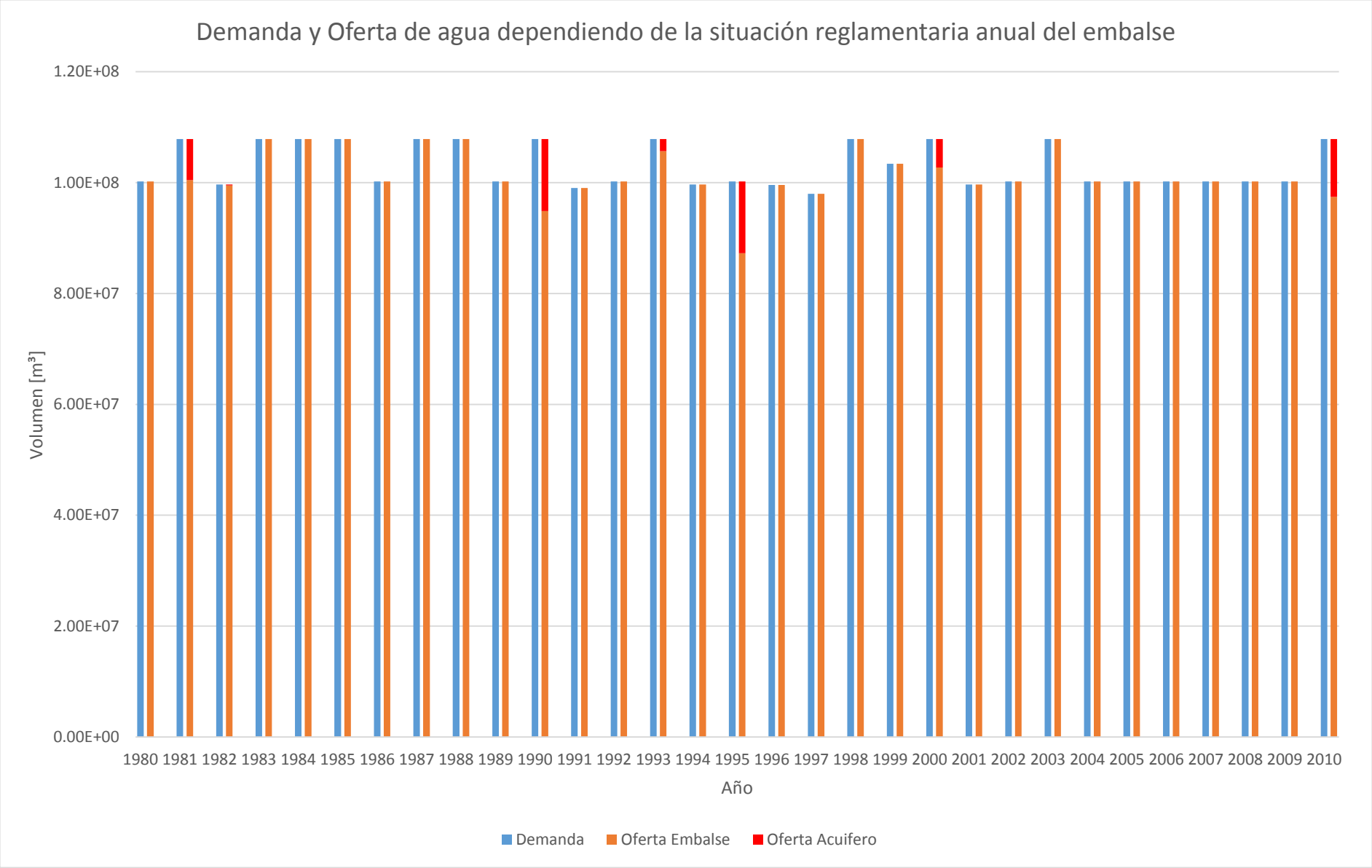


Gráfico 5.3. Oferta y Demanda con respecto a la situación hídrica Fuente Propia

La seguridad de almacenamiento aumenta con el proyecto. En el cálculo del valor mostrado a continuación, se toma en consideración un rango de 31 años, esto se debe a que en los últimos años (2011-2012) existe una anormalidad hídrica por lo que no sería representativo para este tipo de estudio.

Tabla 5.5.Resultados comparativos de simulación. Fuente Propia

Datos	N° de déficit anual	Seguridad de Almacenamiento
Sin proyecto	10	67.74%
Con proyecto	6	80.65%

Nota: La seguridad de almacenamiento es considerada como la cantidad de años, donde, en alguno de los 12 meses del año hidrológico, el volumen de agua del embalse fue inferior a los 100[Mm³]. A la cantidad de años que se considera en el criterio descrito, se le llamará "N° de déficit anual". Y donde la seguridad de almacenamiento es $1 - \frac{N° \, de \, deficit \, anual}{N° de \, años \, de \, estudio}$.

En el caso sin proyecto, cabe indicar que, en los años 1981, 1982, 1990, 1991, 1993, 1995, 1996, 1997, 2000 y 2010 se producen situaciones de déficit anual (Volumen final del embalse < 100[Mm³] en al menos uno de los meses del año hidrológico). Para la simulación con proyecto, los déficits anuales se presentan en 1990, 1991,1995,1996, 1997 y 2010. La reducción del N ° de déficit anual se logra utilizando el recurso almacenado en los acuíferos para suplir la demanda anual establecida según las reglas de operación del Embalse Santa Juana.

Con este resultado se muestra que potencialmente teniendo una buena administración del recurso utilizando los acuíferos para inyectar y almacenar el recurso en los años de excedencia, permite el aprovechamiento en períodos más secos.

5.8.1 Curva de variación estacional

Para complementar el estudio se construye una curva de variación estacional con las dotaciones que genera el embalse contando los rebases. Se hace una comparación con la demanda actual de riego y se hace evidente que la demanda no puede ser cumplida a su totalidad en todos los años, por lo mismo se tiene una dotación reglamentaria que varía según la situación del embalse al inicio del año hidrológico.

Sin Proyecto [m³/s]:

Tabla 5.6. Variación estacional sin proyecto. Fuente propia.

T[años]	Pexc	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
20	5%	19.54	16.11	13.66	12.58	12.26	14.28	23.08	59.10	81.85	67.31	35.53	22.33
10	10%	13.21	11.41	10.55	11.30	11.40	12.13	16.32	32.25	42.28	30.02	20.05	16.57
5	20%	8.91	9.04	8.34	7.87	7.13	6.86	7.98	9.36	18.54	21.40	13.95	11.01
4	25%	7.37	7.97	7.21	7.61	6.47	5.70	6.95	8.39	12.15	9.17	8.95	7.63
3	35%	6.11	4.72	6.38	6.46	6.14	5.25	6.67	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63

2	50%	3.17	3.17	3.57	3.38	3.53	4.02	3.37	4.24	4.93	6.60	7.67	7.26
1.5	65%	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17	3.37	4.24	4.93	4.63	4.42	3.86
1.2	85%	2.71	2.05	1.58	1.50	1.57	2.17	3.03	3.81	4.43	4.36	4.16	3.63
1.1	95%	2.21	1.67	1.29	1.22	1.28	1.84	2.57	3.23	3.76	3.53	3.36	2.93
	Dda	6.11	4.61	3.57	3.38	3.53	4.79	6.67	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63

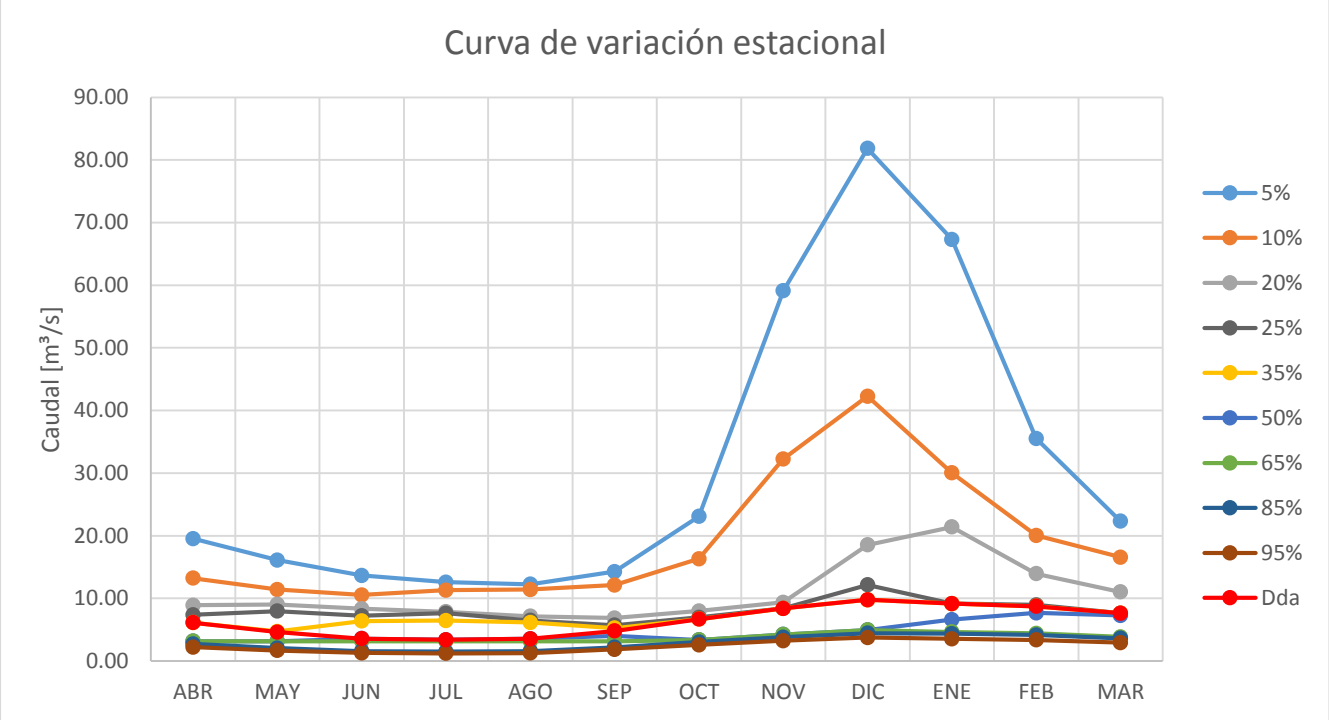


Gráfico 5.4. Curva de variación estacional sin proyecto. Fuente propia

Con proyecto [m³/s]:

Tabla 5.7.Variación estacional con proyecto. Fuente propia.

T[años]	Pex	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
20	5%	19.54	16.11	13.66	12.58	12.26	13.64	23.08	59.10	81.93	67.39	35.61	22.39
10	10%	13.21	11.41	10.55	11.30	11.40	10.00	16.35	32.31	42.28	30.02	20.05	16.57
5	20%	8.91	9.04	8.34	7.87	7.13	6.01	7.98	9.36	18.48	21.40	13.95	11.01
4	25%	7.37	7.97	7.21	7.61	6.47	5.59	6.95	8.39	12.15	9.30	8.95	7.63
3	35%	6.11	4.69	6.36	6.46	6.14	5.59	6.67	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63
2	50%	3.17	3.97	3.97	4.18	4.33	4.02	3.37	4.24	4.93	6.60	6.29	7.26
1.5	65%	3.17	3.17	3.93	3.97	3.97	3.97	3.37	4.24	4.93	4.63	4.42	3.86
1.2	85%	2.92	2.20	1.71	1.62	1.69	2.31	3.22	4.05	4.71	4.42	4.21	3.68
1.1	95%	2.29	1.72	1.33	1.27	1.32	2.00	2.78	3.50	4.07	3.82	3.64	3.18
	Dda	6.11	4.61	3.57	3.38	3.53	4.79	6.67	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63

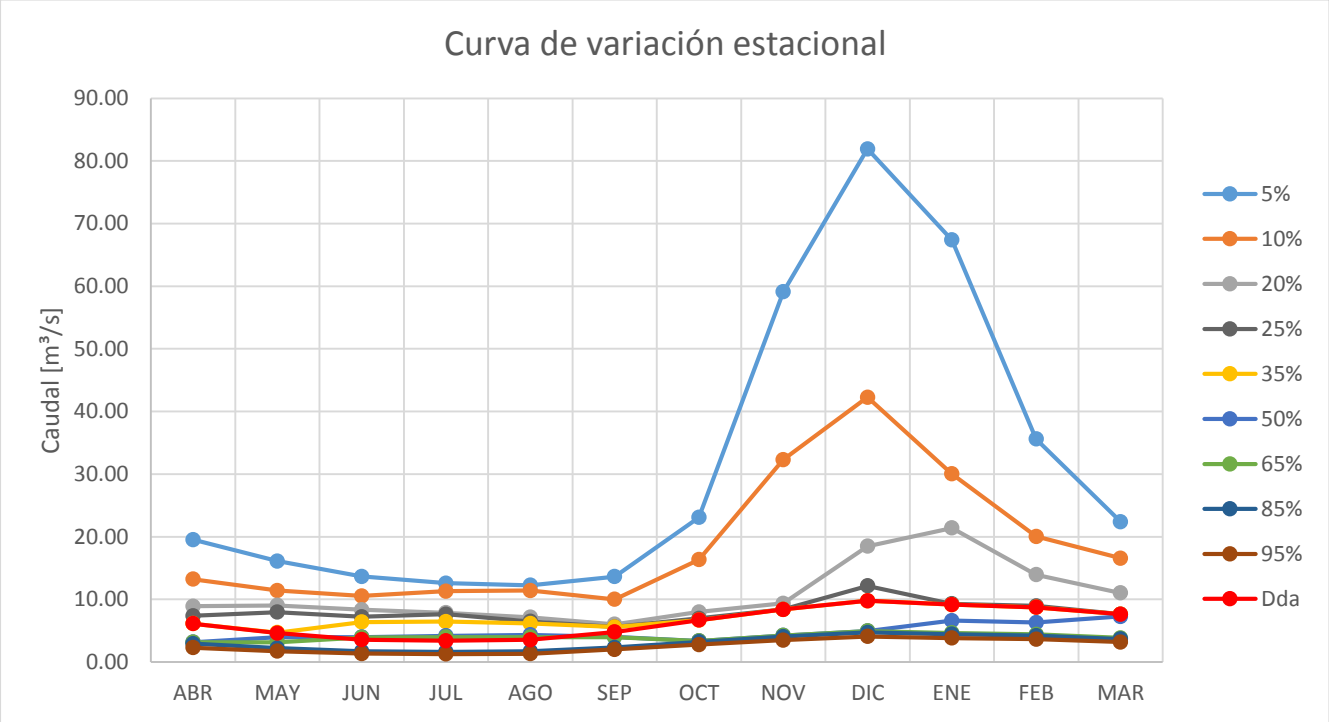


Gráfico 5.5.Curva de variación estacional con proyecto. Fuente propia

Se muestra que al menos para una probabilidad de excedencia del 20% se cumplen las condiciones para operar el proyecto, con ello se comprueba que incluso la cantidad de agua a infiltrar podría ser mayor a lo que se tiene estipulado.

En la siguiente tabla se indica el volumen total infiltrado en el período 1980-2010. Asimismo, se indica qué porcentaje proviene tanto de la utilización del rebase, como de la regla de operación propuesta (Volumen inicial mensual de embalse>120[Mm³] en situación de excedencia o normal) que se almacena en el acuífero.

Tabla 5.8. Infiltración total. Fuente Propia

Tipo obtención de recurso a inyectar	Volumen total inyectado en simulación [m³]	Porcentaje
Regla propuesta	104825155	29%
Rebase de Embalse	254390259	71%
TOTAL	359215413.6	

Se verifica que la mayor cantidad de agua a infiltrar proviene de los rebases del embalse.

6 INYECCIÓN Y DISEÑO

Para que se pueda almacenar la cantidad de agua acordada es necesario diseñar y saber el número de pozos mínimos que se necesitan por zona para poder abastecer suficiente recurso.

El caudal principal a inyectar se divide y distribuye según la capacidad de almacenamiento previamente definida.

Para la inyección se utilizan pozos profundos debido a la conectividad instantánea que tiene al acuífero y por su capacidad de infiltración. Se aplica el método de Lefranc para saber el número de pozos necesarios para tener la recarga deseada:

Ecuación 6.1. Ecuación de Lefranc para calcular caudal

$$Q = k * C * hm$$

Cada variable es:

Q: caudal inyectado [m3/día]
k: conductividad hidráulica [m/día]
C: factor de forma [m]
hm: altura de agua por encima del nivel estático [m]

El factor de forma (C) en un pozo (L>>>d), se calcula con la siguiente ecuación:

Ecuación 6.2. Factor de forma para la ecuación de Lefranc

$$C = \frac{2\pi L}{ln\left(\frac{2L}{d}\right)}$$

Donde:

L: Longitud de la zona filtrante [m]
d: diámetro del sondaje [m]

Los pozos se ponen a una distancia de al menos 20 [m] de distancia en cada batería. En las zonas grandes se propone tener más de una batería de pozos.

A continuación, se presentan las propuestas de pozos por zona, en donde no se considera una variación del nivel estático ya que queda fuera del alcance de este estudio, por lo que se asume que al subir el nivel freático del acuífero disminuirá en un pequeño porcentaje la capacidad de entrada de caudal. La captación se hace desde los canales de riego y se utiliza el desnivel para mover el agua a las baterías. La configuración de los pozos por batería

se propone de tal forma que cada uno tenga la misma altura por batería. El ancho del canal alimentador y el diámetro del pozo mostrados en las imágenes satelitales no están a escala.

A continuación, se muestra un esquema del pozo a construir.

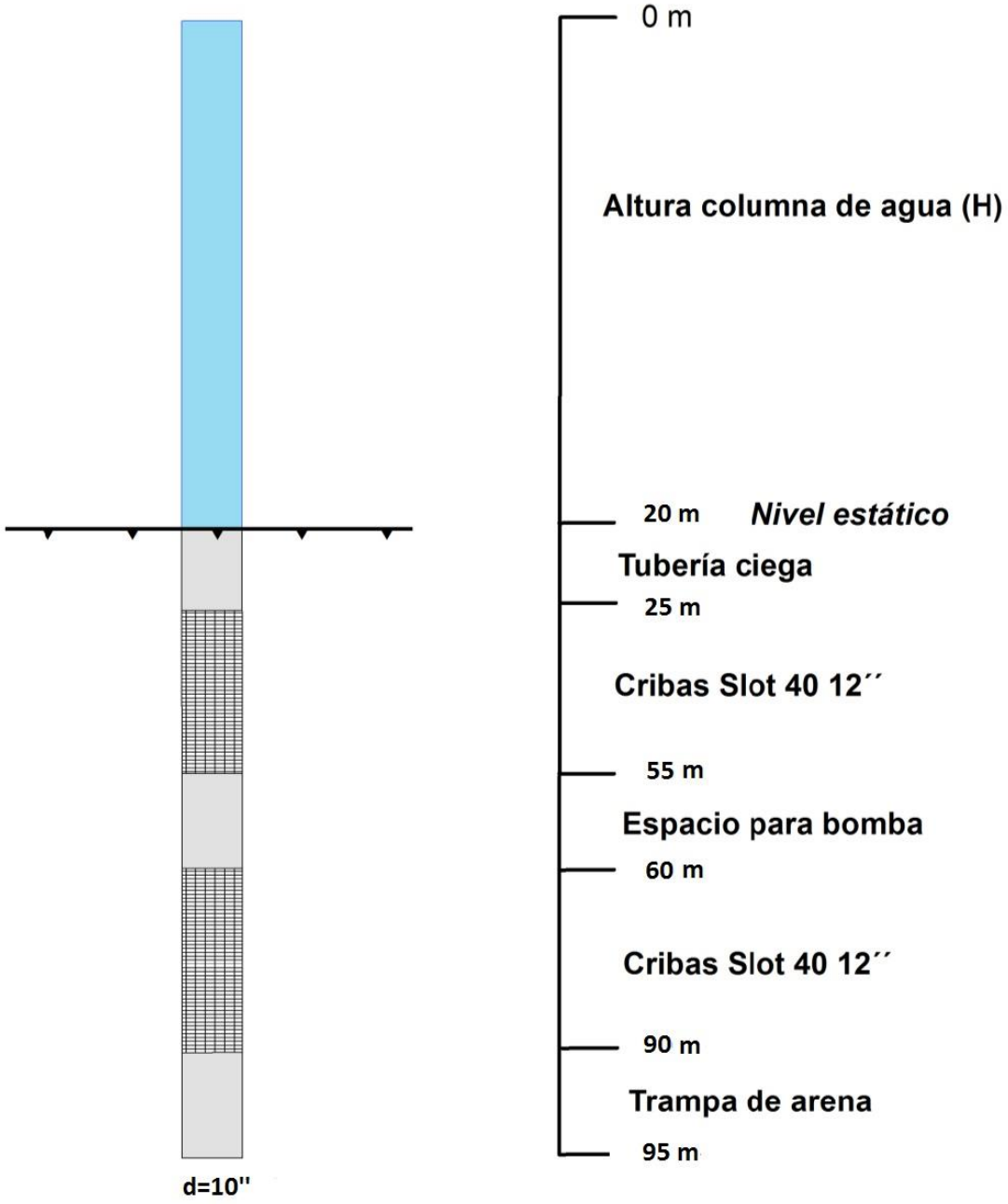


Figura 6.1: Esquema de pozo. Fuente Propia

6.1 Propuesta De Pozos En Zona 1

Q llegada [l/s]	L[m]	d. interno [m]	k [m/dia]	H[m]	C	Qpozo [m³/dia]	Qpozo [l/s]	Nro pozos
43.24	60	0.254	4.32	20	15.31	1322.36	15.31	3

La batería tiene la siguiente área.

1 A=3386 [m²]

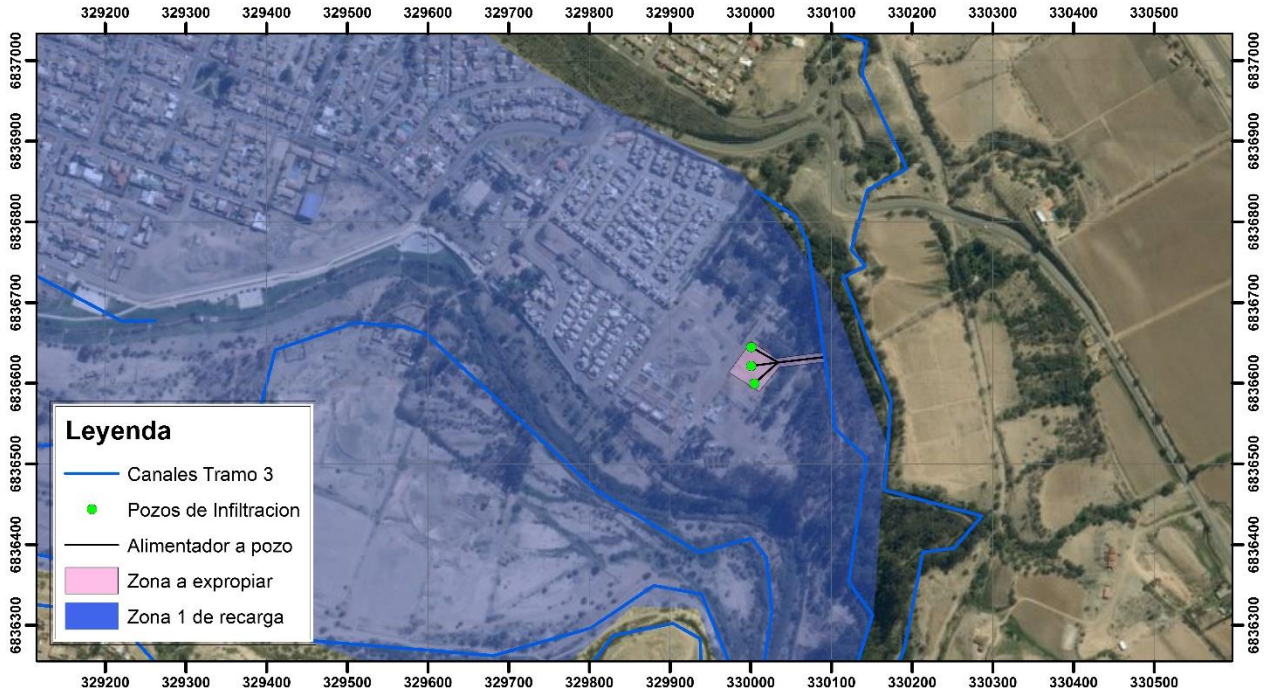


Figura 6.2: Batería de pozos zona 1. Fuente: Propia

6.2 Propuesta De Pozos En Zona 2

Q llegada [l/s]	L[m]	d. interno [m]	k [m/dia]	H[m]	C	Qpozo [m3/dia]	Qpozo [l/s]	Nro pozos
460.58	60	0.254	4.32	20	15.31	1322.36	15.31	31

Las 6 baterías tienen las siguientes áreas:

1. A=28477 [m²]
2. A=12703 [m²]
3. A=9900 [m²]
4. A=8103 [m²]
5. A=4542 [m²]
6. A=6740 [m²]

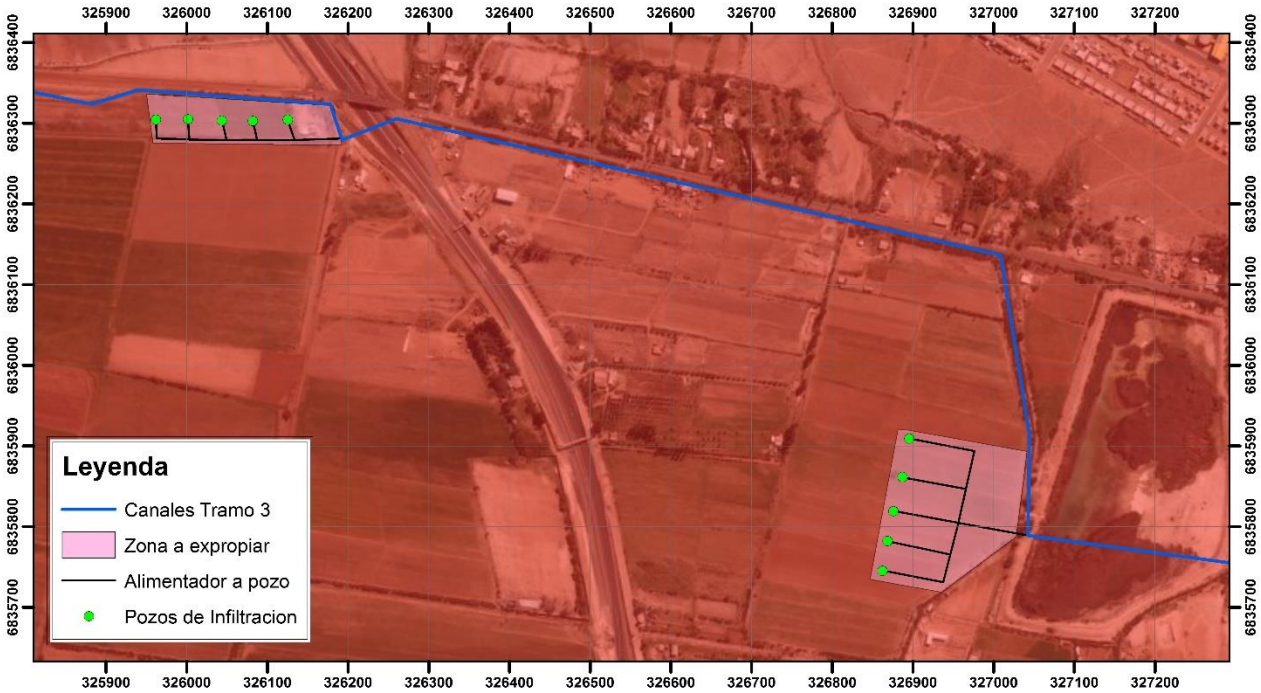


Figura 6.3. Baterías 1 y 2 de la zona 2. Orden de derecha a izquierda. Fuente: Propia

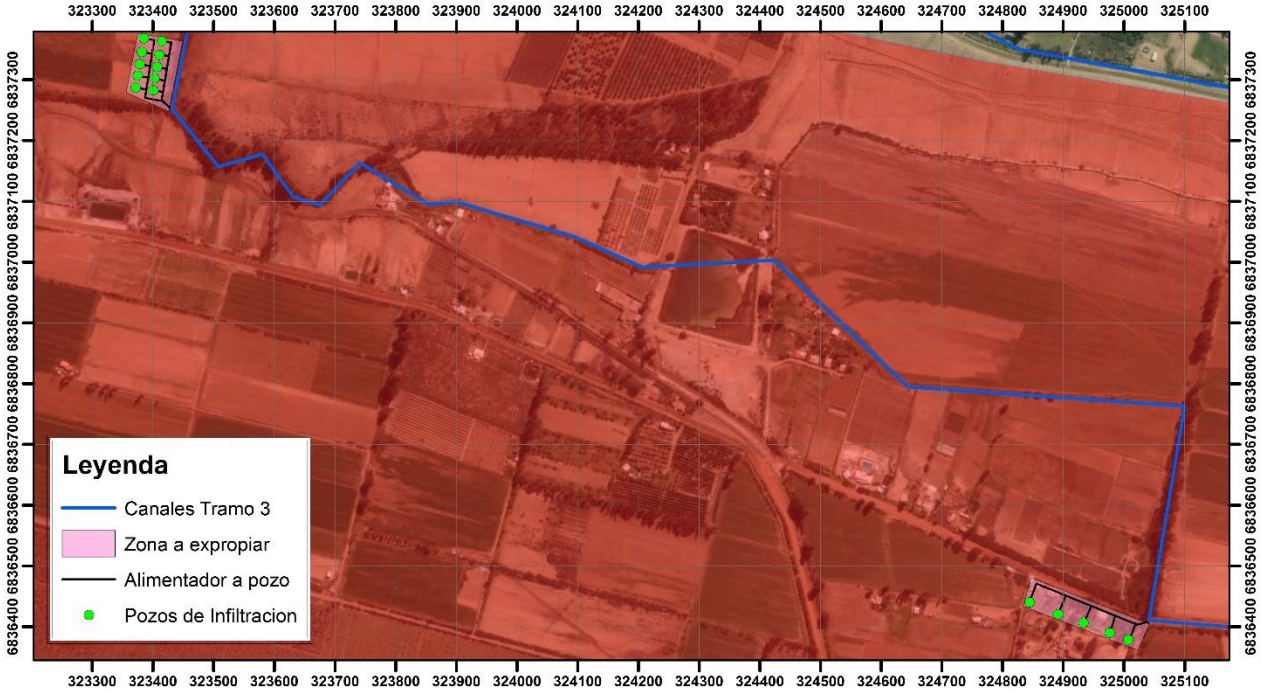


Figura 6.4. Baterías 3 y 4 de la zona 2. Orden de derecha a izquierda. Fuente: Propia

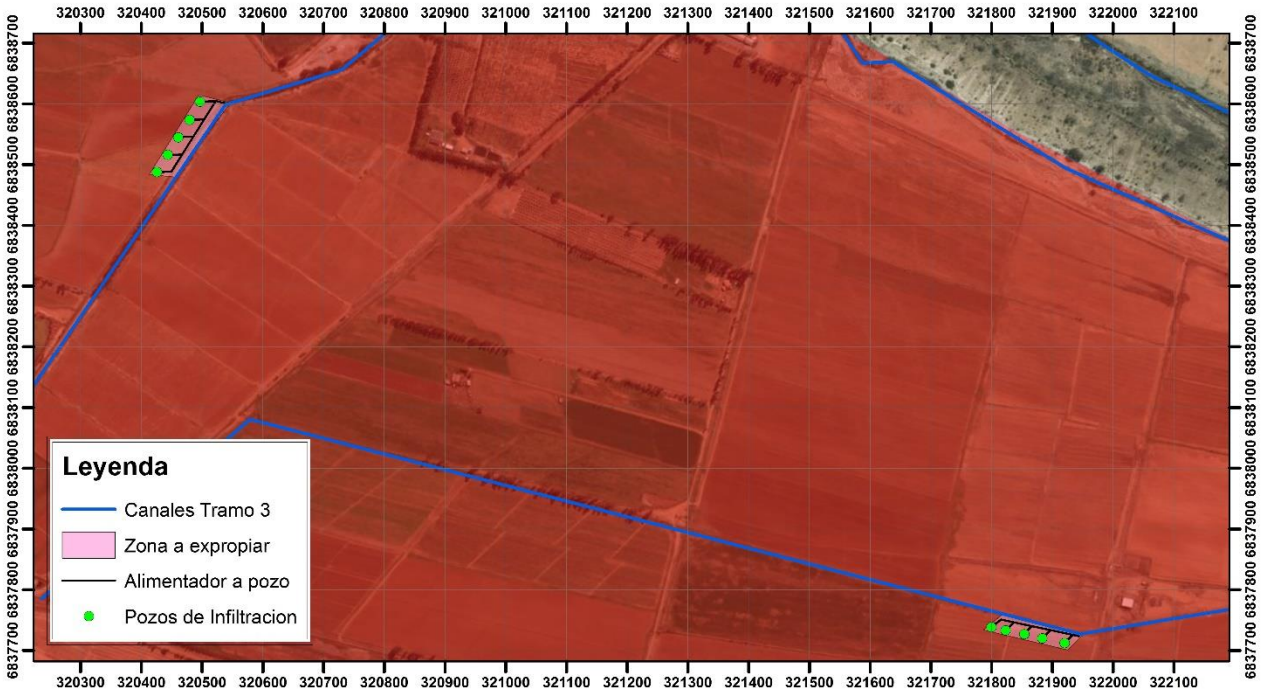


Figura 6.5.Baterias 5 y 6 de la zona 2. Orden de derecha a izquierda. Fuente: Propia

6.3 Propuesta De Pozos En Zona 3

Las 3 baterías tienen las siguientes áreas:

1 A=3425 [m²]

2 A=3178 [m²]

3 A=9458 [m²]

Q llegada [l/s]	L[m]	d. interno [m]	k [m/día]	H[m]	C	Qpozo [m3/día]	Qpozo [l/s]	Nro pozos
139.31	60	0.254	4.32	20	15.31	1322.36	15.31	10

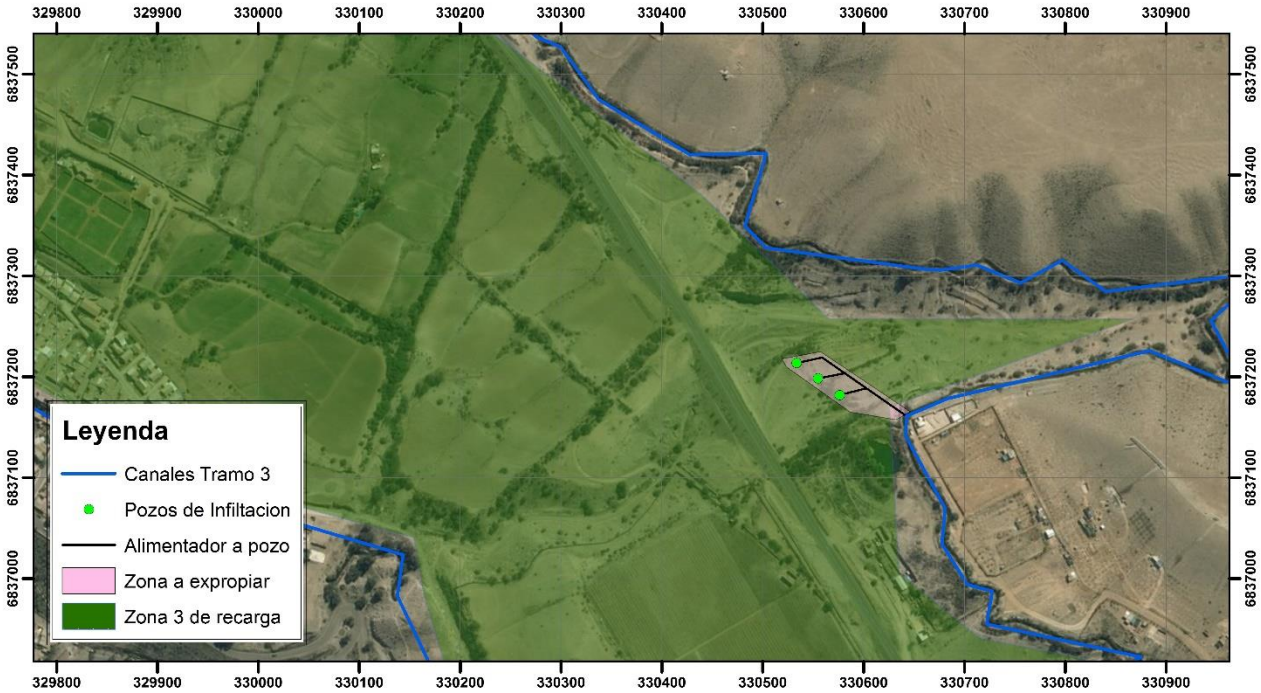


Figura 6.6. Batería 1 de la zona 3. Fuente: Propia

Figura 6.7. Batería 2 de la zona 3. Fuente: Propia

Figura 6.8. Batería 3 de la zona 3. Fuente: Propia

6.4 Propuesta De Pozos En Zona 4

Q llegada [l/s]	L[m]	d. interno [m]	k [m/día]	H[m]	C	Qpozo [m3/día]	Qpozo [l/s]	Nro pozos
156.86	60	0.254	4.32	20	15.31	1322.36	15.31	11

Las 3 baterías tienen las siguientes características:

1 A=4643 [m²]

2 A=6400 [m²]

3 A=4800 [m²]

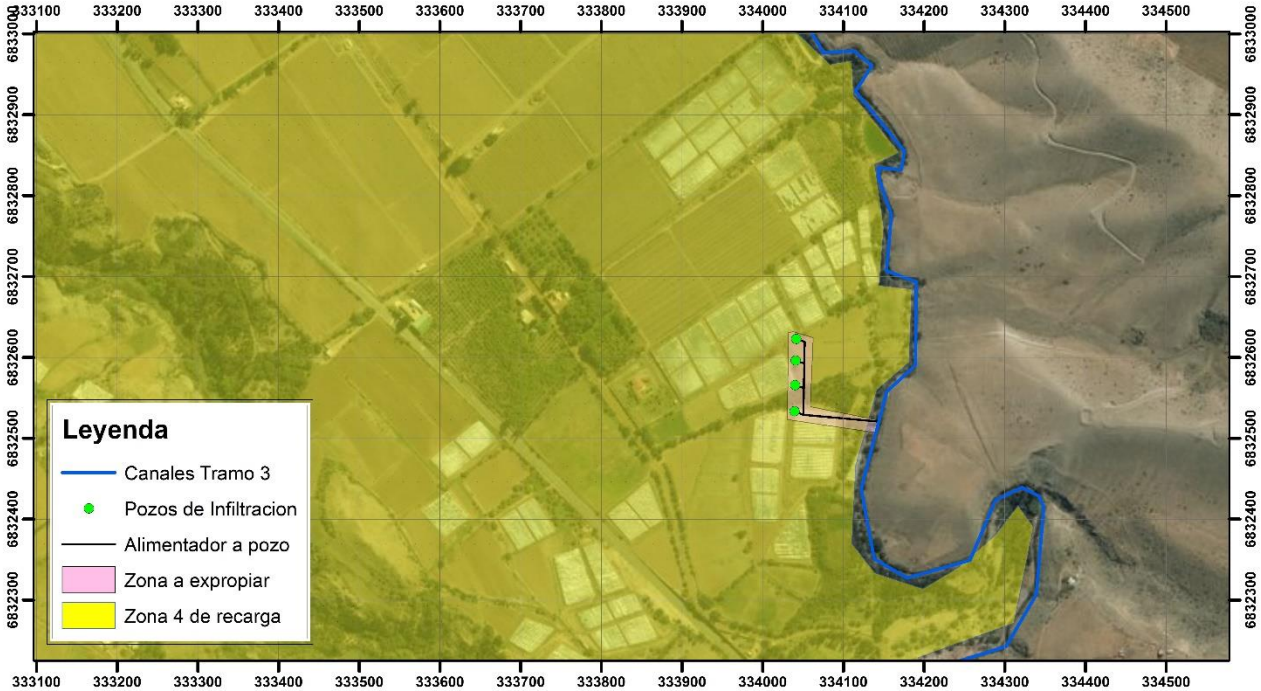


Figura 6.9. Batería 1 de la zona 4. Fuente: Propia

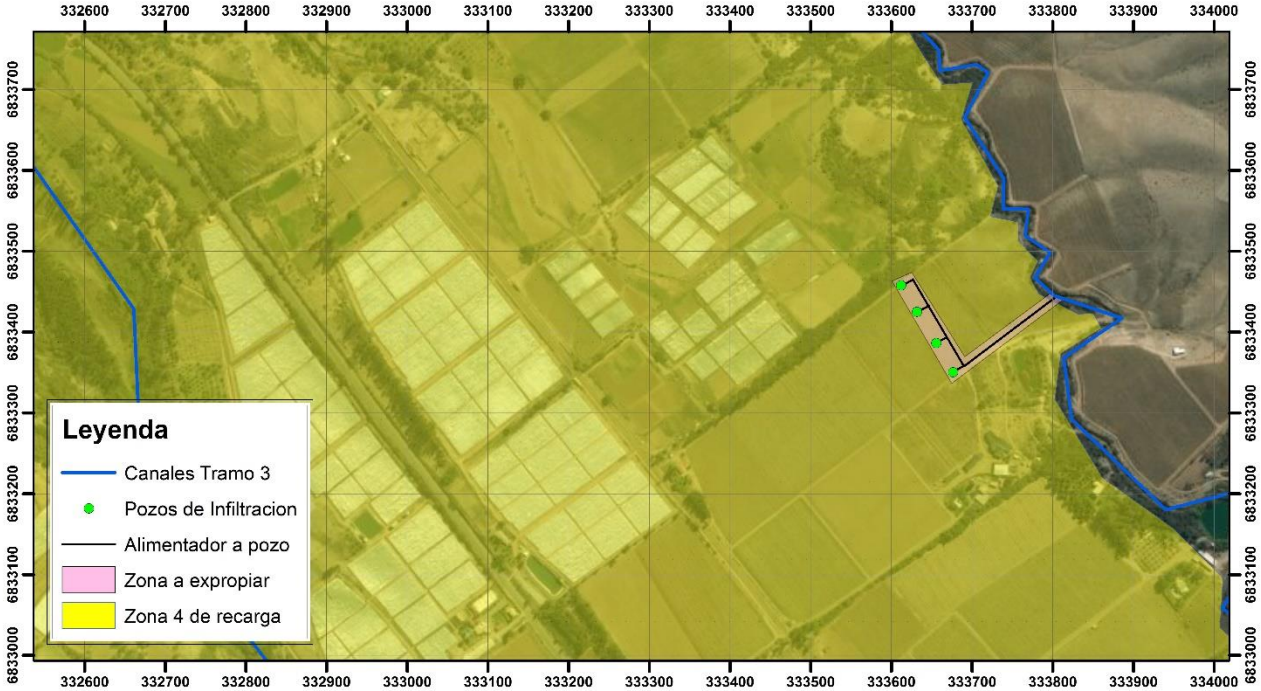


Figura 6.10. Batería 2 de la zona 4. Fuente: Propia

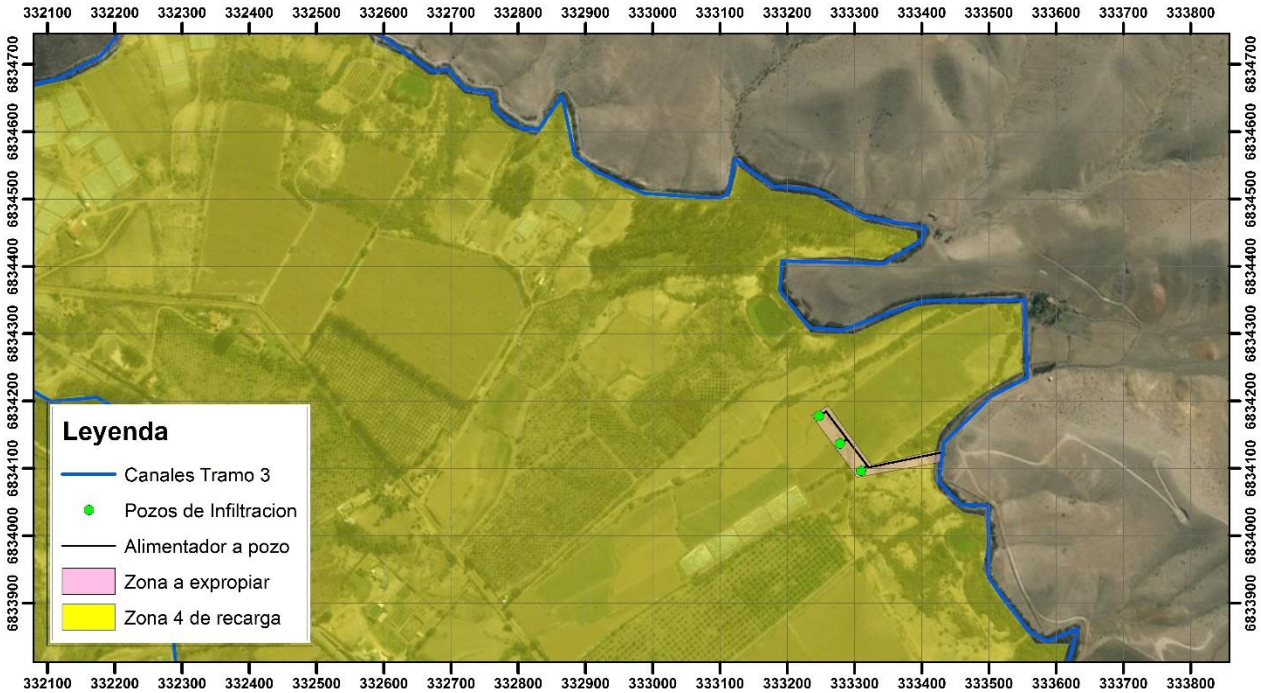


Figura 6.11. Batería 3 de la zona 4. Fuente: Propia

6.5 Implicancia En La Recarga

Es importante saber la velocidad a la que se distribuiría el recurso en el subsuelo ya que se pretende utilizar la capacidad de transmisión del acuífero para ello.

Según la ley de Darcy, la velocidad de flujo subterráneo sería

Ecuación 6.3.Velocidad de Darcy

$$v = k * i$$

Donde sus variables serían respectivamente.

En donde:

v: velocidad de Darcy (m/d).
K: es la conductividad hidráulica (m/d).
i: gradiente hidráulico (adimensional).

Y la velocidad del flujo sería la siguiente.

Ecuación 6.4. Velocidad real del flujo tomando en cuenta la porosidad efectiva

$$v_{real} = \frac{v}{porosidad\ efectiva}$$

Considerando que la porosidad efectiva se aproxima al coeficiente de almacenamiento al ser acuíferos freáticos (Sánchez, 2011). El gradiente hidráulico fue calculado de un promedio entre las pendientes subterráneas de entrada

y salida del acuífero de Vallenar alto AC-4 según DGA (Knight Piesold S.A., 2013), se estima que el valor de las pendientes es mayor ya que se sumaría la carga hidráulica del agua que se está infiltrando.

Tabla 6.1. Velocidades reales de flujos por zona de infiltración. Fuente propia

Zona	Coeficiente almacenamiento s	Gradiente hidráulico i	Velocidad de Darcy [m/día]	Velocidad Real [m/día]	Velocidad Real [m/año]
1	12.00%	0.0175	0.0756	0.63	230
2	8.00%	0.0175	0.0756	0.945	345.2
3	8.00%	0.0175	0.0756	0.945	345.2
4	10.00%	0.0175	0.0756	0.756	276

7 ANÁLISIS DE COSTO

Para la estimación de costos se hace una cotización del costo del pozo, las obras de conducción y el costo de la expropiación de terrenos. La estimación de precios de esta última se hizo a través de la página de Servicios De Impuestos Internos (SII, 2017), que presenta los avalúos fiscales de tierras por predios, por lo que se hizo un promedio por valor de metraje cuadrado, con esto y la información de las áreas de las baterías de pozos se calculó un costo estimado de expropiación por batería el cual se triplica para tener una aproximación del valor comercial.

Tabla 7.1. Costo de expropiación por área de batería (segun avalúo fiscal). Fuente propia

Zonas de baterías de pozos	Área batería [m²]	N° Pozos	Costo unitario [$/m²]	Costo expropiación [$]
Zona 1	3386	3	5345.97	$ 18,101,471
Zona 2.1	28477	5	166.13	$ 4,730,963
Zona 2.2	12703	5	166.13	$ 2,110,385
Zona 2.3	9900	5	166.13	$ 1,644,714
Zona 2.4	8103	6	166.13	$ 1,346,174
Zona 2.5	4542	5	166.13	$ 754,575
Zona 2.6	6740	5	166.13	$ 1,119,735
Zona 3.1	3425	3	299.72	$ 1,026,525
Zona 3.2	3178	3	299.72	$ 952,495
Zona 3.3	9458	4	299.72	$ 2,834,708
Zona 4.1	4643	4	117.28	$ 544,516
Zona 4.2	6400	4	117.28	$ 750,571
Zona 4.3	4800	3	117.28	$ 562,929

Por lo que costaría $ 36,479,762 la expropiación para la construcción de los 55 pozos y su valor comercial sería de $ 109,439,285.

La estimación de costos de obra por pozo se hizo cotizando en la empresa “Hidrosondajes Ltda.”

Tabla 7.2. Estimación de costos de obra por pozo. Fuente Propia.

Servicio	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Precio total
A. Instalación y levante de faenas				
Instalación y levante de faenas	gl	$ 1,200,000	1	$ 1,200,000
B. Construcción del sondaje				
Perforación Dmin = 14" Entubación cañería acero D =10", e =6,3 mm. L=60. Cribas acero al carbono, Slot 40, D = 10" Suministro y colocación de filtro granular Sello y brocal de hormigón Tapa del pozo según plano del proyecto Total unidad	m	$ 150,000.00	95	$ 14,250,000
C. Obra de captación y caseta				
Obra de captación y bomba	gl	$ 2,000,000	1	$ 2,000,000

Recinto sólido y seguro de 3x6 m, metálico	gl	$ 3,000,000	1	$ 3,000,000
D. Interrupción de faenas				
Interrupción de faenas	hr	$ 40,000	24	$ 960,000
E. Plano de construcción e informe final				
Plano de construcción e informe final	gl	$ 300,000	1	$ 300,000
Subtotal por pozo				$ 21,710,000
Gastos generales, imprevistos y utilidades (45%)				$ 9,769,500
Total Neto				$ 31,479,500
I.V.A. (19%)				$ 5,981,105
TOTAL IVA INCLUIDO			Total	$ 37,460,605

La inversión inicial ascendería a $ 2,060,333,275 por costo de obras.

Luego se estima el costo operacional anual en un 10 % de la inversión que sería $ 206,033,328, que en 31 años alcanzaría a los $ 6,387,033,152 y sumándolo al costo de inversión inicial ascendería a $ 8,556,805,713 de inversión total a 31 años de operación de los pozos. Lo que se estimaría en un costo unitario de inyección 22.94 [$/m³].

Haciendo una estimación de venta a 500 [$/m³], que es inferior al precio que utiliza la compañía de aguas (Figura 7.1), y vendiendo el 50% del total de volumen disponible inyectado del acuífero sería $3,242,615,125 por los 12970460 [m³] con el sistema lleno según lo dispuesto en el proyecto.

Haciendo cálculos entre inyección y extracción del recurso en años secos, según la simulación a 31 años de operación del sistema (1980-2010), se tendría un total de 359215413.6 [m³] inyectados al acuífero, utilizando el mismo criterio de venta anterior se obtendrían $ 89,803,853,409.

AGUAS CHAÑAR S.A.

Diario de publicación:	**Avisolegal.cl**
Fecha de publicación:	**09-May-17**
Fecha de vigencia:	**10-May-17**
Grupo tarifario:	**Grupo 1**
Localidades:	**Copiapó, Tierra Amarilla, Vallenar e Inca de Oro**

Cargos	Valores
Cargo fijo cliente ($/mes)	730
Cargos Variables ($/m3)	
Agua potable no punta sin flúor Vallenar	673,81
Agua Potable no punta con flúor Copiapó	1.163,75
Agua Potable no punta con flúor Tierra Amarilla	740,03
Agua Potable no punta con flúor Inca de Oro	576,08
Alcantarillado no punta y punta	
Inca de Oro (sin alcant.)	0,00
Copiapó, Tierra amarilla y Vallenar	626,90
Agua potable punta sin flúor Vallenar	659,24
Agua Potable punta con flúor Copiapó	1.166,39
Agua Potable punta con flúor Tierra Amarilla	726,00
Agua Potable punta con flúor Inca de Oro	562,05
Sobreconsumo AP punta sin flúor Vallenar	1.020,19
Sobreconsumo AP punta con flúor Copiapó	1.531,94
Sobreconsumo AP punta con flúor Tierra Amarilla	1.086,63
Sobreconsumo AP punta con flúor Inca de Oro	922,67

Cargos	Valores
Corte ($/evento)	
visita de corte	4.509
primera instancia	4.239
segunda instancia	6.595
Reposición ($/evento)	
primera instancia	4.239
segunda instancia	5.945
Control de Riles ($/evento)	
Batch	86.126
8 horas	237.978
12 horas	242.451
24 horas	352.716
grupo 1	1.471
grupo 2	6.607
grupo 3	24.999
grupo 4	38.705
grupo 5	6.521
grupo 6	12.252
grupo 7	15.784
costo administ.	33.358

Figura 7.1. Precios de "AGUAS CHAÑAR". Fuente: Superintendencia De Servicios Sanitarios

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

En este informe, se plantean diversas formas para la infiltración y la buena administración del recurso. Del estudio se obtienen las siguientes conclusiones:

- En la cuenca del río Huasco, exactamente cerca de Vallenar, se verifica que existen varios sectores favorables donde se puede infiltrar agua, considerando un nivel estático de al menos 20 [m] con condiciones geológicas que denotan gran cantidad de depósitos de gravas de atacama bordeando los depósitos aluviales y fluviales que se encuentran cercanos al cauce principal y alimentadores. Aunque los datos disponibles de modelaciones anteriores son insuficientes para tener un perfil hidrogeológico completo del área, a pesar de esto, se pudo hacer una modelación conservadora que afirma que existen lugares adecuados para la inyección.
- La simulación de operación del embalse Santa Juana se realiza debido al efecto regulador dentro de la cuenca, ya que podría ayudar a abastecer los acuíferos aguas abajo de una manera más eficiente.
- Se hace una estimación de lo que costaría el proyecto, el valor debería ser financiado por el estado ya que es una inversión necesaria para contrarrestar los efectos del cambio climático y tener mejor disponibilidad del recurso hídrico. En caso contrario, se puede combinar con inversión privada ya que tendría beneficiosas utilidades.
- Existe disponibilidad de recurso. Con una probabilidad de excedencia de al menos 20% se generan las condiciones para infiltrar al acuífero.

Es necesario visualizar las necesidades hídricas actuales y a futuro, las cuales sostienen las economías locales, agrícola e industrial, por lo que el costo estimado de este proyecto es bajo frente a los beneficios que tendría al ser ejecutado.

8.2 Recomendaciones

Para obtener mejores resultados se proponen las siguientes recomendaciones:

- Efectuar un monitoreo complementario de todos los factores que regulan la cuenca, dentro de ellos el embalse Santa Juana y los acuíferos.
- Realizar mediciones en terreno de las tasas reales de infiltración del suelo, a la profundidad en la que se concretaría la recarga.
- Confeccionar un estudio más detallado de la estratigrafía de la zona vadosa, estableciendo perfiles geofísicos TEM de loop 50x50 para leer al menos 80 m de profundidad con precisión. Esto permite conocer con mayor exactitud el nivel freático, la estratigrafía y la permeabilidad del subsuelo, sobre todo

de la zona 4 sobre la cual no existen mediciones de calidad. Para que las mediciones tengan un resultado adecuado es necesario construir un sondaje de diámetro pequeño, por zona. Dichos pozos debieran tener un diámetro de perforación de 6’’, habilitado con tubería de PVC ranurado Schedule 80 con un diámetro de 3’’. Los antecedentes estratigráficos de dichos pozos y la ubicación real del nivel estático permitirán calibrar adecuadamente el levantamiento geofísico. Con ese mismo pozo de observación, construido cerca de alguno de inyección, se hacen las pruebas de bombeo y se calculan los coeficientes de almacenamiento de las zonas estudiadas.

- Poner en ejecución un proyecto piloto, para probar el funcionamiento del sistema. Teniendo una experiencia positiva se procedería a construir lo propuesto.
- Controlar la escorrentía para poder retener el recurso que puede presentarse en eventos con distintas intensidades.
- Estudiar la factibilidad para diseñar y construir un sistema de “embalses pequeños” para la retención de agua en períodos que el embalse Santa Juana rebase, para así tener una recarga constante hacia los acuíferos. Esto último sería, en parte , para desarrollar un sistema de gestión conjunta, esto se conoce internacionalmente como MAR (Managed Aquifer Recharge).

9 REFERENCIAS

(DGA), D. G. (2007). *Evaluación de la explotación máxima sustentable del acuífero de Huasco.* Santiago: Departamento de administracion de recursos hidricos.

A. Pulido-Bosch, Y. B. (1995). Centuries Of Artificial Recharge On The Southern Edge Of The Sierra Nevada (Granada, Spain). *Environmental Geology 26*, 57-63.

Bouwer, H. (2002). Artificial recharge of groundwater: hydrogeology and engineering. *Hydrogeology Journal*, 121-142.

Celedón, E. (14 de Julio de 2017). Recarga artificial de acuíferos: metodologías, experiencias, errores y sus soluciones. *Infiltración artificial, herramienta eficaz para aumentar la disponibilidad y sustentabilidad de los acuíferos*. Santiago, Chile: ALHSUD.

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2. (2015). *La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro.* Santiago.

CNR. (2018). Obtenido de Comision Nacional de Riego: https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=vHRQPrgvT7E

Dillon, P. (2005). Future management of aquifer recharge. *Hydrogeology Journal 13*, 313 – 316.

Dillon, P., & Gale, I. (2005). *Strategies for Managed Aquifer Recharge (MAR) in semi-arid areas.* Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Dirección General De Aguas (DGA). (2013). *Análisis y Sintesís Preliminar De Iniciativas Sobre Recarga Artificial En Chile.* Santiago: División De Estudios y Planificación.

Dirección General De Aguas (DGA). (2013). *Análisis y Síntesis Preliminar de Iniciativas Sobre Recarga Artificial en Chile.* Santiago: División de Estudios y Planificación.

Dirección General De Aguas (DGA). (1 de Marzo de 2017). *Información Oficial Hidrometeorológica y de Calidad de Aguas en Línea [en línea]*. Obtenido de http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes

E.C. Murray, G. T. (1998). *Artificial Recharge: A Technology For Sustainable Water Resource Development.* Pretoria: Water Research Comission.

GCF. (2006). *Estudio de Calidad de Aguas Subterraneas en las Cuencas de Huasco y Mataquito.* Santiago: COMISION NACIONAL DE RIEGO.

GCF Ingenieros LTDA. (2013). *Mejoramiento De Agua Subterránea.* Santiago: Comision Nacional De Riego (CNR).

GCF, C. (2013). *Estudio Diagnóstico de Zonas Potenciales de Recarga de Acuíferos en las Regiones de Arica y Parinacota a la Región del Maule.* Santiago: Ministerio de Agricultura.

H. Bouwer, J. B. (1999). Predicting Infiltration and Ground-Water Mounds for Artificial Recharge. *Journal of Hydrogeologic Engineering*, 350-357.

Jorquera y Asociados S.A. (2012). *Mejoramiento Del Sistema De Aguas Subterráneaspara Su Utilización En Riego En La Cuenca Del Río Copiapó.* Santiago: Comision Nacional De Riego (CNR).

Knight Piesold S.A. (2013). *Analisis Integrado de Gestión en la Cuenca del Rio Huasco.* Santiago: Direccion General de Aguas (DGA).

L. Huisman, T. N. (1983). *Artificial Groundwater Recharge.* Marshfield: Pitman Advanced Pub. Program.

M. Abu-Zreig, M. A. (2000). Rainfall Harvesting Using Sand Ditches in Jordan. *Agric Water Manage 46(2),*, 183-193.

M.L. Calvache, A. P.-B. (1997). Effects of geology and human activity on the dynamics of salt-water intrusion in three coastal aquifers in southern Spain. *Environmental Geology 30 (3/4)*, 215-223.

Ministerio De Vivienda Y Urbanismo. (1996). Técnicas Alternativas Para Soluciones De Aguas Lluvias En Sectores Urbanos. *Guía de Diseño*. Santiago, Chile.

Moreno, J. I. (2008). ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA POR EVAPORACIÓN EN EMBALSES DEL PIRINEO. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 61-81.

P. Dillon, P. P. (1996). *Guidelines Of The Quality Of Stormwater And Treated Wastewater For Injection Into Aquifers For Storage And Reuse.* Melbourne: Urban Water Research Association of Australia.

P. Dillon, P. P. (1997). Aquifer Storage And Recovery Of Stormwater Runoff. *Aust Water Wastewater Assoc J Water 24(4)*, 7-11.

Riad, P. H., Billib, M. H., Boochs, P.-W., Hassan, A. A., & Omar, M. A. (Noviembre de 2013). Analytical and Numerical Approaches for the Hydraulic Design of Artificial Recharge Ponds in a Semi Arid Area. Institute of Water Resources Management, Hydrology and Agricultural Hydraulic Engineering,.

S.A., A. M. (2013). *Análisis Alternativas Piloto Recarga Artificial Ligua - Petorca, V Región.* Santiago: Comision Nacional de Riego.

Sánchez, F. J. (2011). *Hidrologia e Hidrogeologia*. Obtenido de Departamento de Geología . Universidad de Salamanca (España): http://hidrologia.usal.es

SII. (2017). *Servicio de Impuestos Internos*. Obtenido de CARTOGRAFIA DIGITAL SII MAPAS: https://www4.sii.cl/mapasui/internet/

Todd, D. (1959). *Annotated Bibliography On Artificial Recharge Of Ground Water Through 1954.* Washington: U. S. Govt. Print. Off.

10 ANEXO A

NIVEL ESTATICO

10.1 Estadística de niveles estáticos pozo Ap Vallenar

Fecha	Nivel (m)	Fecha	Nivel (m)	Fecha	Nivel (m)	Fecha	Nivel (m)	Fecha	Nivel (m)
29-07-1969	17.24	19-11-1982	16.15	28-09-1989	25.25	19-03-1999	17.99	28-08-2007	16.76
02-09-1969	17.61	06-01-1983	22.26	27-10-1989	25.70	14-05-1999	15.73	26-09-2007	17.27
02-10-1969	18.50	20-04-1983	20.35	29-11-1989	25.13	22-07-1999	16.20	20-10-2007	16.80
03-11-1969	19.57	11-05-1983	20.57	20-12-1989	25.68	19-08-1999	15.87	29-11-2007	16.61
02-12-1969	21.00	09-06-1983	20.06	22-01-1990	26.13	23-09-1999	18.47	21-12-2007	15.31
12-01-1970	20.63	14-07-1983	20.48	28-02-1990	25.13	11-11-1999	17.11	30-01-2008	15.14
09-02-1970	20.73	11-08-1983	21.95	21-03-1990	25.17	16-12-1999	17.82	28-02-2008	15.45
09-03-1970	20.27	15-09-1983	22.02	26-04-1990	25.28	13-01-2000	17.59	27-03-2008	16.40
01-04-1970	19.75	20-10-1983	21.85	29-05-1990	23.19	24-02-2000	17.26	30-04-2008	15.40
04-05-1970	20.52	17-11-1983	21.29	25-06-1990	22.26	23-03-2000	17.18	15-05-2008	15.58
02-06-1970	19.87	20-12-1983	21.19	25-10-1991	21.75	11-05-2000	15.69	30-06-2008	15.49
06-08-1970	19.50	17-01-1984	22.70	27-11-1991	21.77	13-07-2000	14.52	18-07-2008	12.75
03-09-1970	19.88	07-02-1984	23.39	27-02-1992	21.40	14-09-2000	12.20	12-08-2008	13.48
15-10-1970	19.90	23-03-1984	23.36	25-03-1992	21.03	23-11-2000	13.11	30-09-2008	15.38
09-11-1970	20.60	17-04-1984	24.83	24-04-1992	20.15	08-03-2001	13.64	13-10-2008	15.24
09-12-1970	21.21	18-05-1984	24.43	14-05-1992	8.69	10-05-2001	12.91	13-11-2008	15.48
27-01-1971	21.93	11-06-1984	24.46	24-06-1992	19.43	20-07-2001	12.26	29-12-2008	16.52
01-06-1971	20.27	25-07-1984	24.40	30-07-1992	19.36	25-01-2002	13.31	13-01-2009	16.68
01-07-1971	20.10	22-08-1984	24.07	26-08-1992	20.26	21-03-2002	11.97	25-02-2009	15.82
04-08-1971	18.10	12-09-1984	26.90	29-10-1992	20.27	16-05-2002	10.83	11-03-2009	14.76
02-09-1971	17.77	24-10-1984	24.18	27-11-1992	19.41	18-07-2002	11.00	14-04-2009	14.12
06-10-1971	18.00	14-11-1984	23.83	23-12-1992	18.67	12-09-2002	10.96	15-05-2009	13.24
05-05-1972	21.31	19-12-1984	23.83	28-01-1993	17.36	11-11-2002	11.83	24-06-2009	13.24
01-06-1972	21.52	16-01-1985	24.46	22-02-1993	17.96	13-01-2003	11.05	14-07-2009	14.23
15-01-1973	13.48	28-02-1985	24.25	15-03-1993	20.24	26-03-2003	11.25	27-08-2009	14.69
19-03-1973	13.51	26-03-1985	24.42	27-04-1993	19.74	29-05-2003	11.33	29-09-2009	15.51
14-04-1973	15.35	26-04-1985	25.01	10-05-1993	19.55	30-06-2003	11.18	14-10-2009	15.54
27-05-1973	15.66	30-05-1985	24.86	14-06-1993	19.93	09-07-2003	11.17	14-11-2009	15.92
24-06-1973	14.33	11-06-1985	24.93	14-07-1993	20.05	20-08-2003	12.39	22-12-2009	15.80
20-07-1973	14.12	10-07-1985	25.22	17-08-1993	20.29	12-09-2003	12.30	25-01-2010	16.33
24-08-1973	15.94	14-08-1985	24.88	14-09-1993	21.57	15-10-2003	12.18	17-02-2010	16.42
16-11-1973	14.51	09-09-1985	24.88	28-11-1994	23.18	12-11-2003	12.18	08-03-2010	16.87
17-12-1973	14.25	16-10-1985	18.86	27-12-1994	23.25	09-12-2003	12.72	22-04-2010	17.01
18-01-1974	15.12	29-11-1985	25.54	27-01-1995	22.82	13-01-2004	12.98	25-05-2010	17.63
04-09-1974	11.94	19-12-1985	25.55	23-02-1995	22.94	16-02-2004	13.52	14-06-2010	18.63
12-10-1974	11.89	31-01-1986	27.96	01-04-1995	22.08	12-03-2004	12.45	22-07-2010	19.17
25-11-1974	12.72	18-02-1986	26.30	25-05-1995	20.23	12-04-2004	12.41	19-08-2010	19.41
24-01-1975	15.54	11-03-1986	26.10	30-06-1995	19.59	19-05-2004	12.06	23-09-2010	20.37
05-03-1975	16.59	15-04-1986	24.42	20-07-1995	20.41	10-06-2004	11.86	19-10-2010	19.76
13-12-1975	19.33	15-05-1986	23.23	22-08-1995	22.88	22-07-2004	11.48	18-11-2010	20.11
22-01-1976	19.39	30-06-1986	22.81	29-09-1995	23.03	19-08-2004	12.58	16-12-2010	20.72
25-05-1976	16.02	15-07-1986	17.20	26-10-1995	23.29	29-09-2004	13.96	24-01-2011	19.87
30-01-1979	10.70	27-08-1986	25.43	21-11-1995	23.48	19-10-2004	15.09	23-02-2011	19.88
27-02-1979	11.13	25-09-1986	26.48	29-01-1996	24.04	17-11-2004	14.38	24-03-2011	19.17
29-03-1979	9.25	28-10-1986	27.28	29-02-1996	24.05	13-12-2004	14.27	21-04-2011	19.82
09-04-1979	9.21	07-11-1986	27.15	28-03-1996	23.76	12-01-2005	13.99	16-05-2011	21.18
31-05-1979	10.21	15-12-1986	25.83	25-04-1996	23.13	17-02-2005	14.16	16-06-2011	20.83
29-06-1979	10.10	13-01-1987	27.18	16-05-1996	22.24	21-03-2005	13.90	21-07-2011	21.30
20-07-1979	10.13	04-02-1987	25.60	28-06-1996	21.97	28-04-2005	14.02	26-08-2011	21.61
09-11-1979	13.57	17-04-1987	25.70	25-07-1996	22.03	26-05-2005	15.28	29-09-2011	22.03
01-01-1980	16.80	28-04-1987	23.91	27-09-1996	23.41	22-06-2005	15.26	20-10-2011	22.24
01-02-1980	11.20	28-05-1987	24.94	31-10-1996	23.10	29-07-2005	15.17	24-11-2011	22.27
01-04-1980	11.78	24-06-1987	25.25	18-11-1996	23.06	30-08-2005	15.87	14-12-2011	22.74
01-07-1980	17.47	07-08-1987	29.47	12-12-1996	23.51	23-09-2005	16.29	19-01-2012	22.85
01-08-1980	11.17	09-09-1987	25.66	31-01-1997	27.70	26-10-2005	16.56	24-02-2012	20.70
30-01-1981	15.45	26-10-1987	19.17	28-02-1997	24.28	24-11-2005	15.45	28-03-2012	19.17
05-02-1981	12.27	04-11-1987	19.87	27-03-1997	24.41	29-12-2005	15.03	24-04-2012	20.19
31-03-1981	12.17	28-12-1987	25.65	25-04-1997	24.70	11-01-2006	15.37	31-05-2012	20.77

Fecha	Nivel (m)	Fecha	Nivel (m)	Fecha	Nivel (m)	Fecha	Nivel (m)	Fecha	Nivel (m)
13-04-1981	12.22	28-01-1988	24.95	27-05-1997	25.05	27-02-2006	15.07	14-06-2012	20.97
29-05-1981	13.75	01-03-1988	23.94	26-06-1997	25.09	24-03-2006	14.97	18-07-2012	21.62
01-06-1981	15.92	23-03-1988	27.16	31-07-1997	25.52	21-04-2006	14.09	28-08-2012	21.90
31-07-1981	14.88	27-04-1988	26.10	28-08-1997	24.93	24-05-2006	13.42	28-09-2012	21.98
18-08-1981	15.67	30-05-1988	25.70	26-09-1997	26.36	21-06-2006	12.73	25-10-2012	22.89
25-09-1981	15.48	22-06-1988	25.76	31-10-1997	24.27	20-07-2006	13.11	19-11-2012	23.05
13-10-1981	15.74	26-07-1988	25.85	30-01-1998	13.89	24-08-2006	13.57	20-12-2012	23.01
11-11-1981	16.74	31-08-1988	25.92	28-02-1998	13.75	29-09-2006	15.50	25-01-2013	22.36
27-01-1982	15.98	28-09-1988	26.05	17-04-1998	14.29	24-10-2006	15.92	20-02-2013	22.41
23-02-1982	15.30	25-10-1988	25.18	15-05-1998	14.79	28-11-2006	16.07	22-03-2013	22.06
26-03-1982	15.94	28-11-1988	25.49	19-06-1998	14.50	18-12-2006	16.17	19-04-2013	22.23
19-04-1982	15.88	15-12-1988	25.73	24-07-1998	16.26	25-01-2007	16.41	29-05-2013	22.27
20-05-1982	15.75	26-01-1989	25.74	24-09-1998	17.74	23-02-2007	15.41	28-06-2013	22.86
25-06-1982	15.48	27-02-1989	26.40	23-10-1998	17.85	30-03-2007	14.92	24-07-2013	22.79
15-07-1982	15.67	28-03-1989	28.48	26-11-1998	18.07	26-04-2007	14.61	22-08-2013	22.81
12-08-1982	23.10	21-04-1989	25.40	18-12-1998	19.08	25-05-2007	14.05		
14-09-1982	13.88	24-05-1989	28.45	30-01-1999	19.48	27-06-2007	13.71		
21-10-1982	14.12	01-09-1989	27.80	26-02-1999	19.03	18-07-2007	14.19		

10.2 Estadística de niveles estáticos pozo canal Madariaga

Fecha	Nivel (m)	Fecha	Nivel (m)	Fecha	Nivel (m)	Fecha	Nivel (m)	Fecha	Nivel (m)
04-08-1971	3.06	08-07-1987	2.90	26-08-1994	2.95	19-05-2004	2.73	29-03-2012	3.32
06-10-1971	2.87	21-08-1987	3.10	29-09-1994	2.98	28-07-2004	2.68	24-04-2012	3.34
08-12-1971	3.00	28-09-1987	3.07	28-10-1994	2.92	29-09-2004	2.74	31-05-2012	3.37
05-01-1972	3.02	26-10-1987	3.13	22-11-1994	2.93	29-11-2004	2.67	11-06-2012	3.31
07-03-1972	2.97	26-11-1987	2.97	27-12-1994	3.03	12-01-2005	2.71	18-07-2012	3.30
05-04-1972	3.01	28-12-1987	2.98	24-01-1995	3.09	29-03-2005	2.31	28-08-2012	3.33
04-05-1972	3.25	28-01-1988	3.17	21-02-1995	3.14	24-05-2005	2.29	27-09-2012	3.36
01-06-1972	3.51	12-02-1988	3.17	01-04-1995	3.16	27-07-2005	2.38	22-10-2012	3.32
11-07-1972	3.23	30-05-1988	3.43	27-04-1995	3.18	28-09-2005	2.63	22-11-2012	3.33
27-05-1973	2.84	22-06-1988	3.70	26-05-1995	2.99	23-11-2005	2.68	17-12-2012	3.22
24-06-1973	3.13	26-07-1988	3.75	30-06-1995	3.11	11-01-2006	2.48	24-01-2013	3.30
20-07-1973	3.08	05-08-1988	3.31	21-07-1995	3.02	29-03-2006	2.56	18-02-2013	4.66
24-08-1973	3.11	23-09-1988	3.65	22-08-1995	3.00	24-05-2006	2.67	21-03-2013	3.27
15-11-1973	3.10	25-10-1988	3.80	29-09-1995	2.98	24-07-2006	2.96	16-04-2013	3.22
17-12-1973	3.26	28-11-1988	3.42	24-10-1995	3.00	28-09-2006	2.92	30-05-2013	3.37
18-01-1974	3.42	15-12-1988	3.34	21-11-1995	3.15	27-11-2006	2.98	24-06-2013	3.39
03-08-1974	3.09	26-01-1989	3.30	25-01-1996	3.35	29-01-2007	2.71	22-07-2013	3.53
04-09-1974	3.01	09-02-1989	3.29	29-02-1996	3.27	30-03-2007	2.68	19-08-2013	3.57
12-10-1974	2.89	07-03-1989	3.32	28-03-1996	4.31	29-05-2007	2.80		
25-11-1974	2.95	21-04-1989	4.26	25-04-1996	4.05	28-06-2007	2.74		
24-01-1975	3.24	24-05-1989	4.18	16-05-1996	3.13	25-07-2007	2.81		
05-03-1975	3.27	01-09-1989	3.14	28-06-1996	3.10	27-08-2007	2.83		
01-05-1975	3.01	24-10-1989	2.95	25-07-1996	3.18	28-09-2007	2.88		
14-06-1975	3.33	28-11-1989	2.75	29-08-1996	3.15	29-10-2007	2.92		
25-08-1975	3.20	20-12-1989	2.84	27-09-1996	3.06	29-11-2007	2.88		
22-09-1975	3.21	22-01-1990	3.76	31-10-1996	3.13	19-12-2007	2.90		
17-10-1975	3.14	26-02-1990	3.13	22-11-1996	3.07	29-01-2008	2.90		
13-11-1975	3.17	24-04-1990	3.10	12-12-1996	3.16	27-02-2008	2.95		
13-12-1975	3.11	29-05-1990	3.08	31-01-1997	3.25	28-03-2008	2.99		
22-01-1976	3.52	26-06-1990	3.17	28-02-1997	3.31	30-04-2008	2.97		
19-02-1976	3.72	25-07-1990	3.15	27-03-1997	2.35	28-05-2008	2.85		
20-03-1976	3.29	30-08-1990	3.02	25-04-1997	3.23	30-06-2008	2.74		
25-05-1976	3.37	25-09-1990	3.05	30-05-1997	3.18	17-07-2008	2.74		
23-06-1976	3.37	24-10-1990	2.92	26-06-1997	3.15	12-08-2008	2.88		
21-07-1976	3.20	30-11-1990	2.94	31-07-1997	3.16	29-09-2008	3.12		
23-08-1976	3.24	13-12-1990	2.92	28-08-1997	3.03	27-10-2008	3.15		
05-11-1976	3.33	27-03-1991	2.95	26-09-1997	3.06	12-11-2008	3.10		
31-01-1977	3.33	25-04-1991	3.11	31-10-1997	3.10	09-12-2008	2.97		
21-02-1977	3.36	22-05-1991	3.13	30-01-1998	2.98	12-01-2009	2.83		
30-01-1979	2.64	26-06-1991	3.06	28-02-1998	3.02	11-02-2009	2.81		
27-02-1979	2.54	26-07-1991	3.24	17-04-1998	3.07	09-03-2009	2.81		
01-06-1979	2.64	29-08-1991	3.10	15-05-1998	3.06	14-04-2009	2.76		

Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)
29-06-1979	2.59		27-09-1991	3.15		19-06-1998	3.02		15-05-2009	2.75			
20-07-1979	2.62		25-10-1991	3.12		24-07-1998	3.00		24-06-2009	2.99			
01-01-1980	3.25		28-11-1991	3.16		24-09-1998	2.92		14-07-2009	2.77			
01-02-1980	3.34		16-01-1992	3.16		14-05-1999	2.89		20-08-2009	3.01			
11-03-1980	3.32		27-02-1992	3.15		17-06-1999	2.89		16-09-2009	2.96			
01-04-1980	3.27		25-03-1992	3.05		22-07-1999	2.94		15-10-2009	2.94			
09-04-1980	2.49		24-04-1992	3.18		19-08-1999	2.92		14-11-2009	2.55			
01-06-1980	3.47		14-05-1992	3.14		23-09-1999	2.91		22-12-2009	2.75			
01-07-1980	3.20		24-06-1992	3.18		11-11-1999	2.96		28-01-2010	2.92			
01-08-1980	3.34		30-07-1992	3.05		16-12-1999	2.97		18-02-2010	2.91			
01-09-1980	3.12		26-08-1992	3.02		13-01-2000	3.00		11-03-2010	2.97			
01-10-1980	3.22		14-09-1992	3.03		24-02-2000	2.91		23-04-2010	2.98			
12-08-1985	3.07		29-10-1992	3.00		23-03-2000	2.79		24-05-2010	3.15			
10-09-1985	3.14		27-11-1992	2.91		11-05-2000	2.96		17-06-2010	3.33			
14-10-1985	3.12		23-12-1992	2.95		13-07-2000	2.75		22-07-2010	3.29			
28-11-1985	3.03		28-01-1993	3.01		14-09-2000	2.97		20-08-2010	3.31			
18-12-1985	3.13		22-02-1993	3.00		23-11-2000	2.90		24-09-2010	3.10			
10-01-1986	3.26		15-03-1993	3.00		08-03-2001	2.81		20-10-2010	0.00			
18-02-1986	2.94		19-04-1993	3.04		10-05-2001	2.84		18-11-2010	2.97			
13-03-1986	3.09		10-05-1993	3.08		19-07-2001	2.84		16-12-2010	3.01			
15-04-1986	2.97		14-06-1993	3.12		25-01-2002	2.78		27-01-2011	3.15			
15-05-1986	3.00		14-07-1993	3.18		21-03-2002	2.58		24-02-2011	3.16			
18-06-1986	2.98		17-08-1993	3.12		16-05-2002	2.63		25-03-2011	3.17			
15-07-1986	3.06		14-09-1993	3.09		18-07-2002	2.98		20-04-2011	3.13			
27-08-1986	3.04		14-10-1993	3.06		12-09-2002	3.05		19-05-2011	3.16			
23-09-1986	2.92		11-11-1993	2.95		14-11-2002	2.96		16-06-2011	3.19			
28-10-1986	3.00		14-12-1993	3.05		16-01-2003	2.92		22-07-2011	3.37			
07-11-1986	2.96		10-01-1994	3.11		27-03-2003	0.00		25-08-2011	3.36			
15-12-1986	2.80		10-02-1994	3.15		28-05-2003	2.90		29-09-2011	3.30			
13-01-1987	2.67		11-03-1994	3.07		31-07-2003	2.90		20-10-2011	3.33			
04-02-1987	2.74		14-04-1994	2.99		29-09-2003	2.94		23-11-2011	3.16			
28-04-1987	2.88		06-05-1994	3.03		12-11-2003	3.07		14-12-2011	3.19			
26-05-1987	2.78		10-06-1994	3.09		28-01-2004	2.81		17-01-2012	3.36			
09-06-1987	2.90		29-07-1994	2.98		16-03-2004	2.71		24-02-2012	3.37			

10.3 Estadística de niveles estáticos pozo Chanchoquín

Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)
31-01-1986	4.76		27-04-1993	4.39		12-07-2000	5.80
19-02-1986	5.19		24-05-1993	4.64		13-09-2000	8.59
13-03-1986	4.74		18-06-1993	5.00		22-11-2000	5.30
16-04-1986	4.79		27-07-1993	5.44		07-03-2001	4.64
16-05-1986	4.79		25-08-1993	5.73		08-05-2001	5.13
18-06-1986	5.10		28-09-1993	6.27		18-07-2001	5.65
16-07-1986	5.33		27-10-1993	6.32		14-05-2002	5.00
28-08-1986	5.50		25-11-1993	5.84		17-07-2002	5.69
24-09-1986	5.43		29-12-1993	5.89		10-09-2002	6.89
28-10-1986	5.43		26-01-1994	5.49		13-11-2002	5.06
26-11-1986	5.03		23-02-1994	5.70		14-01-2003	4.61
16-12-1986	4.86		29-03-1994	5.26		25-03-2003	5.00
14-01-1987	4.76		28-04-1994	5.31		13-05-2003	5.26
26-02-1987	4.71		27-05-1994	5.44		29-07-2003	5.94
28-04-1987	5.13		28-06-1994	5.69		29-09-2003	6.19
28-05-1987	5.37		28-07-1994	5.94		11-11-2003	6.09
09-06-1987	5.59		30-08-1994	6.44		28-01-2004	5.40
07-07-1987	5.72		27-09-1994	6.07		25-03-2004	5.01
26-08-1987	6.56		27-10-1994	6.19		29-07-2004	6.05
29-09-1987	6.58		29-11-1994	6.87		28-09-2004	6.47
29-10-1987	6.34		29-12-1994	6.14		30-11-2004	5.86
22-03-1988	4.09		25-01-1995	6.02		13-01-2005	5.42
19-04-1988	4.15		22-02-1995	5.96		30-03-2005	4.86
23-06-1988	4.56		26-04-1995	5.53		25-05-2005	6.21
28-07-1988	5.06		29-04-1995	6.07		21-07-2005	6.29
31-08-1988	4.86		27-05-1995	5.64		22-09-2005	6.24
28-09-1988	5.51		27-06-1995	5.94		29-11-2005	5.42
25-10-1988	5.98		19-07-1995	6.16		12-01-2006	4.82

25-11-1988	5.02		26-09-1995	6.96		23-03-2006	4.91
28-12-1988	4.65		26-10-1995	6.69		25-05-2006	5.51
30-01-1989	4.51		23-11-1995	6.54		20-07-2006	5.65
27-02-1989	4.40		29-01-1996	5.92		26-09-2006	6.30
31-03-1989	4.21		28-02-1996	5.87		28-11-2006	6.63
20-04-1989	4.29		27-03-1996	5.71		25-01-2007	5.82
16-05-1989	4.53		25-04-1996	5.02		28-03-2007	5.40
24-08-1989	5.31		15-05-1996	5.02		24-05-2007	5.51
28-09-1989	5.40		26-06-1996	5.41		19-07-2007	5.91
04-10-1989	4.09		23-07-1996	5.44		26-09-2007	6.86
17-11-1989	4.65		28-08-1996	5.66		27-11-2007	5.91
19-12-1989	10.28		26-09-1996	5.65		17-01-2008	5.73
24-01-1990	3.18		30-10-1996	5.68		13-03-2008	5.52
28-02-1990	4.38		20-11-1996	6.09		15-05-2008	6.06
20-03-1990	4.35		11-12-1996	6.91		29-07-2008	7.07
17-04-1990	4.71		30-01-1997	5.93		30-09-2008	7.54
15-05-1990	4.54		26-02-1997	5.77		28-11-2008	6.49
27-06-1990	4.39		26-03-1997	5.95		13-01-2009	7.08
24-07-1990	5.00		24-04-1997	6.46		10-03-2009	6.14
14-08-1990	5.29		29-05-1997	7.02		29-09-2009	8.08
13-09-1990	5.42		25-06-1997	6.92		26-01-2010	7.93
23-10-1990	5.31		30-07-1997	9.73		10-03-2010	7.69
14-11-1990	5.07		27-08-1997	8.68		25-05-2010	7.62
13-12-1990	4.65		24-09-1997	8.76		20-07-2010	8.01
31-01-1991	4.14		29-10-1997	7.59		21-09-2010	6.47
26-03-1991	4.12		29-01-1998	3.93		16-11-2010	8.13
24-04-1991	4.00		26-02-1998	3.60		24-01-2011	6.66
24-05-1991	4.12		15-04-1998	3.53		22-03-2011	4.38
27-06-1991	4.35		12-05-1998	4.84		16-05-2011	7.46
25-07-1991	5.17		18-06-1998	5.10		27-09-2011	0.00
30-08-1991	5.29		21-07-1998	4.72		21-11-2011	9.65
24-09-1991	4.92		24-09-1998	4.80		28-03-2012	10.23
23-10-1991	4.77		21-10-1998	4.85		30-05-2012	10.37
27-11-1991	4.52		26-11-1998	4.98		18-07-2012	10.62
28-01-1992	4.02		18-12-1998	5.02		26-09-2012	11.32
11-02-1992	4.12		28-01-1999	4.90		21-11-2012	11.39
31-03-1992	4.21		24-02-1999	4.82		22-01-2013	11.25
29-04-1992	4.53		16-03-1999	4.88		19-03-2013	11.43
27-05-1992	4.84		14-05-1999	5.41		27-05-2013	11.44
17-06-1992	5.11		21-07-1999	6.20			
15-07-1992	5.25		17-08-1999	6.29			
13-08-1992	5.42		21-09-1999	6.32			
14-09-1992	5.46		10-11-1999	6.41			
21-10-1992	4.06		15-12-1999	5.99			
17-11-1992	4.89		12-01-2000	5.92			
23-12-1992	3.97		23-02-2000	5.29			
14-01-1993	4.02		21-03-2000	5.07			
24-02-1993	3.93		09-05-2000	5.04			

10.4 Estadística de niveles estáticos pozo Chinguinto

Fecha	**Nivel (m)**		**Fecha**	**Nivel (m)**		**Fecha**	**Nivel (m)**		**Fecha**	**Nivel (m)**
05-09-1974	8.83		13-09-1984	7.98		30-08-1991	8.69		18-06-1998	7.87
10-05-1975	7.24		23-10-1984	6.34		24-09-1991	7.73		22-07-1998	8.47
15-06-1975	8.10		14-11-1984	6.19		25-10-1991	7.29		24-09-1998	8.03
25-08-1975	8.68		18-12-1984	6.07		27-11-1991	6.35		21-10-1998	7.99
22-09-1975	8.19		15-01-1985	6.73		28-01-1992	5.96		26-11-1998	6.73
17-10-1975	8.87		28-02-1985	7.09		11-02-1992	6.39		18-12-1998	6.31
13-11-1975	6.70		27-03-1985	6.91		31-03-1992	4.16		28-01-1999	6.55
19-02-1976	8.31		26-04-1985	7.69		29-04-1992	7.68		24-02-1999	6.36
20-03-1976	8.34		14-05-1985	7.79		27-05-1992	7.71		16-03-1999	6.89
25-05-1976	8.35		11-06-1985	8.20		17-06-1992	8.26		14-05-1999	8.01
23-06-1976	8.31		09-07-1985	8.57		15-07-1992	8.58		17-06-1999	6.84
23-08-1976	8.34		13-08-1985	8.95		13-08-1992	7.80		21-07-1999	8.82
05-11-1976	8.01		09-09-1985	9.06		14-09-1992	6.80		17-08-1999	8.66
03-12-1976	7.69		14-10-1985	8.46		21-10-1992	6.76		21-09-1999	7.90
31-01-1977	7.74		28-11-1985	7.73		27-11-1992	6.19		10-11-1999	7.12
21-02-1977	7.81		19-12-1985	7.64		23-12-1992	5.39		15-12-1999	6.52

29-01-1979	4.15		31-01-1986	6.75		14-01-1993	5.88		12-01-2000	6.07
26-02-1979	4.25		19-02-1986	6.62		24-02-1993	6.50		23-02-2000	6.63
28-03-1979	4.35		13-03-1986	6.96		25-03-1993	6.43		21-03-2000	7.58
10-04-1979	4.50		16-04-1986	7.44		27-04-1993	7.19		09-05-2000	7.71
30-05-1979	7.77		16-05-1986	7.63		24-05-1993	7.85		12-07-2000	8.84
02-07-1979	2.40		18-06-1986	8.17		17-06-1993	7.53		13-09-2000	8.54
11-07-1979	2.37		17-07-1986	8.46		27-07-1993	8.19		22-11-2000	6.94
08-11-1979	7.57		28-08-1986	8.26		25-08-1993	7.88		07-03-2001	6.75
01-01-1980	7.81		24-09-1986	8.19		28-09-1993	7.72		08-05-2001	7.68
12-03-1980	7.67		28-10-1986	7.39		27-10-1993	6.63		18-07-2001	8.14
01-04-1980	8.53		26-11-1986	7.00		25-11-1993	6.85		24-01-2002	5.43
01-06-1980	8.82		16-12-1986	6.93		29-12-1993	6.93		20-03-2002	5.59
01-07-1980	9.23		14-01-1987	7.26		26-01-1994	3.63		14-05-2002	5.53
01-08-1980	9.39		26-02-1987	7.08		10-02-1994	7.38		17-07-2002	6.78
01-09-1980	10.83		28-04-1987	7.75		29-03-1994	6.83		10-09-2002	8.38
01-10-1980	7.68		27-05-1987	8.30		28-04-1994	7.50		13-11-2002	6.23
20-01-1981	7.06		09-06-1987	8.83		27-05-1994	7.18		14-01-2003	5.94
24-02-1981	7.43		07-07-1987	8.95		28-06-1994	7.33		25-03-2003	3.91
31-03-1981	8.18		26-08-1987	9.53		28-07-1994	7.78		13-05-2003	7.53
23-04-1981	8.36		10-09-1987	9.49		30-08-1994	7.57		29-07-2003	8.61
27-05-1981	9.06		29-10-1987	7.72		27-09-1994	7.18		29-09-2003	7.68
16-06-1981	9.29		26-11-1987	6.45		27-10-1994	6.78		11-11-2003	7.06
30-07-1981	9.26		22-03-1988	6.91		29-11-1994	6.76		29-01-2004	6.59
13-08-1981	9.43		18-04-1988	7.52		29-12-1994	6.86		25-03-2004	6.63
29-09-1981	9.30		12-05-1988	7.83		25-01-1995	7.11		29-07-2004	8.57
28-10-1981	8.36		23-06-1988	8.13		22-02-1995	7.29		28-09-2004	7.57
26-11-1981	9.09		28-07-1988	8.22		01-04-1995	6.76		30-11-2004	7.50
29-12-1981	7.48		31-08-1988	8.99		26-04-1995	7.67		13-01-2005	7.15
26-01-1982	7.61		28-09-1988	8.40		27-05-1995	7.94		30-03-2005	6.95
25-02-1982	7.56		25-10-1988	7.58		27-06-1995	8.12		25-05-2005	7.92
23-03-1982	7.72		25-11-1988	6.71		19-07-1995	8.28		21-07-2005	8.11
29-04-1982	7.89		28-12-1988	6.21		24-08-1995	8.58		22-09-2005	7.73
26-05-1982	8.06		30-01-1989	6.04		26-09-1995	8.01		29-11-2005	6.91
23-06-1982	8.28		27-02-1989	9.29		26-10-1995	7.14		12-01-2006	7.14
14-07-1982	7.73		21-03-1989	7.03		23-11-1995	6.88		23-03-2006	7.98
19-08-1982	9.00		20-04-1989	7.51		29-01-1996	6.79		25-05-2006	8.21
14-09-1982	8.52		16-05-1989	7.94		28-02-1996	6.88		20-07-2006	8.50
28-10-1982	7.54		24-08-1989	8.05		27-03-1996	6.59		26-09-2006	7.82
19-11-1982	6.45		28-09-1989	7.86		25-04-1996	6.75		28-11-2006	7.42
17-12-1982	6.67		04-10-1989	7.33		15-05-1996	7.54		25-01-2007	7.24
20-01-1983	7.29		17-11-1989	5.96		26-06-1996	7.67		28-03-2007	6.46
09-02-1983	7.79		19-12-1989	5.81		23-07-1996	8.25		24-05-2007	7.49
17-03-1983	7.63		24-01-1990	6.48		29-08-1996	8.12		19-07-2007	7.77
21-04-1983	7.35		28-02-1990	6.64		26-09-1996	7.12		26-09-2007	8.13
17-05-1983	7.94		21-03-1990	6.77		30-10-1996	6.78		27-11-2007	7.43
07-06-1983	8.19		17-04-1990	7.65		20-11-1996	6.61		17-01-2008	7.57
13-07-1983	8.89		15-05-1990	7.60		11-12-1996	6.35		13-03-2008	7.37
03-08-1983	9.10		27-06-1990	7.42		31-01-1997	6.28		15-05-2008	8.63
13-09-1983	9.04		24-07-1990	8.15		26-02-1997	6.31		29-07-2008	8.90
19-10-1983	8.20		30-08-1990	7.60		26-03-1997	7.52		30-09-2008	8.18
15-11-1983	7.63		13-09-1990	7.94		24-04-1997	8.22		28-11-2008	7.09
14-12-1983	7.11		23-10-1990	7.49		29-05-1997	8.56		13-01-2009	6.87
17-01-1984	7.25		14-11-1990	7.16		25-06-1997	9.27		10-03-2009	6.96
29-02-1984	7.51		13-12-1990	7.17		30-07-1997	9.68		15-05-2009	8.00
29-03-1984	7.78		31-01-1991	6.36		27-08-1997	8.74		29-09-2009	7.60
18-04-1984	5.03		26-03-1991	6.99		29-10-1997	6.08		26-01-2010	6.36
23-05-1984	8.63		24-04-1991	7.25		29-01-1998	6.63			
11-06-1984	9.04		24-05-1991	7.08		26-02-1998	6.93			
24-07-1984	9.27		27-06-1991	8.17		15-04-1998	7.19			
20-08-1984	8.80		25-07-1991	8.70		12-05-1998	7.96			

10.5 Estadística de niveles estáticos pozo El Rosarío

Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)
31-03-1989	2.38		27-02-1996	8.00		18-07-2008	4.62
21-04-1989	2.40		26-03-1996	7.63		27-01-2010	8.14
24-08-1989	3.81		24-04-1996	7.44		09-03-2010	0.00
07-09-1989	3.86		14-05-1996	6.45		25-05-2010	2.23
24-10-1989	3.73		25-06-1996	5.04		17-11-2010	0.00
22-11-1989	3.76		23-07-1996	5.15		26-01-2011	6.68
19-12-1989	3.72		27-08-1996	5.23		23-03-2011	2.74
24-01-1990	3.78		25-09-1996	5.39		18-05-2011	1.95
27-02-1990	3.80		29-10-1996	5.45		19-07-2011	2.42
20-03-1990	3.83		20-11-1996	7.22		27-09-2011	3.97
25-04-1990	2.82		10-12-1996	7.90		22-11-2011	0.00
14-05-1990	2.81		29-01-1997	8.51		29-05-2012	6.58
27-06-1990	2.71		28-02-1997	8.22		19-07-2012	7.31
24-07-1990	3.23		25-03-1997	6.38		20-11-2012	0.00
30-08-1990	3.17		23-04-1997	6.55		23-01-2013	10.67
25-09-1990	3.49		28-05-1997	6.60		28-05-2013	2.22
23-10-1990	3.26		24-06-1997	6.03			
14-11-1990	3.71		29-07-1997	6.70			
13-12-1990	3.90		26-08-1997	6.38			
10-01-1991	3.92		23-09-1997	4.45			
21-03-1991	3.45		28-10-1997	3.00			
24-04-1991	3.43		28-01-1998	1.49			
28-05-1991	2.46		25-02-1998	1.35			
27-06-1991	2.65		13-05-1998	1.70			
26-07-1991	2.68		17-06-1998	1.78			
30-08-1991	3.66		21-07-1998	3.69			
10-09-1991	3.33		22-09-1998	5.35			
11-10-1991	2.69		20-10-1998	5.31			
27-11-1991	2.52		10-11-1998	5.16			
28-01-1992	2.00		18-12-1998	9.69			
27-02-1992	1.92		27-01-1999	6.85			
31-03-1992	1.93		26-02-1999	6.80			
29-04-1992	2.48		17-03-1999	4.56			
26-05-1992	3.25		14-05-1999	5.32			
24-06-1992	4.04		17-06-1999	5.49			
15-07-1992	4.37		22-07-1999	6.42			
26-08-1992	4.27		19-08-1999	6.61			
14-09-1992	4.61		22-09-1999	6.82			
31-10-1992	4.68		11-11-1999	8.15			
27-11-1992	4.66		11-01-2000	6.55			
23-12-1992	2.98		22-02-2000	6.60			
28-01-1993	2.83		22-03-2000	6.81			
24-02-1993	3.86		10-05-2000	6.94			
15-03-1993	4.71		11-07-2000	4.60			
19-04-1993	5.54		12-09-2000	5.70			
24-05-1993	6.38		21-11-2000	5.77			
18-06-1993	6.97		06-03-2001	3.10			
27-07-1993	8.10		09-05-2001	3.93			
26-08-1993	8.50		17-07-2001	4.06			
28-09-1993	8.61		19-03-2002	4.70			
28-10-1993	8.46		15-05-2002	4.85			
25-11-1993	8.15		16-07-2002	4.99			
29-12-1993	7.80		12-11-2002	2.80			
24-02-1994	6.82		15-01-2003	2.72			
29-03-1994	6.65		26-03-2003	3.09			
27-04-1994	6.10		29-05-2003	4.59			
26-05-1994	6.25		10-07-2003	4.52			
27-06-1994	6.34		11-09-2003	8.25			
27-07-1994	7.07		12-11-2003	4.60			
29-08-1994	7.12		14-01-2004	3.62			
28-09-1994	7.40		11-03-2004	3.70			
26-10-1994	7.48		18-05-2004	3.79			
28-11-1994	7.52		22-07-2004	3.15			
28-12-1994	6.76		28-09-2004	3.11			
26-01-1995	6.69		27-01-2005	3.74			
23-02-1995	5.44		22-03-2005	3.51			

27-04-1995	4.95		26-05-2005	2.68			
30-04-1995	5.10		28-07-2005	2.76			
25-05-1995	5.19		29-09-2005	5.03			
28-06-1995	5.63		31-01-2006	4.85			
20-07-1995	5.98		30-03-2006	4.33			
23-08-1995	6.01		30-05-2006	4.27			
27-09-1995	7.69		24-07-2006	5.19			
25-10-1995	7.75		30-01-2007	6.04			
22-11-1995	7.90		30-05-2007	6.02			
30-01-1996	8.05		26-07-2007	5.75			

10.6 Estadística de niveles estáticos pozo El Tránsito

Fecha	**Nivel (m)**		**Fecha**	**Nivel (m)**		**Fecha**	**Nivel (m)**		**Fecha**	**Nivel (m)**
24-06-1971	7.62		19-10-1983	8.10		25-07-1991	4.66		24-09-1998	4.13
02-07-1971	7.54		15-11-1983	6.47		30-08-1991	4.88		21-10-1998	4.09
05-05-1972	7.58		14-12-1983	2.37		24-09-1991	4.72		26-11-1998	4.35
15-01-1973	1.06		17-01-1984	1.93		23-10-1991	4.25		18-12-1998	4.40
20-07-1973	3.07		29-02-1984	2.00		27-11-1991	3.52		24-02-1999	4.16
15-11-1973	3.33		29-03-1984	2.82		28-01-1992	3.28		16-03-1999	4.75
17-12-1973	3.67		18-04-1984	2.46		11-02-1992	3.33		14-05-1999	5.87
18-01-1974	3.17		23-05-1984	4.49		31-03-1992	3.50		21-07-1999	7.27
05-09-1974	4.51		11-06-1984	5.87		29-04-1992	4.18		17-08-1999	7.33
12-10-1974	4.58		24-07-1984	6.92		27-05-1992	4.75		21-09-1999	7.33
25-11-1974	4.62		20-08-1984	7.72		17-06-1992	5.62		10-11-1999	7.55
25-01-1975	3.75		13-09-1984	7.70		15-07-1992	6.37		15-12-1999	7.14
05-03-1975	3.29		14-11-1984	1.87		13-08-1992	6.66		12-01-2000	6.97
01-05-1975	2.99		28-02-1985	1.96		14-09-1992	6.53		23-02-2000	6.12
15-06-1975	3.16		11-06-1985	2.97		21-10-1992	4.32		21-03-2000	5.02
25-08-1975	4.77		09-07-1985	3.83		17-11-1992	3.25		09-05-2000	4.15
22-09-1975	4.73		13-08-1985	5.30		23-12-1992	3.14		12-07-2000	6.74
17-10-1975	5.10		09-09-1985	5.33		14-01-1993	2.68		13-09-2000	8.35
13-11-1975	5.05		14-10-1985	5.45		24-02-1993	2.94		22-11-2000	4.73
19-02-1976	5.91		28-11-1985	4.60		25-03-1993	2.92		07-03-2001	3.47
20-03-1976	5.97		19-12-1985	3.78		27-04-1993	3.36		08-05-2001	3.70
25-05-1976	6.16		31-01-1986	2.28		24-05-1993	4.44		18-07-2001	5.60
23-06-1976	6.13		19-02-1986	2.46		18-06-1993	4.96		24-01-2002	3.52
23-08-1976	6.15		13-03-1986	2.58		27-07-1993	6.19		20-03-2002	3.63
05-11-1976	7.23		16-04-1986	2.26		25-08-1993	6.77		14-05-2002	3.60
03-12-1976	7.44		16-05-1986	1.97		28-09-1993	6.81		17-07-2002	6.91
31-01-1977	7.49		18-06-1986	2.04		27-10-1993	7.11		10-09-2002	7.45
21-02-1977	7.53		16-07-1986	3.68		25-11-1993	6.53		13-11-2002	4.12
29-01-1979	4.45		27-08-1986	4.84		29-12-1993	6.60		14-01-2003	2.63
26-02-1979	4.49		29-09-1986	4.60		26-01-1994	6.22		25-03-2003	3.13
28-03-1979	4.58		28-10-1986	3.92		10-02-1994	6.17		13-05-2003	4.50
10-04-1979	4.48		26-11-1986	3.07		29-03-1994	5.07		29-07-2003	6.24
30-05-1979	3.30		14-01-1987	2.95		28-04-1994	4.26		29-09-2003	4.55
02-07-1979	4.66		26-02-1987	2.39		27-05-1994	5.55		11-11-2003	5.08
11-07-1979	4.65		28-04-1987	4.17		28-06-1994	5.92		29-01-2004	4.93
08-11-1979	7.75		28-05-1987	5.33		28-07-1994	7.02		25-03-2004	3.97
01-01-1980	7.37		09-06-1987	6.65		30-08-1994	7.59		29-07-2004	7.69
12-03-1980	7.65		07-07-1987	7.14		27-09-1994	7.77		28-09-2004	8.82
01-04-1980	7.65		27-08-1987	8.64		27-10-1994	7.50		30-11-2004	7.37
01-07-1980	9.63		10-09-1987	8.33		29-11-1994	7.66		13-01-2005	5.68
01-08-1980	9.61		22-03-1988	7.62		29-12-1994	7.59		30-03-2005	4.80
01-09-1980	9.77		19-04-1988	7.71		25-01-1995	7.27		25-05-2005	5.50
01-10-1980	8.21		23-06-1988	3.02		22-02-1995	6.83		21-07-2005	6.01
20-01-1981	1.67		28-07-1988	3.82		26-04-1995	5.46		22-09-2005	6.97
24-02-1981	1.64		31-08-1988	4.72		29-04-1995	6.06		29-11-2005	3.92
31-03-1981	2.26		28-09-1988	5.27		27-05-1995	6.28		12-01-2006	2.81
23-04-1981	2.76		25-10-1988	5.24		27-06-1995	7.22		23-03-2006	4.01
27-05-1981	3.85		25-11-1988	3.05		19-07-1995	7.32		25-05-2006	4.26
16-06-1981	4.13		28-12-1988	2.92		24-08-1995	8.18		20-07-2006	5.55
30-07-1981	6.71		30-01-1989	2.94		26-09-1995	7.92		26-09-2006	8.18
13-08-1981	6.02		27-02-1989	2.88		26-10-1995	8.31		28-11-2006	8.52
29-09-1981	6.43		21-03-1989	2.91		23-11-1995	8.48		25-01-2007	5.28
28-10-1981	7.33		20-04-1989	3.11		29-01-1996	6.98		28-03-2007	2.53
26-11-1981	7.26		16-05-1989	3.40		28-02-1996	6.66		24-05-2007	5.16

Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)
29-12-1981	7.24		24-08-1989	4.32		27-03-1996	5.93		19-07-2007	7.39
26-01-1982	5.47		28-09-1989	4.20		25-04-1996	5.43		26-09-2007	8.65
25-02-1982	5.23		04-10-1989	3.55		15-05-1996	4.62		27-11-2007	6.43
23-03-1982	5.48		17-11-1989	3.61		26-06-1996	5.73		17-01-2008	5.62
29-04-1982	4.54		19-12-1989	3.14		23-07-1996	6.12		13-03-2008	5.47
26-05-1982	4.57		24-01-1990	3.10		28-08-1996	7.01		15-05-2008	7.41
23-06-1982	4.98		27-02-1990	3.09		26-09-1996	7.56		29-07-2008	9.54
14-07-1982	5.30		20-03-1990	3.15		30-10-1996	7.78		30-09-2008	7.92
19-08-1982	6.52		17-04-1990	3.43		20-11-1996	8.07		28-11-2008	6.83
14-09-1982	6.95		15-05-1990	3.62		11-12-1996	7.75		13-01-2009	6.85
28-10-1982	6.89		27-06-1990	4.41		30-01-1997	6.32		10-03-2009	6.41
19-11-1982	5.38		24-07-1990	4.96		26-02-1997	5.91		15-05-2009	7.64
17-12-1982	4.09		30-08-1990	5.51		26-03-1997	6.92		29-09-2009	10.76
20-01-1983	2.39		13-09-1990	5.61		24-04-1997	7.95		26-01-2010	9.26
09-02-1983	3.05		23-10-1990	5.49		29-05-1997	8.31		10-03-2010	7.75
17-03-1983	2.98		14-11-1990	4.97		25-06-1997	9.06		25-05-2010	8.71
21-04-1983	5.67		13-12-1990	3.99		30-07-1997	10.68		20-07-2010	10.07
17-05-1983	4.20		31-01-1991	3.39		27-08-1997	10.73		21-09-2010	10.44
07-06-1983	5.20		26-03-1991	3.50		24-09-1997	10.24			
13-07-1983	6.72		24-04-1991	3.33		29-10-1997	8.10			
03-08-1983	7.76		24-05-1991	3.31		12-05-1998	3.09			
13-09-1983	8.51		27-06-1991	3.89		22-07-1998	3.70			

10.7 Estadística de niveles estáticos pozo Freirina

Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)
27-02-1989	1.29		24-10-1995	0.85		28-09-2005	0.92
31-03-1989	0.86		21-11-1995	0.90		23-11-2005	0.92
21-04-1989	0.75		25-01-1996	1.02		11-01-2006	0.96
24-05-1989	0.72		29-02-1996	1.09		29-03-2006	0.98
24-08-1989	0.93		28-03-1996	1.13		24-05-2006	0.88
28-09-1989	0.93		25-04-1996	1.14		24-07-2006	1.04
27-10-1989	0.75		16-05-1996	1.12		28-09-2006	0.93
28-11-1989	0.74		28-06-1996	1.06		27-11-2006	0.95
20-12-1989	0.73		25-07-1996	1.05		29-01-2007	0.98
22-01-1990	0.86		29-08-1996	1.06		30-03-2007	0.90
26-02-1990	0.79		27-09-1996	1.04		29-05-2007	0.90
21-03-1990	0.90		31-10-1996	1.15		25-07-2007	1.02
24-04-1990	0.92		22-11-1996	1.17		28-09-2007	1.09
29-05-1990	0.83		12-12-1996	1.24		29-11-2007	1.22
26-06-1990	0.80		31-01-1997	1.28		16-01-2008	1.31
24-07-1990	0.71		28-02-1997	1.34		28-03-2008	1.27
30-08-1990	0.68		27-03-1997	1.35		28-05-2008	1.32
25-09-1990	0.72		25-04-1997	1.28		17-07-2008	1.31
23-10-1990	0.70		30-05-1997	1.20		29-09-2008	1.37
30-11-1990	0.76		26-06-1997	1.16		12-11-2008	1.34
13-12-1990	0.74		31-07-1997	1.14		12-01-2009	1.35
17-01-1991	0.80		28-08-1997	1.00		09-03-2009	1.18
27-03-1991	0.75		26-09-1997	1.23		15-05-2009	1.12
25-04-1991	0.70		31-10-1997	1.08		16-09-2009	1.12
22-05-1991	0.88		30-01-1998	1.13		28-01-2010	1.21
27-06-1991	0.64		28-02-1998	1.27		11-03-2010	1.14
26-07-1991	0.78		17-04-1998	1.39		24-05-2010	1.34
30-08-1991	0.81		15-05-1998	1.31		22-07-2010	1.31
27-09-1991	0.75		19-06-1998	1.39		24-09-2010	1.29
25-10-1991	0.77		24-07-1998	1.43		18-11-2010	1.28
27-11-1991	0.79		24-09-1998	1.37		27-01-2011	1.23
16-01-1992	0.87		23-10-1998	1.39		25-03-2011	1.27
27-02-1992	0.82		26-11-1998	1.42		19-05-2011	1.26
25-03-1992	0.81		18-12-1998	1.40		22-07-2011	1.32
24-04-1992	0.75		30-01-1999	1.43		29-09-2011	1.33
14-05-1992	0.72		26-02-1999	1.47		23-11-2011	1.27
24-06-1992	0.71		19-03-1999	1.49		17-01-2012	1.30
30-07-1992	0.53		14-05-1999	1.32		29-03-2012	1.34
26-08-1992	0.50		17-06-1999	1.35		31-05-2012	1.30
14-09-1992	0.52		22-07-1999	1.33		18-07-2012	1.34

Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)
29-10-1992	0.62		19-08-1999	1.33		27-09-2012	1.37
27-11-1992	0.37		23-09-1999	1.32		22-11-2012	1.36
23-12-1992	0.36		11-11-1999	1.32		24-01-2013	1.31
28-01-1993	0.38		16-12-1999	1.33		21-03-2013	1.41
22-02-1993	0.46		13-01-2000	1.31		30-05-2013	1.39
15-03-1993	0.52		24-02-2000	1.33		22-07-2013	0.00
19-04-1993	0.51		23-03-2000	1.36			
10-05-1993	0.56		11-05-2000	1.32			
14-06-1993	0.50		13-07-2000	1.27			
14-07-1993	0.50		12-09-2000	1.18			
17-08-1993	0.53		23-11-2000	1.16			
14-09-1993	0.57		08-03-2001	1.29			
14-10-1993	0.96		10-05-2001	1.20			
11-11-1993	0.95		19-07-2001	1.21			
14-12-1993	0.87		25-01-2002	1.27			
10-01-1994	0.92		21-03-2002	1.25			
10-02-1994	0.89		16-05-2002	1.26			
11-03-1994	0.86		18-07-2002	1.13			
14-04-1994	0.87		12-09-2002	1.11			
06-05-1994	0.91		14-11-2002	1.10			
10-06-1994	0.86		16-01-2003	0.94			
27-07-1994	0.76		27-03-2003	1.16			
26-08-1994	0.75		28-05-2003	1.17			
29-09-1994	0.74		09-07-2003	1.10			
28-10-1994	0.78		29-09-2003	1.15			
22-11-1994	0.79		12-11-2003	1.20			
27-12-1994	0.88		28-01-2004	1.23			
24-01-1995	1.11		16-03-2004	1.18			
21-02-1995	1.02		19-05-2004	1.12			
01-04-1995	0.97		28-07-2004	1.10			
27-04-1995	0.97		29-09-2004	1.14			
26-05-1995	0.94		29-11-2004	1.12			
30-06-1995	0.86		12-01-2005	1.15			
21-07-1995	0.82		29-03-2005	1.14			
22-08-1995	0.80		24-05-2005	1.05			
29-09-1995	0.78		27-07-2005	0.98			

10.8 Estadística de niveles estáticos pozo Hacienda Ventanas

Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)
01-07-1969	1.00		01-07-1980	1.10		04-02-1987	0.97		10-01-1994	1.21		21-03-2002	1.47
29-07-1969	1.06		01-09-1980	0.58		28-04-1987	0.66		10-02-1994	1.18		16-05-2002	1.38
02-09-1969	1.08		01-10-1980	0.83		26-05-1987	0.64		11-03-1994	0.99		18-07-2002	1.17
02-10-1969	0.99		16-01-1981	1.03		24-06-1987	0.50		14-04-1994	0.78		12-09-2002	1.14
03-11-1969	1.09		27-02-1981	0.88		08-07-1987	0.88		06-05-1994	1.02		11-11-2002	1.24
02-12-1969	1.14		17-03-1981	1.15		28-08-1987	1.00		10-06-1994	0.85		13-01-2003	1.02
12-01-1970	1.23		10-04-1981	1.10		09-09-1987	1.00		29-07-1994	0.96		27-03-2003	1.07
09-02-1970	1.19		11-05-1981	1.08		26-10-1987	1.06		26-08-1994	0.98		12-05-2003	1.31
09-03-1970	1.00		08-06-1981	1.15		28-12-1987	0.94		29-09-1994	0.98		09-07-2003	1.22
01-04-1970	1.13		21-07-1981	1.10		28-01-1988	1.09		28-10-1994	1.15		10-09-2003	1.24
04-05-1970	1.17		11-08-1981	1.13		01-03-1988	1.19		22-11-1994	1.05		12-11-2003	1.28
02-06-1970	1.27		25-09-1981	0.95		23-03-1988	1.24		27-12-1994	1.03		13-01-2004	1.31
06-08-1970	1.01		09-10-1981	1.02		27-04-1988	1.27		27-01-1995	1.24		12-03-2004	1.24
03-09-1970	1.00		13-11-1981	1.16		30-05-1988	1.24		21-02-1995	0.72		19-05-2004	1.26
15-10-1970	1.05		11-12-1981	1.19		22-06-1988	0.99		01-04-1995	1.10		22-07-2004	1.14
09-11-1970	1.07		12-01-1982	1.13		26-07-1988	1.06		27-04-1995	1.08		29-09-2004	1.10
09-12-1970	1.11		23-02-1982	0.97		31-08-1988	1.09		23-05-1995	0.85		17-11-2004	1.07
27-01-1971	1.23		18-03-1982	1.03		27-09-1988	1.20		30-06-1995	0.92		12-01-2005	1.30
01-06-1971	1.12		20-04-1982	0.98		25-10-1988	1.16		21-07-1995	0.80		29-03-2005	1.08
01-07-1971	1.04		20-05-1982	1.13		28-11-1988	1.20		22-08-1995	0.78		26-05-2005	1.12
04-08-1971	1.05		25-06-1982	1.12		15-12-1988	1.38		29-09-1995	0.79		27-07-2005	1.22
02-09-1971	1.08		15-07-1982	1.17		26-01-1989	1.40		24-10-1995	0.81		28-09-2005	1.28
06-10-1971	1.11		12-08-1982	1.13		27-02-1989	1.18		21-11-1995	1.07		25-11-2005	1.28
08-12-1971	1.20		14-09-1982	1.12		07-03-1989	1.60		25-01-1996	1.10		11-01-2006	1.23
05-01-1972	1.25		29-10-1982	1.03		21-04-1989	1.57		29-02-1996	1.16		31-03-2006	1.24
07-03-1972	1.18		19-11-1982	1.43		24-05-1989	1.01		28-03-1996	1.18		24-05-2006	1.28

Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)
05-04-1972	1.25		22-12-1982	0.83		01-09-1989	1.12		25-04-1996	1.21		20-07-2006	1.27
04-05-1972	0.96		06-01-1983	1.09		28-09-1989	1.09		16-05-1996	1.01		29-09-2006	1.25
01-06-1972	1.04		28-02-1983	1.28		27-10-1989	0.83		28-06-1996	1.14		28-11-2006	1.29
11-07-1972	0.88		16-03-1983	1.30		28-11-1989	1.31		25-07-1996	1.15		24-01-2007	1.35
19-03-1973	0.54		20-04-1983	0.80		20-12-1989	1.40		29-08-1996	1.75		30-03-2007	1.30
14-04-1973	0.90		11-05-1983	1.10		22-01-1990	1.41		27-09-1996	1.96		25-05-2007	1.25
27-05-1973	0.91		07-06-1983	1.00		26-02-1990	1.43		31-10-1996	2.01		18-07-2007	1.27
24-06-1973	0.88		14-07-1983	1.05		21-03-1990	1.14		22-11-1996	2.03		26-09-2007	1.41
20-07-1973	0.87		11-08-1983	1.10		24-04-1990	1.41		12-12-1996	2.20		27-11-2007	1.54
24-08-1973	0.96		15-09-1983	1.06		29-05-1990	1.00		31-01-1997	1.59		30-01-2008	1.60
16-11-1973	1.01		20-10-1983	0.71		25-06-1990	1.13		28-02-1997	1.55		27-03-2008	1.63
18-12-1973	1.14		17-11-1983	0.73		25-07-1990	1.15		27-03-1997	1.52		14-05-2008	1.54
18-01-1974	1.27		13-12-1983	0.79		30-08-1990	1.04		25-04-1997	1.73		18-07-2008	1.43
03-08-1974	1.03		17-01-1984	0.87		25-09-1990	1.12		30-05-1997	1.82		29-09-2008	1.34
04-09-1974	1.03		07-02-1984	1.25		22-10-1990	1.04		26-06-1997	1.80		12-11-2008	1.40
12-10-1974	1.01		23-03-1984	1.18		30-11-1990	1.51		31-07-1997	1.99		12-01-2009	1.43
25-11-1974	1.14		17-04-1984	1.12		27-12-1990	1.20		28-08-1997	1.52		10-03-2009	1.38
24-01-1975	1.19		18-05-1984	0.91		17-01-1991	1.26		26-09-1997	1.44		15-05-2009	1.40
05-03-1975	1.24		12-06-1984	0.81		27-03-1991	0.95		31-10-1997	1.15		29-09-2009	1.32
01-05-1975	1.13		25-07-1984	0.79		25-04-1991	1.15		30-01-1998	1.10		25-01-2010	1.37
14-06-1975	0.97		22-08-1984	1.00		22-05-1991	0.86		28-02-1998	1.51		08-03-2010	1.20
25-08-1975	0.87		12-09-1984	0.86		26-06-1991	0.84		17-04-1998	1.46		25-05-2010	1.15
22-09-1975	1.04		24-10-1984	0.84		26-07-1991	1.12		15-05-1998	1.45		19-07-2010	1.21
17-10-1975	0.97		14-11-1984	1.05		29-08-1991	1.02		19-06-1998	1.43		24-09-2010	1.15
13-11-1975	1.27		19-12-1984	1.11		27-09-1991	1.14		24-07-1998	1.42		18-11-2010	1.20
13-12-1975	1.18		16-01-1985	1.13		25-10-1991	0.94		24-09-1998	1.41		24-01-2011	1.30
22-01-1976	1.33		28-02-1985	0.92		28-11-1991	0.96		23-10-1998	1.43		24-03-2011	1.21
19-02-1976	1.35		27-03-1985	0.94		16-01-1992	1.24		26-11-1998	1.37		16-05-2011	1.20
20-03-1976	1.13		26-04-1985	0.95		27-02-1992	0.82		18-12-1998	1.47		18-07-2011	1.18
25-05-1976	1.14		30-05-1985	1.10		25-03-1992	1.00		30-01-1999	1.50		26-09-2011	1.22
23-06-1976	1.11		10-06-1985	1.13		24-04-1992	1.05		26-02-1999	1.32		24-11-2011	1.19
21-07-1976	1.13		10-07-1985	1.12		14-05-1992	0.94		19-03-1999	1.29		17-01-2012	1.23
23-08-1976	1.09		14-08-1985	1.10		24-06-1992	1.00		14-05-1999	1.54		26-03-2012	1.21
05-11-1976	1.18		10-09-1985	1.08		30-07-1992	0.92		17-06-1999	1.27		31-05-2012	1.25
03-12-1976	1.22		14-10-1985	1.10		26-08-1992	1.00		22-07-1999	1.23		18-07-2012	1.26
31-01-1977	1.24		29-11-1985	0.82		14-09-1992	1.01		19-08-1999	1.44		24-09-2012	1.30
21-02-1977	1.25		18-12-1985	1.20		29-10-1992	1.02		23-09-1999	1.53		19-11-2012	1.04
30-01-1979	0.47		10-01-1986	1.18		27-11-1992	0.95		11-11-1999	1.61		24-01-2013	1.20
27-02-1979	0.42		18-02-1986	1.05		23-12-1992	0.94		16-12-1999	1.63		18-03-2013	1.73
29-03-1979	1.07		11-03-1986	1.05		28-01-1993	1.05		13-01-2000	1.74		29-05-2013	1.21
09-04-1979	0.56		15-04-1986	1.18		22-02-1993	1.09		24-02-2000	1.72		22-07-2013	1.16
31-05-1979	0.55		15-05-1986	1.16		15-03-1993	1.01		23-03-2000	1.69			
29-06-1979	0.78		30-06-1986	1.01		10-05-1993	1.00		11-05-2000	1.49			
20-07-1979	0.53		15-07-1986	1.00		14-06-1993	0.95		13-07-2000	1.43			
09-11-1979	1.08		29-08-1986	1.00		14-07-1993	0.89		14-09-2000	1.25			
01-01-1980	0.62		25-09-1986	0.88		17-08-1993	0.84		23-11-2000	1.60			
01-02-1980	0.78		28-10-1986	0.98		14-09-1993	0.86		08-03-2001	1.67			
10-03-1980	0.86		07-11-1986	0.80		14-10-1993	1.05		10-05-2001	1.66			
01-04-1980	0.83		15-12-1986	0.87		11-11-1993	0.98		19-07-2001	1.74			
01-06-1980	0.98		13-01-1987	0.77		14-12-1993	1.18		25-01-2002	1.52			

10.9 Estadística de niveles estáticos pozo Huasco Alto

Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)
01-07-1969	11.75		01-07-1980	11.04		07-11-1986	9.56		10-02-1994	8.15		18-07-2002	8.84
29-07-1969	11.77		01-08-1980	11.47		15-12-1986	9.71		11-03-1994	8.48		12-09-2002	8.72
02-09-1969	11.53		01-09-1980	10.89		13-01-1987	9.36		14-04-1994	8.21		14-11-2002	8.67
02-10-1969	11.77		01-10-1980	11.06		04-02-1987	9.47		06-05-1994	8.54		16-01-2003	8.01
03-11-1969	11.43		01-11-1980	1.01		28-04-1987	8.95		10-06-1994	8.95		27-03-2003	7.62
02-12-1969	11.77		01-12-1980	0.95		26-05-1987	9.30		29-07-1994	9.32		28-05-2003	0.00
12-01-1970	11.72		15-01-1981	9.67		09-06-1987	9.59		26-08-1994	6.39		31-07-2003	0.00
09-02-1970	11.76		25-02-1981	9.32		08-07-1987	9.73		29-09-1994	8.25		29-09-2003	8.44
09-03-1970	11.90		24-03-1981	10.01		09-09-1987	10.43		28-10-1994	8.12		12-11-2003	8.02
01-04-1970	11.90		16-04-1981	10.73		26-10-1987	10.41		22-11-1994	8.05		28-01-2004	7.56

Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)
02-06-1970	11.92		07-05-1981	10.24		26-11-1987	9.60		27-12-1994	8.29		16-03-2004	7.61
04-08-1970	11.88		19-06-1981	10.19		28-12-1987	9.76		24-01-1995	8.04		19-05-2004	7.85
06-08-1970	11.71		13-07-1981	10.49		28-01-1988	10.11		21-02-1995	8.75		28-07-2004	7.97
07-09-1970	11.83		18-08-1981	10.54		12-02-1988	10.11		01-04-1995	8.55		29-09-2004	8.72
15-10-1970	12.60		30-09-1981	11.17		23-03-1988	10.19		27-04-1995	7.52		29-11-2004	6.88
09-11-1970	11.76		30-10-1981	10.77		27-04-1988	10.24		26-05-1995	6.98		12-01-2005	7.11
09-12-1970	11.93		27-11-1981	10.48		30-05-1988	9.88		30-06-1995	7.29		29-03-2005	6.67
27-01-1971	12.39		09-12-1981	10.49		22-06-1988	9.78		21-07-1995	7.57		24-05-2005	7.25
01-06-1971	11.96		29-01-1982	10.59		26-07-1988	9.99		22-08-1995	7.68		27-07-2005	8.44
01-07-1971	11.90		01-02-1982	11.23		05-08-1988	9.97		29-09-1995	8.10		28-09-2005	8.16
04-08-1971	11.82		26-03-1982	11.18		23-09-1988	11.86		24-10-1995	8.64		23-11-2005	7.50
02-09-1971	11.71		27-04-1982	10.89		25-10-1988	9.92		21-11-1995	8.86		11-01-2006	6.99
06-10-1971	11.49		25-05-1982	10.95		28-11-1988	10.56		25-01-1996	9.27		29-03-2006	7.48
08-12-1971	11.59		24-06-1982	11.20		15-12-1988	9.96		29-02-1996	9.61		24-05-2006	8.25
05-01-1972	11.48		12-07-1982	11.22		26-01-1989	9.06		28-03-1996	9.80		24-07-2006	8.49
07-03-1972	11.52		13-08-1982	11.20		09-02-1989	8.94		25-04-1996	10.06		28-09-2006	8.07
05-04-1972	11.58		14-09-1982	11.50		07-03-1989	10.51		16-05-1996	10.02		27-11-2006	7.21
04-05-1972	11.74		26-10-1982	11.30		19-04-1989	8.91		28-06-1996	10.07		29-01-2007	6.96
01-06-1972	12.28		19-11-1982	11.17		24-05-1989	7.87		25-07-1996	10.07		30-03-2007	6.28
11-07-1972	11.97		22-12-1982	10.34		28-11-1989	8.90		29-08-1996	9.19		29-05-2007	7.40
15-01-1973	8.92		06-01-1983	10.38		20-12-1989	8.85		27-09-1996	9.14		25-07-2007	8.22
19-03-1973	10.09		28-02-1983	10.50		22-01-1990	8.45		31-10-1996	9.38		28-09-2007	9.38
14-04-1973	9.57		16-03-1983	10.12		26-02-1990	9.19		22-11-1996	9.36		29-11-2007	9.33
27-05-1973	9.77		05-04-1983	10.12		21-03-1990	9.14		12-12-1996	9.20		16-01-2008	8.09
24-06-1973	10.39		11-05-1983	9.85		24-04-1990	8.96		31-01-1997	9.14		28-03-2008	7.35
20-07-1973	10.59		09-06-1983	9.84		29-05-1990	9.14		28-02-1997	9.17		28-05-2008	8.00
24-08-1973	9.91		14-07-1983	9.89		26-06-1990	9.20		27-03-1997	9.54		17-07-2008	9.02
15-11-1973	10.81		11-08-1983	10.35		25-07-1990	9.62		25-04-1997	9.56		29-09-2008	8.16
17-12-1973	11.17		15-09-1983	10.61		30-08-1990	10.14		30-05-1997	9.30		12-11-2008	7.94
18-01-1974	11.47		17-10-1983	10.55		25-09-1990	9.65		26-06-1997	9.21		12-01-2009	7.47
03-08-1974	11.04		14-11-1983	10.12		08-10-1990	9.62		31-07-1997	9.82		09-03-2009	6.86
04-09-1974	11.13		13-12-1983	9.62		30-11-1990	9.55		28-08-1997	8.64		15-05-2009	7.79
12-10-1974	11.23		17-01-1984	9.40		27-12-1990	9.05		26-09-1997	10.17		16-09-2009	9.50
25-11-1974	11.50		07-02-1984	9.55		17-01-1991	9.52		31-10-1997	10.61		28-01-2010	8.08
24-01-1975	12.44		23-03-1984	9.42		27-03-1991	10.25		30-01-1998	9.75		11-03-2010	10.74
05-03-1975	11.48		17-04-1984	9.47		25-04-1991	9.92		28-02-1998	8.81		24-05-2010	6.52
01-05-1975	11.42		18-05-1984	10.07		22-05-1991	9.57		17-04-1998	8.97		22-07-2010	7.83
14-06-1975	11.49		13-06-1984	10.06		26-06-1991	9.40		15-05-1998	8.62		24-09-2010	6.99
25-08-1975	10.69		25-07-1984	9.96		27-09-1991	9.46		19-06-1998	8.34		18-11-2010	6.84
22-09-1975	10.48		22-08-1984	10.71		25-10-1991	9.46		24-09-1998	8.87		27-01-2011	7.24
17-10-1975	10.72		12-09-1984	10.63		28-11-1991	9.49		23-10-1998	8.72		25-03-2011	7.76
13-11-1975	12.08		24-10-1984	10.26		16-01-1992	9.33		26-11-1998	7.87		19-05-2011	7.79
13-12-1975	11.37		14-11-1984	10.14		27-02-1992	10.21		18-12-1998	7.98		22-07-2011	8.34
22-01-1976	11.63		19-12-1984	10.14		25-03-1992	9.76		30-01-1999	7.99		29-09-2011	8.31
19-02-1976	11.92		15-01-1985	10.50		24-04-1992	9.83		26-02-1999	8.14		23-11-2011	8.29
20-03-1976	12.31		28-02-1985	10.21		14-05-1992	9.77		19-03-1999	7.95		17-01-2012	7.89
25-05-1976	12.05		26-03-1985	9.47		24-06-1992	9.95		14-05-1999	8.16		29-03-2012	7.95
23-06-1976	12.26		26-04-1985	9.53		30-07-1992	10.30		17-06-1999	8.79		31-05-2012	8.00
21-07-1976	12.44		30-05-1985	9.66		26-08-1992	9.99		22-07-1999	7.94		18-07-2012	8.27
23-08-1976	12.10		10-06-1985	9.79		14-09-1992	10.14		19-08-1999	8.14		27-09-2012	8.17
05-11-1976	12.12		08-07-1985	10.11		29-10-1992	9.76		23-09-1999	8.24		22-11-2012	8.00
03-12-1976	12.14		12-08-1985	10.73		27-11-1992	8.99		11-11-1999	9.01		24-01-2013	7.35
31-01-1977	12.26		10-09-1985	10.94		23-12-1992	9.02		16-12-1999	8.24		21-03-2013	7.38
21-02-1977	12.55		14-10-1985	10.60		28-01-1993	8.25		13-01-2000	8.23		30-05-2013	7.14
30-01-1979	9.23		28-11-1985	10.53		22-02-1993	8.29		24-02-2000	1.23		22-07-2013	8.85
27-02-1979	9.15		18-12-1985	10.68		15-03-1993	8.03		23-03-2000	1.26			
29-03-1979	9.17		10-01-1986	10.42		19-04-1993	1.04		11-05-2000	9.08			
09-04-1979	9.19		18-02-1986	10.23		10-05-1993	8.27		13-07-2000	8.97			
01-06-1979	9.23		13-03-1986	10.40		14-06-1993	8.07		14-09-2000	0.77			
29-06-1979	9.22		15-04-1986	10.21		14-07-1993	8.37		23-11-2000	0.67			
20-07-1979	9.24		15-05-1986	10.36		17-08-1993	8.72		08-03-2001	7.38			
06-11-1979	9.92		18-06-1986	9.83		14-09-1993	9.39		10-05-2001	7.69			
01-01-1980	10.04		15-07-1986	9.98		11-10-1993	9.21		19-07-2001	0.98			
01-02-1980	11.43		27-08-1986	10.36		11-11-1993	8.51		25-01-2002	7.88			
11-03-1980	11.22		23-09-1986	10.38		14-12-1993	9.06		21-03-2002	7.51			
01-06-1980	10.97		28-10-1986	9.76		10-01-1994	8.60		16-05-2002	7.79			

10.10 Estadística de niveles estáticos pozo Huasco Alto C2

Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)
01-07-1969	0.90		01-07-1980	0.80		16-01-1992	0.49		23-10-1998	0.28		29-09-2011	1.95
29-07-1969	0.69		01-08-1980	0.72		27-02-1992	0.58		26-11-1998	0.25		23-11-2011	2.01
02-09-1969	0.76		01-09-1980	0.93		25-03-1992	0.58		18-12-1998	0.28		17-01-2012	2.01
02-10-1969	0.75		01-10-1980	0.93		24-04-1992	0.25		30-01-1999	0.50		29-03-2012	1.96
03-11-1969	0.78		12-08-1985	1.10		14-05-1992	0.18		26-02-1999	0.54		31-05-2012	1.97
02-12-1969	1.04		10-09-1985	1.09		24-06-1992	0.31		19-03-1999	0.60		18-07-2012	2.01
12-01-1970	1.49		14-10-1985	1.13		30-07-1992	0.18		14-05-1999	0.71		27-09-2012	2.09
09-02-1970	1.60		28-11-1985	1.20		26-08-1992	0.15		17-06-1999	0.79		22-11-2012	2.13
09-03-1970	1.39		18-12-1985	1.22		14-09-1992	0.23		22-07-1999	0.88		24-01-2013	2.04
01-04-1970	1.46		10-01-1986	1.53		29-10-1992	0.25		19-08-1999	0.91		21-03-2013	2.12
04-05-1970	1.42		18-02-1986	1.28		27-11-1992	0.17		23-09-1999	0.98		30-05-2013	2.09
02-06-1970	1.30		13-03-1986	1.32		23-12-1992	0.21		11-11-1999	1.04		22-07-2013	2.20
06-08-1970	0.93		15-04-1986	1.30		28-01-1993	0.28		16-12-1999	1.13			
03-09-1970	0.99		15-05-1986	1.36		22-02-1993	0.26		13-01-2000	1.20			
15-10-1970	1.04		18-06-1986	1.41		15-03-1993	0.30		24-02-2000	8.02			
09-11-1970	1.14		15-07-1986	1.43		09-04-1993	0.30		11-05-2000	1.30			
09-12-1970	1.50		27-08-1986	1.49		10-05-1993	0.34		13-07-2000	0.65			
27-01-1971	2.31		23-09-1986	1.50		14-06-1993	0.25		08-03-2001	0.32			
01-06-1971	1.34		28-10-1986	0.28		14-07-1993	0.29		10-05-2001	0.34			
01-07-1971	1.27		07-11-1986	0.28		17-08-1993	0.16		25-01-2002	1.12			
04-08-1971	0.93		15-12-1986	0.38		14-09-1993	0.24		21-03-2002	1.15			
02-09-1971	0.97		13-01-1987	0.45		14-10-1993	0.18		16-05-2002	0.82			
06-10-1971	0.91		04-02-1987	0.19		11-11-1993	0.16		18-07-2002	1.02			
08-12-1971	0.97		28-04-1987	0.37		14-12-1993	0.30		12-09-2002	1.07			
05-01-1972	1.01		26-05-1987	0.30		10-01-1994	0.37		14-11-2002	1.05			
07-03-1972	0.94		09-06-1987	0.47		10-02-1994	0.42		16-01-2003	1.06			
05-04-1972	0.96		08-07-1987	0.54		11-03-1994	0.48		27-03-2003	1.08			
04-05-1972	1.08		21-08-1987	0.24		14-04-1994	0.55		29-05-2003	1.21			
01-06-1972	1.12		09-09-1987	0.27		06-05-1994	0.59		31-07-2003	1.31			
11-07-1972	0.52		26-10-1987	0.39		10-06-1994	0.66		29-09-2003	1.35			
15-01-1973	0.16		26-11-1987	0.41		29-07-1994	0.18		12-11-2003	1.41			
19-03-1973	0.43		28-12-1987	0.50		26-08-1994	0.23		28-01-2004	1.47			
14-04-1973	0.48		28-01-1988	0.59		29-09-1994	0.20		16-03-2004	1.52			
27-05-1973	0.59		12-02-1988	0.57		28-10-1994	0.24		19-05-2004	1.55			
24-06-1973	0.62		23-03-1988	0.71		22-11-1994	0.29		28-07-2004	1.35			
20-07-1973	0.55		27-04-1988	0.73		27-12-1994	0.35		29-09-2004	1.29			
24-08-1973	0.16		30-05-1988	0.87		24-01-1995	0.41		29-11-2004	1.21			
15-11-1973	0.18		22-06-1988	0.85		21-02-1995	0.45		12-01-2005	1.24			
17-12-1973	0.74		26-07-1988	0.98		01-04-1995	0.55		29-03-2005	1.21			
18-01-1974	0.97		05-08-1988	1.01		27-04-1995	0.58		24-05-2005	1.25			
03-08-1974	0.39		23-09-1988	1.05		26-05-1995	0.63		27-07-2005	1.43			
04-09-1974	0.44		25-10-1988	1.03		30-06-1995	0.67		28-09-2005	1.47			
12-10-1974	0.50		28-11-1988	1.10		21-07-1995	0.19		23-11-2005	1.53			
25-11-1974	0.57		15-12-1988	1.12		22-08-1995	0.18		11-01-2006	1.55			
24-01-1975	0.75		26-01-1989	1.13		29-09-1995	0.19		29-03-2006	1.52			
05-03-1975	0.87		09-02-1989	1.23		24-10-1995	0.19		24-05-2006	1.58			
01-05-1975	0.98		07-03-1989	1.26		21-11-1995	0.24		24-07-2006	1.65			
14-06-1975	0.62		19-04-1989	1.25		25-01-1996	0.38		28-09-2006	1.62			
25-08-1975	0.25		24-05-1989	0.94		29-02-1996	0.45		27-11-2006	1.72			
22-09-1975	0.27		01-09-1989	1.12		28-03-1996	0.52		29-01-2007	1.55			
17-10-1975	0.14		28-09-1989	1.17		25-04-1996	0.19		30-03-2007	1.58			
13-11-1975	0.22		24-10-1989	1.05		16-05-1996	0.22		29-05-2007	2.00			
13-12-1975	0.30		28-11-1989	1.21		28-06-1996	0.20		25-07-2007	2.08			
22-01-1976	0.43		20-12-1989	1.22		25-07-1996	0.21		28-09-2007	1.94			
19-02-1976	0.53		22-01-1990	1.24		29-08-1996	0.14		29-11-2007	1.88			
20-03-1976	0.69		26-02-1990	1.28		27-09-1996	0.20		16-01-2008	1.78			
25-05-1976	0.86		21-03-1990	1.31		31-10-1996	0.28		28-03-2008	1.72			
23-06-1976	0.84		24-04-1990	1.26		22-11-1996	0.31		28-05-2008	1.81			
21-07-1976	0.91		29-05-1990	1.31		12-12-1996	0.34		17-07-2008	1.63			
23-08-1976	0.92		26-06-1990	1.36		31-01-1997	0.43		29-09-2008	1.86			
05-11-1976	1.63		25-07-1990	1.21		28-02-1997	0.48		12-11-2008	1.76			

03-12-1976	1.70		30-08-1990	1.29		27-03-1997	0.51		12-01-2009	1.68			
31-01-1977	1.73		25-09-1990	1.30		25-04-1997	0.66		09-03-2009	1.66			
21-02-1977	1.72		24-10-1990	1.23		30-05-1997	0.60		15-05-2009	1.64			
30-01-1979	0.10		30-11-1990	1.31		26-06-1997	0.57		16-09-2009	1.64			
27-02-1979	0.15		27-12-1990	1.25		31-07-1997	0.55		15-10-2009	1.63			
29-03-1979	0.13		17-01-1991	1.31		28-08-1997	0.19		28-01-2010	1.83			
09-04-1979	0.16		27-03-1991	1.30		26-09-1997	0.22		11-03-2010	1.71			
01-06-1979	0.15		25-04-1991	1.30		31-10-1997	0.25		24-05-2010	1.73			
29-06-1979	0.13		22-05-1991	1.29		30-01-1998	0.40		22-07-2010	1.95			
20-07-1979	0.14		26-06-1991	1.17		28-02-1998	0.51		24-09-2010	1.82			
01-01-1980	0.34		26-07-1991	0.25		17-04-1998	0.56		18-11-2010	1.91			
01-02-1980	0.50		29-08-1991	0.35		15-05-1998	0.31		27-01-2011	1.92			
11-03-1980	0.69		27-09-1991	0.20		19-06-1998	0.28		25-03-2011	2.05			
01-04-1980	0.67		25-10-1991	0.27		24-07-1998	0.41		19-05-2011	2.06			
01-06-1980	0.72		28-11-1991	0.35		24-09-1998	0.24		22-07-2011	2.06			

10.11 Estadística de niveles estáticos pozo Olivarera Huasco d-13

Fecha	**Nivel (m)**		**Fecha**	**Nivel (m)**		**Fecha**	**Nivel (m)**
19-04-1989	0.11		25-04-1996	0.48		28-09-2006	-0.30
24-05-1989	-0.16		16-05-1996	0.48		27-11-2006	-0.24
24-08-1989	-0.32		28-06-1996	0.45		29-01-2007	-0.60
28-09-1989	-0.32		25-07-1996	0.43		30-03-2007	-0.09
04-10-1989	-0.32		29-08-1996	0.37		29-05-2007	0.19
28-11-1989	-0.32		27-09-1996	0.33		25-07-2007	0.20
19-12-1989	-0.32		31-10-1996	0.35		28-09-2007	0.27
22-01-1990	-0.32		22-11-1996	0.22		29-11-2007	0.06
26-02-1990	-0.32		12-12-1996	0.14		16-01-2008	0.10
21-03-1990	-0.32		31-01-1997	0.06		28-03-2008	0.05
24-04-1990	-0.32		28-02-1997	-0.06		28-05-2008	0.01
29-05-1990	-0.32		27-03-1997	-0.07		17-07-2008	0.00
26-06-1990	-0.32		25-04-1997	-0.04		29-09-2008	-0.12
24-07-1990	-0.29		30-05-1997	-0.07		12-11-2008	-0.15
30-08-1990	-0.32		26-06-1997	-0.11		12-01-2009	-0.32
25-09-1990	-0.32		31-07-1997	-0.09		09-03-2009	-0.32
23-10-1990	-0.32		28-08-1997	-0.15		15-05-2009	-0.32
30-11-1990	-0.32		26-09-1997	-0.13		16-09-2009	-0.32
27-12-1990	-0.32		31-10-1997	-0.10		28-01-2010	0.00
17-01-1991	-0.32		30-01-1998	0.29		11-03-2010	0.00
27-03-1991	-0.32		28-02-1998	0.27		24-05-2010	0.00
25-04-1991	-0.32		17-04-1998	0.31		22-07-2010	0.00
22-05-1991	0.51		15-05-1998	0.12		24-09-2010	0.00
26-06-1991	0.59		19-06-1998	-0.03		18-11-2010	0.00
26-07-1991	0.21		24-07-1998	-0.12		27-01-2011	-0.32
30-08-1991	-0.32		24-09-1998	0.17		25-03-2011	-0.32
27-09-1991	-0.32		23-10-1998	-0.22		19-05-2011	0.00
25-10-1991	-0.32		26-11-1998	-0.27		22-07-2011	0.00
28-11-1991	-0.32		18-12-1998	-0.26		29-09-2011	0.00
27-02-1992	-0.02		30-01-1999	-0.28		23-11-2011	0.00
25-03-1992	-0.32		26-02-1999	-0.24		17-01-2012	0.00
14-05-1992	-0.32		19-03-1999	-0.17		29-03-2012	0.00
24-06-1992	-0.32		14-05-1999	-0.09		31-05-2012	0.00
30-07-1992	-0.32		17-06-1999	-0.05		18-07-2012	0.00
26-08-1992	-0.32		22-07-1999	-0.07		27-09-2012	0.28
14-09-1992	-0.32		19-08-1999	-0.09		22-11-2012	0.27
29-10-1992	-0.32		23-09-1999	-0.11		24-01-2013	0.00
27-11-1992	-0.32		11-11-1999	0.19		21-03-2013	0.00
23-12-1992	-0.32		16-12-1999	0.31		30-05-2013	0.00
28-01-1993	-0.32		13-01-2000	0.39		22-07-2013	0.43
22-02-1993	-0.32		24-02-2000	0.47			
15-03-1993	-0.32		23-03-2000	0.33			
27-04-1993	-0.32		11-05-2000	0.20			
10-05-1993	-0.32		13-07-2000	0.09			
14-06-1993	-0.32		14-09-2000	0.36			
14-07-1993	-0.32		08-03-2001	0.20			
17-08-1993	-0.32		10-05-2001	-0.25			
14-09-1993	-0.32		19-07-2001	0.00			

Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)
14-10-1993	-0.27		25-01-2002	0.10			
11-11-1993	-0.30		21-03-2002	0.06			
10-01-1994	-0.32		16-05-2002	0.00			
10-02-1994	-0.12		18-07-2002	0.00			
11-03-1994	-0.14		12-09-2002	0.00			
14-04-1994	-0.20		14-11-2002	0.00			
06-05-1994	-0.18		16-01-2003	0.00			
10-06-1994	-0.16		27-03-2003	0.00			
29-07-1994	-0.12		28-05-2003	0.00			
26-08-1994	-0.10		31-07-2003	-0.12			
29-09-1994	-0.32		29-09-2003	-0.01			
28-10-1994	-0.32		12-11-2003	0.02			
22-11-1994	-0.32		28-01-2004	0.04			
27-12-1994	-0.32		16-03-2004	0.13			
24-01-1995	-0.30		19-05-2004	0.10			
21-02-1995	-0.32		28-07-2004	0.05			
01-04-1995	-0.01		29-09-2004	0.02			
27-04-1995	0.00		29-11-2004	0.09			
26-05-1995	0.04		12-01-2005	0.16			
30-06-1995	0.00		29-03-2005	0.04			
19-07-1995	0.02		24-05-2005	0.01			
22-08-1995	0.04		27-07-2005	0.06			
29-09-1995	-0.18		28-09-2005	-0.32			
24-10-1995	-0.20		23-11-2005	-0.32			
21-11-1995	-0.22		11-01-2006	0.00			
25-01-1996	0.14		29-03-2006	0.00			
29-02-1996	0.26		24-05-2006	0.00			
28-03-1996	0.38		24-07-2006	0.00			

10.12 Estadística de niveles estáticos pozo Ramadillas

Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)
10-05-1975	0.54		13-12-1990	0.28		20-03-2002	0.00
15-06-1975	0.90		17-01-1991	0.43		14-05-2002	0.00
25-08-1975	0.93		26-03-1991	0.24		17-07-2002	0.00
22-09-1975	0.48		24-04-1991	0.39		10-09-2002	0.00
13-11-1975	0.86		22-05-1991	0.41		13-11-2002	0.00
19-02-1976	0.87		27-06-1991	0.49		14-01-2003	0.00
20-03-1976	0.91		25-07-1991	0.54		25-03-2003	0.00
25-05-1976	1.38		30-08-1991	-0.37		13-05-2003	0.00
23-06-1976	1.34		27-09-1991	-0.37		29-07-2003	0.00
23-08-1976	1.29		25-10-1991	-0.37		10-09-2003	0.00
05-11-1976	0.89		27-11-1991	-0.37		11-11-2003	0.00
03-12-1976	0.75		13-02-1992	-0.39		14-01-2004	0.00
31-01-1977	0.76		31-03-1992	-0.37		11-03-2004	0.00
21-02-1977	0.78		24-04-1992	-0.42		29-07-2004	0.00
29-01-1979	-0.31		10-05-1993	8.63		28-09-2004	0.00
26-02-1979	-0.33		30-08-1994	-0.56		25-05-2005	19.28
28-03-1979	-0.28		27-09-1994	-0.56		22-09-2005	0.87
10-04-1979	-0.26		27-10-1994	-0.56		25-05-2006	1.89
30-05-1979	0.59		29-11-1994	-0.56		20-07-2006	1.30
01-07-1979	1.33		29-12-1994	-0.56		29-09-2006	1.35
02-07-1979	0.57		25-01-1995	-0.56		28-11-2006	1.48
11-07-1979	0.54		22-02-1995	-0.56		25-01-2007	1.56
08-11-1979	0.87		01-04-1995	-0.56		28-03-2007	0.17
01-01-1980	0.78		26-04-1995	-0.56		25-05-2007	1.24
01-02-1980	0.79		27-05-1995	-0.56		19-07-2007	0.88
12-03-1980	0.84		27-06-1995	-0.56		13-03-2008	1.45
01-06-1980	1.28		19-07-1995	-0.56		15-05-2008	1.45
01-08-1980	1.05		24-08-1995	-0.56		18-07-2008	2.53
01-09-1980	0.79		26-10-1995	-0.56		28-11-2008	1.78
01-10-1980	1.56		23-11-1995	-0.56		15-05-2009	2.79
29-04-1981	0.83		29-01-1996	-0.48		29-09-2009	2.73
27-05-1981	0.87		28-02-1996	0.51		25-05-2010	1.40

Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)
17-06-1981	0.94		27-03-1996	-0.56		23-09-2010	1.29
29-07-1981	0.34		25-04-1996	-0.56		27-09-2011	17.64
13-08-1981	1.01		15-05-1996	-0.56		29-05-2012	1.65
28-09-1981	1.03		26-06-1996	-0.56		19-03-2013	23.17
28-10-1981	0.96		23-07-1996	-0.56			
26-11-1981	1.01		29-08-1996	-0.56			
14-12-1981	1.00		09-09-1996	0.00			
28-01-1982	0.99		30-10-1996	0.00			
24-02-1982	0.98		20-11-1996	-0.41			
23-03-1982	0.80		11-12-1996	12.55			
28-04-1982	1.04		30-01-1997	6.34			
26-05-1982	1.00		26-02-1997	5.50			
14-07-1982	0.81		26-03-1997	5.69			
14-09-1982	1.31		24-04-1997	9.83			
16-03-1983	1.08		29-05-1997	8.84			
21-04-1983	0.61		25-06-1997	8.76			
11-08-1983	1.26		30-07-1997	8.69			
13-09-1983	1.34		27-08-1997	8.43			
19-12-1985	1.14		24-09-1997	8.33			
31-01-1986	1.09		29-10-1997	8.45			
19-02-1986	1.10		15-04-1998	-0.56			
13-03-1986	0.96		18-06-1998	-0.56			
16-04-1986	1.20		24-09-1998	0.56			
16-05-1986	1.15		21-10-1998	-0.56			
18-06-1986	1.18		26-11-1998	-0.56			
17-07-1986	1.14		18-12-1998	-0.56			
29-08-1986	1.14		28-01-1999	-0.56			
24-09-1986	1.01		24-02-1999	-0.56			
29-10-1986	0.84		15-05-1999	-0.56			
26-11-1986	0.96		17-06-1999	-0.56			
16-12-1986	0.94		21-07-1999	-0.56			
14-01-1987	1.06		17-08-1999	-0.56			
26-02-1987	1.12		23-09-1999	-0.56			
28-04-1987	1.29		12-01-2000	0.00			
27-05-1987	1.29		23-02-2000	-0.56			
09-06-1987	1.38		21-03-2000	-0.56			
07-07-1987	1.42		09-05-2000	0.00			
21-04-1989	0.54		12-07-2000	0.00			
16-05-1989	0.52		13-09-2000	-0.56			
24-08-1989	0.27		22-11-2000	0.00			
30-08-1990	0.40		07-03-2001	0.00			
25-09-1990	0.38		08-05-2001	0.00			
24-10-1990	0.39		18-07-2001	0.00			
14-11-1990	0.32		24-01-2002	0.00			

10.13 Estadística de niveles estáticos pozo San Félix

Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)
31-03-1989	4.92		23-07-1996	8.30		21-06-2007	8.01
21-04-1989	4.93		27-08-1996	8.57		26-07-2007	7.72
30-05-1989	5.62		25-09-1996	7.72		28-08-2007	8.00
24-08-1989	6.75		29-10-1996	7.27		27-09-2007	7.35
07-09-1989	6.98		20-11-1996	7.41		30-10-2007	6.69
24-10-1989	5.52		10-12-1996	7.45		28-11-2007	5.53
22-11-1989	5.60		29-01-1997	7.12		27-12-2007	5.59
19-12-1989	5.49		26-02-1997	6.59		30-01-2008	5.68
24-01-1990	5.58		25-03-1997	6.58		28-02-2008	5.98
27-02-1990	5.17		23-04-1997	7.05		28-03-2008	6.07
20-03-1990	5.08		28-05-1997	8.48		30-04-2008	7.31
25-04-1990	5.92		24-06-1997	8.31		30-06-2008	7.73
29-05-1990	6.04		29-07-1997	8.93		18-07-2008	8.22
27-06-1990	6.33		26-08-1997	8.51		13-08-2008	7.75
24-07-1990	7.16		23-09-1997	7.38		11-09-2008	6.53
30-08-1990	6.78		28-10-1997	6.76		14-10-2008	6.72

25-09-1990	6.52		28-01-1998	7.07		13-11-2008	5.52
23-10-1990	6.70		25-02-1998	7.67		30-12-2008	4.97
14-11-1990	6.62		14-04-1998	8.23		29-01-2009	4.97
13-12-1990	6.47		13-05-1998	8.96		12-02-2009	5.00
10-01-1991	6.95		17-06-1998	9.03		11-03-2009	5.03
21-03-1991	5.83		21-07-1998	9.44		14-04-2009	4.98
24-04-1991	5.79		22-09-1998	10.22		15-05-2009	5.08
28-05-1991	6.13		20-10-1998	9.40		24-06-2009	7.42
30-08-1991	7.34		10-11-1998	8.16		14-07-2009	3.80
11-10-1991	5.59		18-12-1998	6.97		14-11-2009	5.86
27-11-1991	4.68		27-01-1999	6.36		27-01-2010	5.75
28-01-1992	3.46		26-02-1999	6.32		16-02-2010	6.19
27-02-1992	4.55		17-03-1999	6.83		09-03-2010	6.44
31-03-1992	2.99		14-05-1999	7.67		21-04-2010	6.47
29-04-1992	6.73		17-06-1999	7.72		18-08-2010	8.21
26-05-1992	6.52		22-07-1999	9.27		21-10-2010	7.22
17-06-1992	6.91		19-08-1999	9.72		15-12-2010	5.93
15-07-1992	7.39		22-09-1999	9.51		26-01-2011	6.31
26-08-1992	1.05		11-11-1999	8.60		23-02-2011	6.37
14-09-1992	6.59		14-12-1999	7.23		23-03-2011	6.47
31-10-1992	6.55		11-01-2000	6.20		18-05-2011	6.70
17-11-1992	4.96		22-02-2000	6.32		15-06-2011	7.14
23-12-1992	3.48		22-03-2000	6.88		19-07-2011	7.39
24-02-1993	6.29		10-05-2000	7.09		19-10-2011	8.33
26-03-1993	5.31		11-07-2000	7.04		19-02-2013	8.12
18-06-1993	8.33		12-09-2000	9.64		17-04-2013	6.88
27-07-1993	8.56		21-11-2000	7.66		28-05-2013	7.34
28-09-1993	7.88		06-03-2001	6.60			
28-10-1993	7.70		09-05-2001	7.41			
25-11-1993	6.60		17-07-2001	7.56			
29-12-1993	7.48		23-01-2002	5.65			
27-01-1994	6.38		15-05-2002	6.26			
24-02-1994	5.10		16-07-2002	7.13			
29-03-1994	5.43		11-09-2002	8.17			
27-04-1994	6.18		12-11-2002	6.58			
26-05-1994	7.00		15-01-2003	6.49			
27-06-1994	7.64		26-03-2003	4.37			
27-07-1994	8.03		29-05-2003	8.10			
29-08-1994	8.32		10-07-2003	8.56			
28-09-1994	7.11		11-09-2003	8.90			
26-10-1994	6.49		12-11-2003	6.40			
28-11-1994	6.05		14-01-2004	6.20			
28-12-1994	6.18		11-03-2004	6.35			
26-01-1995	6.96		18-05-2004	6.40			
23-02-1995	6.92		22-07-2004	7.75			
27-04-1995	6.80		28-09-2004	7.69			
30-04-1995	7.65		16-11-2004	6.37			
25-05-1995	6.96		27-01-2005	5.36			
28-06-1995	7.10		22-03-2005	5.40			
20-07-1995	7.39		26-05-2005	7.48			
23-08-1995	8.24		29-09-2005	7.54			
27-09-1995	8.44		24-11-2005	5.81			
25-10-1995	7.88		31-01-2006	5.88			
22-11-1995	7.36		30-03-2006	6.44			
30-01-1996	7.37		30-05-2006	6.50			
27-02-1996	7.02		24-07-2006	7.72			
26-03-1996	7.07		29-11-2006	6.11			
24-04-1996	6.79		30-01-2007	6.68			
14-05-1996	6.47		29-03-2007	6.64			
25-06-1996	6.77		30-05-2007	7.50			

10.14 Estadística de niveles estáticos pozo Tarara

Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)
02-09-1969	1.25		10-04-1981	1.30		07-03-1989	3.53		22-11-1996	0.75		29-11-2007	0.97
02-10-1969	1.30		11-05-1981	1.34		21-04-1989	3.66		12-12-1996	0.72		16-01-2008	1.01
03-11-1969	1.27		08-06-1981	1.80		24-05-1989	3.61		31-01-1997	0.81		28-03-2008	0.96
02-12-1969	1.29		21-07-1981	1.60		01-09-1989	1.60		28-02-1997	0.88		28-05-2008	0.87
12-01-1970	1.28		11-08-1981	1.77		28-09-1989	1.70		27-03-1997	0.90		17-07-2008	0.83
09-02-1970	1.32		25-09-1981	1.80		28-11-1989	2.05		25-04-1997	0.86		29-09-2008	0.87
09-03-1970	1.55		13-10-1981	1.80		22-01-1990	2.31		30-05-1997	0.82		12-11-2008	0.85
01-04-1970	1.50		30-11-1981	1.30		25-07-1990	1.96		26-06-1997	0.80		12-01-2009	0.79
04-05-1970	1.53		10-12-1981	1.21		25-09-1990	1.50		31-07-1997	0.79		09-03-2009	0.72
02-06-1970	1.38		13-01-1982	1.48		30-11-1990	1.26		28-08-1997	0.75		15-05-2009	0.75
06-08-1970	1.35		23-02-1982	1.73		13-12-1990	1.24		26-09-1997	0.61		30-09-2009	0.80
03-09-1970	1.40		18-03-1982	1.68		17-01-1991	1.21		31-10-1997	0.51		28-01-2010	0.12
15-10-1970	1.33		19-04-1982	1.36		27-03-1991	1.22		30-01-1998	0.56		11-03-2010	0.00
09-11-1970	1.38		20-05-1982	1.75		25-04-1991	1.20		28-02-1998	0.58		24-05-2010	0.41
09-12-1970	1.36		25-06-1982	1.68		22-05-1991	1.42		17-04-1998	0.64		23-07-2010	0.76
27-01-1971	1.47		12-07-1982	1.65		26-06-1991	1.29		15-05-1998	0.76		24-09-2010	0.73
01-06-1971	1.43		13-08-1982	0.82		26-07-1991	1.35		19-06-1998	1.29		18-11-2010	0.00
01-07-1971	1.31		14-09-1982	0.80		29-08-1991	1.37		24-07-1998	1.25		27-01-2011	0.00
04-08-1971	1.30		29-10-1982	0.81		27-09-1991	1.30		24-09-1998	1.14		25-03-2011	0.00
02-09-1971	1.26		19-11-1982	0.78		25-10-1991	1.23		23-10-1998	1.12		19-05-2011	0.62
06-10-1971	1.11		31-12-1982	0.76		28-11-1991	1.25		26-11-1998	1.09		22-07-2011	0.00
07-03-1972	1.31		06-01-1983	0.84		16-01-1992	1.20		18-12-1998	1.58		29-09-2011	0.15
05-04-1972	1.37		28-02-1983	0.86		25-03-1992	1.10		30-01-1999	1.61		23-11-2011	0.16
04-05-1972	1.15		16-03-1983	0.87		24-04-1992	1.00		26-02-1999	1.64		17-01-2012	0.12
01-06-1972	1.16		20-04-1983	0.80		14-05-1992	0.97		19-03-1999	1.48		29-03-2012	0.00
11-07-1972	0.99		11-05-1983	0.89		24-06-1992	0.98		15-05-1999	1.21		31-05-2012	0.00
19-03-1973	1.24		07-06-1983	0.85		30-07-1992	0.96		17-06-1999	1.15		18-07-2012	0.00
14-04-1973	1.22		14-07-1983	0.80		14-09-1992	1.00		22-07-1999	1.05		27-09-2012	0.00
27-05-1973	1.19		11-08-1983	0.86		29-10-1992	0.89		19-08-1999	1.01		22-11-2012	0.00
20-07-1973	1.01		15-09-1983	0.89		27-11-1992	0.89		11-11-1999	0.94		24-01-2013	0.86
15-11-1973	0.85		20-10-1983	0.85		23-12-1992	0.96		16-12-1999	1.01		21-03-2013	0.10
17-12-1973	0.89		14-11-1983	0.82		28-01-1993	0.81		13-01-2000	1.03		30-05-2013	0.00
18-01-1974	0.99		20-12-1983	0.76		22-02-1993	0.94		24-02-2000	1.07		22-07-2013	0.31
03-08-1974	1.13		17-01-1984	0.88		15-03-1993	1.12		23-03-2000	1.12			
04-09-1974	1.19		07-02-1984	0.90		27-04-1993	1.11		11-05-2000	1.09			
12-10-1974	1.06		23-03-1984	0.84		10-05-1993	0.99		13-07-2000	1.06			
25-11-1974	1.15		17-04-1984	0.83		14-06-1993	0.96		14-09-2000	1.02			
24-01-1975	1.24		18-05-1984	0.73		14-07-1993	1.02		23-11-2000	1.05			
01-05-1975	1.05		11-06-1984	0.89		17-08-1993	1.13		08-03-2001	0.47			
14-06-1975	1.08		24-07-1984	0.85		14-09-1993	1.21		10-05-2001	0.38			
25-08-1975	0.98		22-08-1984	0.90		14-10-1993	1.34		19-07-2001	0.32			
22-09-1975	1.01		12-09-1984	0.93		11-11-1993	1.22		25-01-2002	0.71			
17-10-1975	0.99		24-10-1984	0.82		14-12-1993	1.20		21-03-2002	0.75			
13-11-1975	1.12		15-11-1984	0.80		10-01-1994	1.29		16-05-2002	0.68			
13-12-1975	0.86		15-01-1985	0.88		10-02-1994	1.26		18-07-2002	0.66			
22-01-1976	0.83		28-02-1985	0.94		11-03-1994	1.24		12-09-2002	0.62			
19-02-1976	0.89		27-03-1985	0.95		14-04-1994	1.25		14-11-2002	1.20			
20-03-1976	0.92		26-04-1985	0.98		06-05-1994	1.25		16-01-2003	1.16			
25-05-1976	0.86		30-05-1985	1.08		10-06-1994	1.21		27-03-2003	1.03			
23-06-1976	1.18		10-06-1985	1.09		29-07-1994	1.15		29-05-2003	1.06			
21-07-1976	0.97		08-07-1985	1.09		26-08-1994	1.24		31-07-2003	0.00			
23-08-1976	0.98		12-08-1985	1.12		29-09-1994	1.25		29-09-2003	1.13			
05-11-1976	1.06		10-09-1985	1.30		28-10-1994	1.27		12-11-2003	1.09			
03-12-1976	1.10		14-10-1985	1.42		22-11-1994	1.18		28-01-2004	1.06			
31-01-1977	1.16		28-11-1985	0.85		27-12-1994	1.22		16-03-2004	0.71			
21-02-1977	1.24		19-12-1985	0.82		24-01-1995	1.01		19-05-2004	0.67			
30-01-1979	1.00		10-01-1986	1.24		21-02-1995	0.99		28-07-2004	0.52			
27-02-1979	1.35		18-02-1986	1.17		01-04-1995	0.96		29-09-2004	0.49			
29-03-1979	1.35		11-03-1986	1.16		27-04-1995	0.95		29-11-2004	0.61			
10-04-1979	1.41		15-04-1986	0.93		26-05-1995	0.94		12-01-2005	0.73			
09-05-1979	0.36		15-05-1986	0.92		30-06-1995	0.87		29-03-2005	0.59			
01-06-1979	1.45		18-06-1986	0.88		21-07-1995	0.85		24-05-2005	0.91			
29-06-1979	1.35		15-07-1986	1.12		22-08-1995	0.84		27-07-2005	0.85			
20-07-1979	1.25		29-08-1986	1.16		29-09-1995	1.03		28-09-2005	0.96			

Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)		Fecha	Nivel (m)
06-11-1979	1.20		23-09-1986	1.46		24-10-1995	1.05		23-11-2005	0.88			
01-01-1980	1.40		28-10-1986	1.52		21-11-1995	1.02		11-01-2006	0.91			
01-02-1980	1.25		07-11-1986	1.25		25-01-1996	1.05		29-03-2006	0.84			
11-03-1980	1.40		04-02-1987	1.10		29-02-1996	1.08		24-05-2006	0.92			
01-04-1980	1.40		28-04-1987	1.03		28-03-1996	1.03		24-07-2006	0.96			
01-07-1980	1.22		09-06-1987	1.19		25-04-1996	1.05		28-09-2006	0.93			
01-08-1980	1.10		17-07-1987	1.30		16-05-1996	0.96		27-11-2006	0.96			
01-09-1980	1.04		28-08-1987	1.24		28-06-1996	0.93		29-01-2007	0.99			
01-10-1980	1.09		09-09-1987	1.42		25-07-1996	0.91		30-03-2007	0.93			
23-01-1981	1.16		26-07-1988	0.99		29-08-1996	0.92		29-05-2007	1.02			
25-02-1981	4.18		31-08-1988	1.03		27-09-1996	0.82		25-07-2007	1.05			
17-03-1981	1.20		15-12-1988	1.51		31-10-1996	0.80		28-09-2007	1.12			

11 ANEXO B
DATOS DE OPERACIÓN REAL

Volumen embalsado [Mm³]

Año Reales	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1997-1998						88.4	110.2	128.2	172.7	172.7	171.9	171.3
1998-1999	171.1	170.9	170.3	165	153.7	152.8	154.3	156.6	156.3	160.2	165.2	164.5
1999-2000	164.1	164.2	164.7	164	162.2	161.9	158.6	153.7	146.8	139.5	134.6	129.8
2000-2001	127.1	127.6	127.3	129	118.4	96.9	94.7	98.4	102.6	108.3	112.5	118.4
2001-2002	124.3	129.8	135.7	141.4	146.3	149.5	148.7	145.9	141.6	138.2	135.4	132.6
2002-2003	132.3	136.5	149.1	149.5	145.5	138.8	144.7	163.2	171.4	171.3	171	170.7
2003-2004	170.6	170.5	170.5	170.5	170.3	170.2	170.1	169.7	168.5	166	165.1	163.1
2004-2005	161.7	163.7	165.9	166.1	165.3	162.7	156.8	149.3	141.5	133.2	127.5	122.6
2005-2006	119	121.5	126.6	132.1	136.1	138.2	136.8	135.2	142.3	153.6	162.7	167.7
2006-2007	170.1	170.2	170.2	170.2	170.1	168.8	162.9	155	146.1	137.2	130.1	123.3
2007-2008	118.5	119.4	122.2	126.7	130.2	130.3	128.9	132.3	141.8	151.7	157.9	158.8
2008-2009	159.4	162.8	168.1	170.1	170.1	170	170	168	164	158	152.3	147
2009-2010	143.4	142.1	142.5	146	148.5	147.6	143	136.3	128.4	120.6	115.5	110.6
2010-2011	107.1	108	114.3	117.9	120.3	120.2	116.4	110.5	103.1	94.7	89	84.5
2011-2012	81.6	82.2	85.1	88.8	92.4	92	88.4	82.8	74.2	68.4	65.4	62.4
2012-2013	62.3	63.3	63.3	66.7	66.4	64.5	59.9	55.6	49.9	43.6	39	35.7
2013	34.8	36.4	36.9									

Evaporación [l/s]

Año Reales	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1997-1998						0	130	196	260	287	233	181
1998-1999	115	109	72	86	99	158	195	212	238	240	297	226
1999-2000	132	99	89	90	124	166	171	218	238	237	245	196
2000-2001	112	76	57	90	98	112	147	174	185	210	216	177
2001-2002	119	86	90	108	121	146	183	218	226	248	251	184
2002-2003	124	72	48	87	114	115	167	217	248	277	237	171
2003-2004	115	92	70	89	148	166	199	218	252	279	264	222
2004-2005	147	105	107	82	109	147	164	203	241	242	246	176
2005-2006	139	117	96	64	100	120	137	185	246	285	278	239
2006-2007	129	105	129	111	134	194	194	225	236	253	227	185
2007-2008	114	71	82	114	102	129	178	214	230	278	292	248
2008-2009	140	93	96	86	152	168	212	221	285	276	273	226
2009-2010	159	93	79	116	136	156	180	241	234	231	181	136
2010-2011	96	52	53	69	88	129	137	172	196	193	188	132

Año Reales	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
2011-2012	83	54	48	57	91	119	143	166	171	171	161	127
2012-2013	74	65	66	77	77	104	136	137	159	137	137	110
2013	79	44	49	55	75							

Caudal afluente embalsado [m³/s] (Qafluente-rebase)

Año Reales	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1997-1998						18.1	19.9	42.9	12.7	8.5	0	0
1998-1999	0.1	0.1	3.8	11.8	11.1	10	8.7	7.3	7.4	8.7	9	7.2
1999-2000	7.3	6.8	6.7	6.5	5.3	4.5	3.6	2.8	2	2.6	3.2	3.1
2000-2001	4.4	5.2	5.7	6.7	5.9	4.5	5.8	5.4	6.7	6.5	6.5	7.3
2001-2002	6.8	6.9	6.4	6	5.2	4.8	4	3.4	3.5	4.1	4.1	4.2
2002-2003	5.5	7.8	8.5	8	10.5	10.3	17.1	20.4	0.2	0.2	0.1	0.1
2003-2004	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.6	4.4	4.8	5.3	5.7	4.8
2004-2005	5.5	5.9	5.6	5.9	5.2	3.4	2	2.6	2	3	3.2	3.3
2005-2006	4.2	5.7	5.5	5.4	4.5	4.2	3.5	6	9.3	9.8	8.9	7.3
2006-2007	1.3	0.1	0.1	0.1	0.1	2.9	2.1	1.6	1.3	2	2.3	2.5
2007-2008	3.2	4.2	4.4	4.5	4	3.3	3.7	6.6	7.9	7.8	6.1	5.5
2008-2009	5.3	5.8	6	0.7	0.1	0.2	0.6	3.6	3.3	2.9	3	3.3
2009-2010	4.1	4.4	4.2	4.4	3.7	2.1	1.4	1.1	0.8	1.1	1.3	1.3
2010-2011	2	3.8	4	3.4	3	2.1	1.3	0.7	0.8	0.7	1.9	2.2
2011-2012	2.7	3.1	3.3	3.6	3.2	1.9	1.4	0.9	0.9	1.1	2.1	2.2
2012-2013	2.7	2.8	3	2.7	2.6	1.9	1	0.9	0.6	0.8	1	1
2013	1.6	2.4	2.6	2.5	2.4							

Rebase [m³/s]

Año Reales	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1997-1998						0	0	0	63.2	62.3	38.4	24.8
1998-1999	18.6	15.5	9.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1999-2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000-2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001-2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002-2003	0	0	0	0	0	0	0	4.5	27.1	23.6	17.1	12.1
2003-2004	10.1	9.1	8.7	7.9	6.4	5	3.5	0.3	0	0	0	0
2004-2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005-2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006-2007	5.3	6.5	6.4	6.1	4.6	0.7	0	0	0	0	0	0
2007-2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-2009	0	0	0.1	5.1	4.8	4	4.2	0	0	0	0	0
2009-2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Año Reales	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
2011-2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2012-2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0							

Caudales entregados por el embalse sin contar vertedero de crecidas [m³/s]

Año Reales	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1997-1998						3.5	17.4	22.9	9.6	8.6	0.3	0.2
1998-1999	0.1	0.1	4.9	14	15.1	9.6	7.4	7.4	7.1	6.5	7.2	8.4
1999-2000	7.2	6.6	6.8	7.1	5.5	5.1	5.2	5	4.8	4.9	5	4.8
2000-2001	4.6	5.2	5	6.7	14.3	9.5	4.4	4.5	4.5	4.5	4.7	4.8
2001-2002	4.9	4.7	4.1	3.9	3.5	4.4	4.8	4.8	5	5.3	5.2	5
2002-2003	5	3.9	6.1	7.6	13.9	12.1	11.1	13.4	0.3	0.3	0.3	0.2
2003-2004	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.7	4.6	5.6	5.9	6	5.9
2004-2005	5.3	4.7	5.5	5.6	6.1	4.8	4.9	5.1	5.5	5.6	5.4	4.9
2005-2006	4.8	3.9	3.4	3.3	3.5	3.9	4.6	5.3	5.5	5.5	6.2	5.8
2006-2007	1	0.1	0.1	0.1	0.1	4.2	4.8	4.9	4.8	4.9	5.2	5
2007-2008	4	3.3	3	2.8	3.3	3.6	3.9	3.9	4	4.2	5.3	5.1
2008-2009	5	3.9	4.3	0.5	0.2	0.2	0.8	4.8	5.1	5.3	5.2	5.2
2009-2010	5	4.6	3.3	3	3.1	3.3	3.7	3.9	3.9	3.6	3	3.1
2010-2011	2.8	2.1	1.8	2.3	2.4	2.9	3.2	3.2	3.8	3.8	3.6	3.8
2011-2012	3.1	2.2	2.3	2	2.3	2.8	3.2	3.2	3.1	3.2	3.3	3.4
2012-2013	2.7	2.4	2.4	2	2.7	2.6	2.7	2.6	2.6	2.2	2.3	2.2
2013	2.5	1.7	1.6	1.6	1.6							

12 ANEXO C
DEMANDA DE RIEGO PARA SUBCUENCA HUASCO BAJO – (CÓDIGO DGA: 0382) [m³]

Cultivos	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Cereales y Chacras												
Maíz Grano		50328	92070	134406	176256	168210	124632					
Papa					115872	384465	785118	609606				
Trigo		639128	770660	991688	1364588	1860432	1390804	1656128				
Otras Especies		33558	79764	124848	221952	378216	441456	408714				
Hortalizas												
Arveja Verde					31745	71820	12901	146930				
Poroto Verde				27040	49320	85040	13464	68680				
Tomate Consumo				3716	6672	11372	14744	14960	13016			
Otras Hortalizas	15675	16425	17625	50700	95175	148350	1923	228975	122025	58350	25575	20625
Frutales												
Chirimoyo	4278	2890	2433	2173	2530	2987	298	5323	6581	6875	6339	5420
Damasco					110	177	264	378	403	342	281	197
Duraznero					1697	2737	4094	5850	6233	5303	4353	3043
Limonero	21252	14753	13768	13891	18172	24763	31108	35851	38192	37761	34126	27966
Mandarina	78659	54581	50877	51340	67141	91566	115008	132545	141227	139607	126236	103432
Mango	508	354	329	332	441	601	837	996	1062	1016	890	668
Membrillo						1276	2344	3612	4722	4518	3518	2454
Naranjo	25164	17441	16281	16426	21502	29298	36804	42424	45180	44672	40394	33105
Olivo	627222	406876	391604	402513	544319	742848	1034097	1230445	1312257	1255534	1099547	825751
Palto	173367	121950	89430	90309	120412	177762	265873	358819	382330	365851	309160	237089
Tuna	20378	13689	11564	11817	17687	24102	31259	40931	43622	41730	36543	29484
Uva de Mesa					35036	76384	13422	208930	222584	187934	142722	79733
Otros Especies	9990	5234	2199	2725	13002	35444	53632	82097	87474	83698	65151	39435
Praderas												
Pradera Artificial	8945937	6417411	5894889	5891886	7759752	10579569	13717704	16330314	17402385	16651635	14582568	11765754
Pradera Natural	2022741	1451023	1332877	1332198	1754536	2392117	3101672	3692402	3934805	3765055	3297224	2660322
TOTAL AGRÍCOLA	**11945171**	**9245642**	**8766369**	**9148006**	**12417916**	**17289536**	**21744599**	**25304910**	**23764096**	**22649879**	**19774626**	**15834478**

Evaporación total desde Santa Juana de Camarones [mm/mes]

Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
99	82.7	74.3	79.6	89.9	121.5	154.2	171.8	194.5	192.2	159.9	152.7

13 ANEXO D
RELLENO DE DATOS

Caudales[m³/s]
Afluente a ESJ. (Área = 7187km²)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	QMA
1975	1.42	1.24	1.28	1.47	1.98	2.96	2.43	1.84	1.46	1.39	1.10	0.95	1.63
1976	0.98	0.98	0.98	1.13	1.60	2.12	1.61	1.65	1.28	1.35	1.65	1.96	1.44
1977	1.85	1.53	1.56	2.12	2.62	2.63	3.46	3.65	2.73	3.10	4.99	4.27	2.88
1978	3.75	3.28	4.00	4.03	3.87	3.98	4.08	4.24	3.68	5.37	8.51	8.84	4.80
1979	7.50	5.78	5.42	5.29	5.45	5.03	4.36	3.25	2.76	1.88	1.79	1.28	4.15
1980	1.17	1.24	1.79	9.11	7.76	6.34	5.01	5.52	4.90	6.04	11.10	24.00	7.00
1981	24.35	20.03	14.92	11.86	10.09	8.37	7.56	6.59	5.50	3.75	2.85	2.87	9.90
1982	4.20	3.17	3.15	2.98	4.33	4.85	5.77	5.30	5.32	3.94	7.82	12.06	5.24
1983	11.32	9.43	7.53	8.00	8.08	7.50	8.27	6.99	6.33	11.49	19.56	24.94	10.79
1984	21.63	13.52	11.97	9.75	9.17	8.83	12.58	12.24	14.23	32.72	53.13	52.77	21.05
1985	34.33	20.50	18.07	14.38	12.52	11.81	10.83	8.45	6.18	4.91	4.79	4.56	12.61
1986	4.55	6.07	4.42	5.14	5.87	5.73	5.40	5.58	4.68	4.98	5.71	9.20	5.61
1987	9.24	7.93	7.51	7.06	8.13	7.17	7.26	12.78	13.67	19.30	73.96	111.53	23.79
1988	73.75	42.61	28.59	21.98	17.74	14.61	12.99	11.83	10.01	8.11	6.17	17.35	22.15
1989	6.03	7.07	5.85	5.71	7.02	6.69	5.88	6.28	5.46	3.44	3.43	4.59	5.62
1990	5.15	4.91	4.85	4.63	5.08	4.76	5.01	4.12	3.70	3.23	2.52	3.04	4.25
1991	2.32	2.48	2.59	3.52	3.82	5.36	5.57	4.24	4.36	3.93	4.26	5.03	3.96
1992	4.42	4.61	5.75	10.85	8.30	9.07	7.66	6.33	5.62	7.49	13.53	17.57	8.43
1993	22.04	16.93	11.08	8.90	9.27	8.96	7.83	6.65	5.45	4.49	3.57	3.14	9.03
1994	3.19	4.15	4.37	4.46	4.55	4.18	4.59	4.13	3.75	3.93	3.07	2.74	3.92
1995	4.06	3.77	3.93	3.86	3.87	3.73	3.69	3.32	2.81	2.62	1.64	1.84	3.26
1996	2.24	1.85	2.36	3.15	2.91	3.14	3.10	3.20	1.83	1.55	0.78	1.65	2.31
1997	1.46	1.26	2.02	1.67	2.28	6.16	6.82	26.98	18.10	19.90	42.90	75.90	17.12
1998	70.80	38.40	24.80	18.70	15.60	13.40	11.80	11.10	10.00	8.70	7.30	7.40	19.83
1999	8.70	9.00	7.20	7.30	6.80	6.70	6.50	5.30	4.50	3.60	2.80	2.00	5.87
2000	2.60	3.20	3.10	4.40	5.20	5.70	6.70	5.90	4.50	5.80	5.40	6.70	4.93
2001	6.50	6.50	7.30	6.80	6.90	6.40	6.00	5.20	4.80	4.00	3.40	3.50	5.61
2002	4.10	4.10	4.20	5.50	7.80	8.50	8.00	10.50	10.30	17.10	24.90	27.30	11.03
2003	23.80	17.20	12.20	10.20	9.20	8.80	8.00	6.50	5.20	4.10	4.70	4.80	9.56
2004	5.30	5.70	4.80	5.50	5.90	5.60	5.90	5.20	3.40	2.00	2.60	2.00	4.49
2005	3.00	3.20	3.30	4.20	5.70	5.50	5.40	4.50	4.20	3.50	6.00	9.30	4.82
2006	9.80	8.90	7.30	6.60	6.60	6.50	6.20	4.70	3.60	2.10	1.60	1.30	5.43
2007	2.00	2.30	2.50	3.20	4.20	4.40	4.50	4.00	3.30	3.70	6.60	7.90	4.05
2008	7.80	6.10	5.50	5.30	5.80	6.10	5.80	4.90	4.20	4.80	3.60	3.30	5.27
2009	2.90	3.00	3.30	4.10	4.40	4.20	4.40	3.70	2.10	1.40	1.10	0.80	2.95
2010	1.10	1.30	1.30	2.00	3.80	4.00	3.40	3.00	2.10	1.30	0.70	0.80	2.07
2011	0.70	1.90	2.20	2.70	3.10	3.30	3.60	3.20	1.90	1.40	0.90	0.90	2.15
2012	1.10	2.10	2.20	2.70	2.80	3.00	2.70	2.60	1.90	1.00	0.90	0.60	1.97
2013	0.80	1.00	1.00	1.60	2.40	2.60	2.50	2.40	1.33	0.75	0.78	0.65	6.00

Estación Río Huasco en Algodones

(Área = 7187km²)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	QMA
1980	1.00	1.00	1.50	9.20	7.60	6.00	5.20	5.50	4.60	5.10	10.80	24.70	6.85
1981	21.90	19.50	15.10	11.50	9.40	8.10	7.30	6.70	5.50	3.60	2.80	2.80	9.52
1982	4.40	3.00	2.80	2.70	4.20	4.80	5.70	5.00	5.00	3.50	6.90	10.70	4.89
1983	10.10	8.50	6.70	7.40	7.80	7.20	8.10	6.60	6.00	10.80	17.80	24.00	10.08
1984	20.70	11.90	11.20	9.20	8.80	8.90	12.80	12.00	14.20	32.30	52.50	50.00	20.38
1985	33.00	19.60	17.30	13.70	12.50	12.00	10.90	9.50	6.90	5.00	4.40	4.00	12.40
1986	4.00	5.70	4.00	5.00	6.00	5.80	5.30	5.40	4.30	4.60	5.20	8.10	5.28
1987	8.60	7.70	7.40	7.20	8.10	7.30	7.80	13.80	13.70	17.20	69.80	112.30	23.41
1988	74.90	43.10	28.70	22.00	17.80	14.50	12.30	10.70	9.00	7.00	5.30	14.50	21.65
1989	4.20	5.60	5.30	5.30	6.90	6.80	6.00	6.30	5.00	3.40	3.40	3.80	5.17
1990	4.30	4.20	4.20	4.40	4.80	4.30	4.60	3.80	3.30	2.80	2.30	2.50	3.79
1991	1.50	1.30	1.80	3.20	3.60	4.90	5.70	3.90	4.10	3.30	3.40	4.10	3.40
1992	3.40	4.10	5.80	10.70	8.30	9.20	7.80	6.20	5.00	6.00	11.90	15.50	7.83
1993	20.10	15.40	10.20	8.40	8.90	8.60	7.70	6.50	5.00	4.00	3.20	2.60	8.38
1994	2.70	3.70	4.10	4.10	4.10	3.90	4.90	4.00	3.10	3.00	2.50	2.20	3.53
1995	3.10	2.70	3.20	3.70	3.70	3.50	3.60	3.20	2.60	2.50	1.20	1.40	2.87
1996	1.90	1.40	1.50	2.70	2.40	2.60	2.70	2.80	1.30	1.40	0.50	0.90	1.84
1997	1.00	0.80	1.20	1.50	2.20	6.20	5.70	28.20	22.40	21.10	51.90	87.30	19.13
1998	75.60	45.20	27.30	21.70	19.20	16.60	13.80	10.50	8.10	6.10	5.60	5.80	21.29
1999	6.30	8.30	7.10	8.70	7.20	6.00	5.70	4.40	4.20	4.20	3.20	2.10	5.62
2000	2.60	3.50	3.50	5.10	6.80	5.40	5.50	4.80	3.70	5.60	5.70	6.80	4.92
2001	7.10	6.50	7.00	6.40	6.80	6.00	5.30	4.60	4.50	4.00	3.40	4.00	5.47
2002	4.80	4.70	5.30	9.40	5.50	7.40	7.70	8.80	9.20	18.80	31.50	26.20	11.61
2003	25.90	18.10	12.70	11.20	10.00	10.50	9.40	7.70	6.20	4.00	3.90	4.90	10.38
2004	5.80	5.70	4.90	5.10	5.50	5.60	5.50	4.60	2.60	2.10	1.90	3.00	4.36
2005	2.28	2.45	2.57	4.25	6.04	5.84	5.57	4.48	3.77	3.21	4.82	8.19	4.46
2006	7.83	7.53	6.30	6.31	6.18	5.79	4.64	4.09	3.29	2.52	1.32	1.11	4.74
2007	1.51	1.56	2.14	2.71	3.33	4.10	4.06	3.54	3.21	4.93	6.81	6.81	3.73
2008	5.73	5.25	4.63	4.89	4.88	5.21	4.98	4.17	4.03	3.86	2.84	3.22	4.47
2009	2.81	2.30	2.34	4.25	3.35	3.55	3.79	2.63	1.76	0.94	0.52	0.38	2.39
2010	0.50	1.00	1.62	2.46	3.66	3.75	3.43	2.63	1.34	0.66	0.54	0.52	1.84
2011	0.83	1.71	1.95	2.76	3.60	4.29	4.03	2.94	1.90	1.54	0.61	0.66	2.24
2012	1.03	2.00	2.13	2.71	2.40	2.72	2.41	4.40	1.56	0.77	0.75	0.68	1.96

Estación Río Tránsito Antes Junta Río Carmen
(Área = 4153km²)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	QMA
1980	0.60	0.60	1.00	4.50	3.80	3.20	2.80	2.60	2.00	2.30	6.40	15.60	3.78
1981	13.70	12.70	9.40	7.00	5.30	4.40	3.90	3.70	2.80	1.90	1.70	1.40	5.66
1982	2.40	1.60	1.70	1.50	2.40	2.70	3.20	2.80	2.60	1.90	4.30	6.90	2.83
1983	6.60	5.30	4.10	4.60	4.70	4.20	4.80	3.80	3.50	6.10	11.70	17.10	6.38
1984	14.60	7.80	6.90	5.80	5.50	5.60	7.30	6.60	7.90	14.80	25.40	28.50	11.39
1985	19.90	11.00	10.10	8.10	7.60	7.43	6.62	5.80	4.27	2.97	2.46	2.30	7.38
1986	2.48	3.29	2.23	2.99	3.51	3.41	3.07	3.18	2.42	2.94	3.37	4.25	3.09
1987	4.51	4.15	4.14	4.11	4.70	4.16	4.66	8.05	7.70	8.05	28.82	62.81	12.15
1988	41.13	23.60	15.71	12.12	10.25	8.34	7.15	6.05	5.20	3.95	2.81	2.65	11.58
1989	2.57	3.24	2.93	2.97	4.08	3.90	3.49	3.76	2.74	2.02	2.24	2.72	3.06
1990	3.02	2.59	2.58	2.52	2.54	2.25	2.49	2.15	2.07	1.61	1.02	1.59	2.20

1991	0.79	0.63	0.86	2.03	2.06	2.46	2.98	2.04	2.52	2.03	2.11	2.54	1.92
1992	1.88	2.28	3.12	5.26	4.36	5.01	4.33	3.41	2.52	2.89	6.66	9.06	4.23
1993	10.94	8.15	6.33	5.96	5.62	5.17	4.55	3.77	2.87	2.31	2.15	1.88	4.97
1994	1.62	1.97	2.11	2.19	2.15	1.77	2.27	2.13	1.82	1.85	1.41	1.10	1.87
1995	1.69	1.41	1.76	2.05	2.14	2.37	2.32	1.76	1.40	0.90	0.57	0.77	1.59
1996	1.05	0.76	1.16	1.78	1.62	1.52	1.52	1.76	0.97	0.74	0.35	1.06	1.19
1997	1.06	0.76	1.49	0.89	1.26	4.29	3.46	11.18	10.93	10.54	25.83	48.20	9.99
1998	54.83	26.43	17.38	13.29	10.98	8.20	8.00	6.80	5.36	4.33	3.66	3.64	13.57
1999	4.69	4.69	4.37	4.52	4.22	4.17	4.01	3.30	3.06	2.89	1.91	1.52	3.61
2000	1.92	2.48	2.37	3.37	4.06	4.29	4.33	3.75	2.64	3.86	4.28	5.46	3.57
2001	5.22	5.32	5.66	5.37	5.19	4.77	4.51	4.11	3.83	3.26	2.55	2.90	4.39
2002	2.74	2.66	2.83	3.58	4.84	4.40	4.20	4.71	4.73	7.49	13.30	15.56	5.92
2003	12.83	9.47	6.91	5.90	5.52	4.93	4.80	3.99	3.27	2.74	2.68	2.73	5.48
2004	2.57	2.82	2.48	2.77	3.02	2.81	2.87	2.80	2.00	1.23	1.34	1.07	2.31
2005	1.38	1.21	1.70	2.20	3.20	2.85	2.85	2.26	2.01	1.74	3.05	4.82	2.44
2006	4.97	4.28	3.53	3.33	3.43	3.31	3.00	2.64	2.04	1.15	0.53	0.50	2.72
2007	0.82	0.83	1.06	1.71	2.34	2.53	2.48	2.21	1.93	2.62	4.58	5.22	2.36
2008	5.05	3.71	3.16	3.22	3.63	3.71	3.15	2.90	2.51	3.26	2.46	2.05	3.23
2009	1.64	1.76	1.85	2.35	2.65	2.47	2.41	1.83	1.14	0.58	0.21	0.17	1.59
2010	0.31	0.73	1.04	1.86	2.53	2.36	2.27	1.93	1.32	0.61	0.27	0.24	1.29
2011	0.57	1.63	1.51	1.58	2.23	2.29	2.32	1.88	1.03	0.56	0.24	0.40	1.35
2012	0.72	1.32	0.93	1.83	1.73	2.07	1.99	1.66	1.22	0.49	0.49	0.46	1.24
2013	0.80	1.07	0.90	1.51	2.13	1.80	1.70	1.53	1.39	0.24	0.38	0.26	1.14
2014	0.51	0.66	0.81	1.15	1.65	1.76	1.40	1.09	0.73	0.21	0.16	0.11	0.85

Estación Río Tránsito En Angostura Pinte
(Área = 3220km²)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	QMA
1980	0.90	1.00	1.40	3.60	3.50	3.30	2.20	2.20	2.10	3.30	6.00	12.60	3.51
1981	15.20	11.90	8.00	6.60	5.60	4.20	3.70	3.10	2.40	2.00	1.70	1.50	5.49
1982	1.80	1.60	2.10	1.70	2.40	2.50	3.00	2.90	2.70	2.30	5.10	8.00	3.01
1983	7.50	6.00	4.70	4.90	4.50	4.10	4.40	3.90	3.50	6.20	12.70	16.60	6.58
1984	14.40	9.10	7.10	5.90	5.30	4.90	6.00	5.90	6.70	12.10	21.00	27.70	10.51
1985	18.90	10.40	9.60	7.90	6.60	6.20	5.60	3.80	2.90	2.60	2.70	2.80	6.67
1986	3.00	3.40	2.60	2.90	3.00	2.90	2.90	3.10	2.60	3.20	3.80	5.10	3.21
1987	4.60	3.90	3.80	3.40	4.10	3.50	3.40	5.60	6.50	9.20	26.70	49.90	10.38
1988	32.40	18.90	12.90	10.10	8.70	7.30	7.10	6.70	5.90	4.90	3.60	4.70	10.27
1989	4.90	4.90	3.40	3.10	3.70	3.30	2.90	3.30	3.00	2.00	2.20	3.70	3.37
1990	4.00	3.40	3.20	2.60	2.70	2.60	2.80	2.40	2.50	2.10	1.70	2.30	2.69
1991	1.90	2.20	1.90	2.30	2.20	2.70	2.40	2.30	2.70	2.70	3.10	3.60	2.50
1992	3.10	2.70	2.70	4.50	3.80	4.10	3.60	3.20	3.00	4.40	7.90	10.50	4.46
1993	11.80	8.80	6.80	6.10	5.50	5.00	4.10	3.60	3.10	2.70	2.60	2.50	5.22
1994	2.30	2.60	2.60	2.50	2.30	2.00	2.10	2.10	2.00	2.40	1.90	1.70	2.21
1995	2.30	2.10	2.30	2.10	2.00	1.90	1.80	1.60	1.40	1.30	1.00	1.40	1.77
1996	1.50	1.20	1.40	1.70	1.40	1.40	1.30	1.50	1.10	0.90	0.50	1.60	1.29
1997	1.30	1.00	1.40	0.80	1.20	2.30	3.20	4.90	7.10	7.70	15.20	29.90	6.33
1998	42.90	24.60	15.20	10.80	8.70	7.90	7.30	6.30	5.70	4.20	3.50	4.00	11.76
1999	4.30	4.50	4.20	4.50	3.90	3.80	3.50	3.10	3.00	2.70	2.40	2.50	3.53
2000	2.30	2.50	2.50	2.40	3.60	3.60	4.00	3.60	2.70	3.60	4.30	6.10	3.43
2001	4.60	4.80	4.60	4.30	4.40	3.80	3.40	3.00	3.00	3.00	2.90	3.30	3.76
2002	3.10	3.20	2.40	2.90	3.80	3.80	3.50	4.10	4.30	8.30	15.40	16.40	5.93

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	QMA
2003	12.70	9.10	6.90	5.50	6.10	5.60	5.30	4.80	3.80	3.20	3.10	3.40	5.79
2004	4.30	3.60	2.80	2.90	2.80	2.70	2.90	2.40	2.00	1.90	2.00	1.50	2.65
2005	3.00	2.20	1.97	2.38	3.06	3.02	2.83	2.33	2.57	3.50	3.70	4.20	2.90
2006	4.50	4.30	3.80	3.16	2.99	3.39	2.68	2.16	1.80	1.33	1.13	1.13	2.70
2007	1.51	1.27	1.43	1.36	1.93	2.81	2.73	2.37	2.30	4.01	4.50	5.00	2.60
2008	5.50	4.45	3.34	3.29	3.23	3.57	3.55	3.04	3.05	4.19	3.20	2.66	3.59
2009	2.47	2.48	1.90	2.16	2.97	2.07	1.94	1.65	1.47	1.05	0.66	0.57	1.78
2010	0.69	1.15	1.33										

Estación Río Carmen En Ramadillas
(Área = 2922km²)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	QMA
1975	0.20	0.20	0.30	0.50	0.70	1.30	1.00	0.70	0.50	0.40	0.30	0.20	0.53
1976	0.10	0.10	0.10	0.20	0.30	0.60	0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.20	0.30
1977	0.20	0.30	0.30	0.60	0.60	0.70	1.30	1.20	0.90	1.00	1.30	1.20	0.80
1978	1.20	1.10	1.30	1.40	1.50	1.60	1.50	1.70	1.70	2.20	3.10	3.40	1.81
1979	2.70	2.20	2.00	2.10	2.30	2.10	1.70	1.10	0.90	0.60	0.40	0.30	1.53
1980	0.20	0.20	0.30	4.10	3.20	2.30	2.00	2.50	2.20	2.30	3.70	7.80	2.57
1981	7.00	5.70	4.80	3.80	3.40	3.10	2.90	2.50	2.30	1.30	0.80	1.00	3.22
1982	1.70	1.20	0.80	1.00	1.40	1.70	2.00	1.80	2.00	1.30	2.10	3.10	1.68
1983	2.90	2.60	2.20	2.30	2.60	2.50	2.80	2.30	2.10	4.00	5.10	5.60	3.08
1984	4.90	3.40	3.60	2.80	2.80	2.70	4.70	4.70	5.50	15.80	24.40	18.90	7.85
1985	11.30	7.60	6.30	4.80	4.20	3.90	3.70	3.00	2.10	1.60	1.60	1.40	4.29
1986	1.20	2.00	1.40	1.60	2.00	2.00	1.80	1.80	1.60	1.30	1.40	3.30	1.78
1987	3.60	3.00	2.70	2.60	2.90	2.60	2.60	4.90	5.20	8.20	37.60	45.10	10.08
1988	30.10	17.30	11.50	8.70	6.50	5.30	4.40	4.00	3.20	2.60	2.10	11.00	8.89
1989	1.20	1.90	1.90	2.00	2.40	2.40	2.10	2.10	1.90	1.00	0.80	0.70	1.70
1990	0.90	1.20	1.30	1.50	1.80	1.70	1.70	1.30	0.90	0.90	0.60	0.60	1.20
1991	0.50	0.50	0.70	0.90	1.20	2.10	2.30	1.50	1.20	1.00	1.00	1.20	1.18
1992	1.20	1.50	2.20	4.80	3.30	3.60	2.90	2.30	2.10	2.70	4.50	5.60	3.06
1993	8.00	6.40	3.20	1.90	2.70	2.90	2.70	2.20	1.80	1.40	0.70	0.50	2.87
1994	0.70	1.20	1.30	1.50	1.80	1.70	1.70	1.50	1.50	1.40	1.00	0.90	1.35
1995	1.60	1.60	1.40	1.30	1.40	1.40	1.40	1.30	1.10	1.00	0.60	0.40	1.21
1996	0.60	0.60	1.00	1.20	1.30	1.50	1.50	1.40	0.70	0.50	0.30	0.20	0.90
1997	0.20	0.30	0.70	0.70	0.80	2.90	3.10	17.00	31.60	25.50	34.00	40.60	13.12
1998	32.50	17.30	11.10	8.70	7.40	6.80	5.70	5.00	4.20	3.50	3.00	2.50	8.98
1999	3.10	3.30	3.10	2.80	2.70	2.70	2.40	1.90	1.70	1.60	1.00	0.90	2.27
2000	1.00	0.80	1.10	1.30	1.70	1.90	2.50	2.30	1.90	2.70	2.20	2.30	1.81
2001	2.50	2.70	3.00	2.70	2.90	2.50	2.20	2.10	2.10	2.10	2.10	2.30	2.43
2002	2.30	2.20	2.20	2.50	2.90	3.00	2.90	4.00	4.40	8.20	11.00	11.90	4.79
2003	11.00	7.60	5.60	4.50	3.90	3.80	3.30	2.70	2.60	2.60	2.70	2.60	4.41
2004	2.70	2.70	2.40	2.30	2.30	2.20	2.10	2.10	1.90	1.80	1.80	1.60	2.16
2005	1.35	1.46	1.57	1.67	1.94	2.28	1.96	1.61	1.73	1.66	2.67	3.38	1.94
2006	3.81	3.01	2.63	2.29	2.12	2.02	1.91	1.77	1.39	1.24	1.24	1.13	2.05
2007	1.28	1.30	1.30	1.35	1.41	1.41	1.52	1.35	1.33	1.55	2.22	2.37	1.53
2008	2.57	2.30	2.12	1.71	1.70	1.75	1.72	1.46	1.35	1.38	1.72	1.59	1.78
2009	1.66	1.72	1.52	1.38	1.30	1.28	1.20	1.07	0.87	0.84	0.70	0.42	1.16

Caudales específicos [m³/s/km²]
Afluente a ESJ.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1980	1.62E-04	1.73E-04	2.49E-04	1.27E-03	1.08E-03	8.82E-04	6.97E-04	7.68E-04	6.82E-04	8.41E-04	1.54E-03	3.34E-03
1981	3.39E-03	2.79E-03	2.08E-03	1.65E-03	1.40E-03	1.16E-03	1.05E-03	9.17E-04	7.66E-04	5.22E-04	3.97E-04	3.99E-04
1982	5.84E-04	4.42E-04	4.39E-04	4.15E-04	6.03E-04	6.75E-04	8.03E-04	7.37E-04	7.40E-04	5.49E-04	1.09E-03	1.68E-03
1983	1.58E-03	1.31E-03	1.05E-03	1.11E-03	1.12E-03	1.04E-03	1.15E-03	9.72E-04	8.80E-04	1.60E-03	2.72E-03	3.47E-03
1984	3.01E-03	1.88E-03	1.67E-03	1.36E-03	1.28E-03	1.23E-03	1.75E-03	1.70E-03	1.98E-03	4.55E-03	7.39E-03	7.34E-03
1985	4.78E-03	2.85E-03	2.51E-03	2.00E-03	1.74E-03	1.64E-03	1.51E-03	1.18E-03	8.60E-04	6.84E-04	6.66E-04	6.35E-04
1986	6.33E-04	8.44E-04	6.14E-04	7.15E-04	8.17E-04	7.97E-04	7.51E-04	7.77E-04	6.51E-04	6.93E-04	7.94E-04	1.28E-03
1987	1.29E-03	1.10E-03	1.04E-03	9.83E-04	1.13E-03	9.97E-04	1.01E-03	1.78E-03	1.90E-03	2.69E-03	1.03E-02	1.55E-02
1988	1.03E-02	5.93E-03	3.98E-03	3.06E-03	2.47E-03	2.03E-03	1.81E-03	1.65E-03	1.39E-03	1.13E-03	8.58E-04	2.41E-03
1989	8.39E-04	9.84E-04	8.15E-04	7.95E-04	9.77E-04	9.31E-04	8.18E-04	8.73E-04	7.59E-04	4.79E-04	4.77E-04	6.39E-04
1990	7.16E-04	6.84E-04	6.74E-04	6.44E-04	7.07E-04	6.63E-04	6.97E-04	5.73E-04	5.15E-04	4.50E-04	3.51E-04	4.22E-04
1991	3.23E-04	3.45E-04	3.60E-04	4.89E-04	5.32E-04	7.46E-04	7.75E-04	5.90E-04	6.07E-04	5.47E-04	5.93E-04	7.00E-04
1992	6.15E-04	6.41E-04	7.99E-04	1.51E-03	1.15E-03	1.26E-03	1.07E-03	8.81E-04	7.82E-04	1.04E-03	1.88E-03	2.44E-03
1993	3.07E-03	2.36E-03	1.54E-03	1.24E-03	1.29E-03	1.25E-03	1.09E-03	9.25E-04	7.58E-04	6.25E-04	4.97E-04	4.36E-04
1994	4.43E-04	5.78E-04	6.08E-04	6.20E-04	6.34E-04	5.82E-04	6.39E-04	5.74E-04	5.22E-04	5.47E-04	4.27E-04	3.81E-04
1995	5.64E-04	5.25E-04	5.46E-04	5.37E-04	5.38E-04	5.19E-04	5.13E-04	4.62E-04	3.91E-04	3.65E-04	2.28E-04	2.55E-04
1996	3.12E-04	2.58E-04	3.29E-04	4.38E-04	4.05E-04	4.37E-04	4.31E-04	4.45E-04	2.54E-04	2.15E-04	1.09E-04	2.30E-04
1997	2.04E-04	1.75E-04	2.80E-04	2.32E-04	3.18E-04	8.56E-04	9.49E-04	3.75E-03	2.52E-03	2.77E-03	5.97E-03	1.06E-02
1998	9.85E-03	5.34E-03	3.45E-03	2.60E-03	2.17E-03	1.86E-03	1.64E-03	1.54E-03	1.39E-03	1.21E-03	1.02E-03	1.03E-03
1999	1.21E-03	1.25E-03	1.00E-03	1.02E-03	9.46E-04	9.32E-04	9.04E-04	7.37E-04	6.26E-04	5.01E-04	3.90E-04	2.78E-04
2000	3.62E-04	4.45E-04	4.31E-04	6.12E-04	7.24E-04	7.93E-04	9.32E-04	8.21E-04	6.26E-04	8.07E-04	7.51E-04	9.32E-04
2001	9.04E-04	9.04E-04	1.02E-03	9.46E-04	9.60E-04	8.90E-04	8.35E-04	7.24E-04	6.68E-04	5.57E-04	4.73E-04	4.87E-04
2002	5.70E-04	5.70E-04	5.84E-04	7.65E-04	1.09E-03	1.18E-03	1.11E-03	1.46E-03	1.43E-03	2.38E-03	3.46E-03	3.80E-03
2003	3.31E-03	2.39E-03	1.70E-03	1.42E-03	1.28E-03	1.22E-03	1.11E-03	9.04E-04	7.24E-04	5.70E-04	6.54E-04	6.68E-04
2004	7.37E-04	7.93E-04	6.68E-04	7.65E-04	8.21E-04	7.79E-04	8.21E-04	7.24E-04	4.73E-04	2.78E-04	3.62E-04	2.78E-04
2005	4.17E-04	4.45E-04	4.59E-04	5.84E-04	7.93E-04	7.65E-04	7.51E-04	6.26E-04	5.84E-04	4.87E-04	8.35E-04	1.29E-03
2006	1.36E-03	1.24E-03	1.02E-03	9.18E-04	9.18E-04	9.04E-04	8.63E-04	6.54E-04	5.01E-04	2.92E-04	2.23E-04	1.81E-04
2007	2.78E-04	3.20E-04	3.48E-04	4.45E-04	5.84E-04	6.12E-04	6.26E-04	5.57E-04	4.59E-04	5.15E-04	9.18E-04	1.10E-03
2008	1.09E-03	8.49E-04	7.65E-04	7.37E-04	8.07E-04	8.49E-04	8.07E-04	6.82E-04	5.84E-04	6.68E-04	5.01E-04	4.59E-04
2009	4.04E-04	4.17E-04	4.59E-04	5.70E-04	6.12E-04	5.84E-04	6.12E-04	5.15E-04	2.92E-04	1.95E-04	1.53E-04	1.11E-04
2010	1.53E-04	1.81E-04	1.81E-04	2.78E-04	5.29E-04	5.57E-04	4.73E-04	4.17E-04	2.92E-04	1.81E-04	9.74E-05	1.11E-04
2011	9.74E-05	2.64E-04	3.06E-04	3.76E-04	4.31E-04	4.59E-04	5.01E-04	4.45E-04	2.64E-04	1.95E-04	1.25E-04	1.25E-04
2012	1.53E-04	2.92E-04	3.06E-04	3.76E-04	3.90E-04	4.17E-04	3.76E-04	3.62E-04	2.64E-04	1.39E-04	1.25E-04	8.35E-05
2013	1.11E-04	1.39E-04	1.39E-04	2.23E-04	3.34E-04	3.62E-04	3.48E-04	3.34E-04				

Estación Río Huasco en Algodones

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1980	1.39E-04	1.39E-04	2.09E-04	1.28E-03	1.06E-03	8.35E-04	7.24E-04	7.65E-04	6.40E-04	7.10E-04	1.50E-03	3.44E-03
1981	3.05E-03	2.71E-03	2.10E-03	1.60E-03	1.31E-03	1.13E-03	1.02E-03	9.32E-04	7.65E-04	5.01E-04	3.90E-04	3.90E-04
1982	6.12E-04	4.17E-04	3.90E-04	3.76E-04	5.84E-04	6.68E-04	7.93E-04	6.96E-04	6.96E-04	4.87E-04	9.60E-04	1.49E-03
1983	1.41E-03	1.18E-03	9.32E-04	1.03E-03	1.09E-03	1.00E-03	1.13E-03	9.18E-04	8.35E-04	1.50E-03	2.48E-03	3.34E-03
1984	2.88E-03	1.66E-03	1.56E-03	1.28E-03	1.22E-03	1.24E-03	1.78E-03	1.67E-03	1.98E-03	4.49E-03	7.30E-03	6.96E-03
1985	4.59E-03	2.73E-03	2.41E-03	1.91E-03	1.74E-03	1.67E-03	1.52E-03	1.32E-03	9.60E-04	6.96E-04	6.12E-04	5.57E-04
1986	5.57E-04	7.93E-04	5.57E-04	6.96E-04	8.35E-04	8.07E-04	7.37E-04	7.51E-04	5.98E-04	6.40E-04	7.24E-04	1.13E-03
1987	1.20E-03	1.07E-03	1.03E-03	1.00E-03	1.13E-03	1.02E-03	1.09E-03	1.92E-03	1.91E-03	2.39E-03	9.71E-03	1.56E-02
1988	1.04E-02	6.00E-03	3.99E-03	3.06E-03	2.48E-03	2.02E-03	1.71E-03	1.49E-03	1.25E-03	9.74E-04	7.37E-04	2.02E-03
1989	5.84E-04	7.79E-04	7.37E-04	7.37E-04	9.60E-04	9.46E-04	8.35E-04	8.77E-04	6.96E-04	4.73E-04	4.73E-04	5.29E-04
1990	5.98E-04	5.84E-04	5.84E-04	6.12E-04	6.68E-04	5.98E-04	6.40E-04	5.29E-04	4.59E-04	3.90E-04	3.20E-04	3.48E-04
1991	2.09E-04	1.81E-04	2.50E-04	4.45E-04	5.01E-04	6.82E-04	7.93E-04	5.43E-04	5.70E-04	4.59E-04	4.73E-04	5.70E-04
1992	4.73E-04	5.70E-04	8.07E-04	1.49E-03	1.15E-03	1.28E-03	1.09E-03	8.63E-04	6.96E-04	8.35E-04	1.66E-03	2.16E-03
1993	2.80E-03	2.14E-03	1.42E-03	1.17E-03	1.24E-03	1.20E-03	1.07E-03	9.04E-04	6.96E-04	5.57E-04	4.45E-04	3.62E-04
1994	3.76E-04	5.15E-04	5.70E-04	5.70E-04	5.70E-04	5.43E-04	6.82E-04	5.57E-04	4.31E-04	4.17E-04	3.48E-04	3.06E-04
1995	4.31E-04	3.76E-04	4.45E-04	5.15E-04	5.15E-04	4.87E-04	5.01E-04	4.45E-04	3.62E-04	3.48E-04	1.67E-04	1.95E-04
1996	2.64E-04	1.95E-04	2.09E-04	3.76E-04	3.34E-04	3.62E-04	3.76E-04	3.90E-04	1.81E-04	1.95E-04	6.96E-05	1.25E-04
1997	1.39E-04	1.11E-04	1.67E-04	2.09E-04	3.06E-04	8.63E-04	7.93E-04	3.92E-03	3.12E-03	2.94E-03	7.22E-03	1.21E-02
1998	1.05E-02	6.29E-03	3.80E-03	3.02E-03	2.67E-03	2.31E-03	1.92E-03	1.46E-03	1.13E-03	8.49E-04	7.79E-04	8.07E-04
1999	8.77E-04	1.15E-03	9.88E-04	1.21E-03	1.00E-03	8.35E-04	7.93E-04	6.12E-04	5.84E-04	5.84E-04	4.45E-04	2.92E-04
2000	3.62E-04	4.87E-04	4.87E-04	7.10E-04	9.46E-04	7.51E-04	7.65E-04	6.68E-04	5.15E-04	7.79E-04	7.93E-04	9.46E-04
2001	9.88E-04	9.04E-04	9.74E-04	8.90E-04	9.46E-04	8.35E-04	7.37E-04	6.40E-04	6.26E-04	5.57E-04	4.73E-04	5.57E-04
2002	6.68E-04	6.54E-04	7.37E-04	1.31E-03	7.65E-04	1.03E-03	1.07E-03	1.22E-03	1.28E-03	2.62E-03	4.38E-03	3.65E-03
2003	3.60E-03	2.52E-03	1.77E-03	1.56E-03	1.39E-03	1.46E-03	1.31E-03	1.07E-03	8.63E-04	5.57E-04	5.43E-04	6.82E-04
2004	8.07E-04	7.93E-04	6.82E-04	7.10E-04	7.65E-04	7.79E-04	7.65E-04	6.40E-04	3.62E-04	2.92E-04	2.64E-04	4.17E-04
2005	3.17E-04	3.41E-04	3.58E-04	5.91E-04	8.40E-04	8.13E-04	7.75E-04	6.23E-04	5.25E-04	4.47E-04	6.71E-04	1.14E-03
2006	1.09E-03	1.05E-03	8.77E-04	8.78E-04	8.60E-04	8.06E-04	6.46E-04	5.69E-04	4.58E-04	3.51E-04	1.84E-04	1.54E-04
2007	2.10E-04	2.17E-04	2.98E-04	3.77E-04	4.63E-04	5.70E-04	5.65E-04	4.93E-04	4.47E-04	6.86E-04	9.48E-04	9.48E-04
2008	7.97E-04	7.30E-04	6.44E-04	6.80E-04	6.79E-04	7.25E-04	6.93E-04	5.80E-04	5.61E-04	5.37E-04	3.95E-04	4.48E-04
2009	3.91E-04	3.20E-04	3.26E-04	5.91E-04	4.66E-04	4.94E-04	5.27E-04	3.66E-04	2.45E-04	1.31E-04	7.24E-05	5.29E-05
2010	6.96E-05	1.39E-04	2.25E-04	3.42E-04	5.09E-04	5.22E-04	4.77E-04	3.66E-04	1.86E-04	9.18E-05	7.51E-05	7.24E-05

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2011	1.15E-04	2.38E-04	2.71E-04	3.84E-04	5.01E-04	5.97E-04	5.61E-04	4.09E-04	2.64E-04	2.14E-04	8.49E-05	9.18E-05
2012	1.43E-04	2.78E-04	2.96E-04	3.77E-04	3.34E-04	3.78E-04	3.35E-04	6.12E-04	2.17E-04	1.07E-04	1.04E-04	9.46E-05

Estación Río Transito Antes Junta Río Carmen

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	1.44E-04	1.44E-04	2.41E-04	1.08E-03	9.15E-04	7.71E-04	6.74E-04	6.26E-04	4.82E-04	5.54E-04	1.54E-03	3.76E-03
1981	3.30E-03	3.06E-03	2.26E-03	1.69E-03	1.28E-03	1.06E-03	9.39E-04	8.91E-04	6.74E-04	4.58E-04	4.09E-04	3.37E-04
1982	5.78E-04	3.85E-04	4.09E-04	3.61E-04	5.78E-04	6.50E-04	7.71E-04	6.74E-04	6.26E-04	4.58E-04	1.04E-03	1.66E-03
1983	1.59E-03	1.28E-03	9.87E-04	1.11E-03	1.13E-03	1.01E-03	1.16E-03	9.15E-04	8.43E-04	1.47E-03	2.82E-03	4.12E-03
1984	3.52E-03	1.88E-03	1.66E-03	1.40E-03	1.32E-03	1.35E-03	1.76E-03	1.59E-03	1.90E-03	3.56E-03	6.12E-03	6.86E-03
1985	4.79E-03	2.65E-03	2.43E-03	1.95E-03	1.83E-03	1.79E-03	1.59E-03	1.40E-03	1.03E-03	7.15E-04	5.92E-04	5.54E-04
1986	5.98E-04	7.92E-04	5.38E-04	7.19E-04	8.46E-04	8.22E-04	7.39E-04	7.65E-04	5.82E-04	7.08E-04	8.11E-04	1.02E-03
1987	1.09E-03	9.99E-04	9.97E-04	9.89E-04	1.13E-03	1.00E-03	1.12E-03	1.94E-03	1.85E-03	1.94E-03	6.94E-03	1.51E-02
1988	9.90E-03	5.68E-03	3.78E-03	2.92E-03	2.47E-03	2.01E-03	1.72E-03	1.46E-03	1.25E-03	9.51E-04	6.77E-04	6.39E-04
1989	6.19E-04	7.81E-04	7.05E-04	7.15E-04	9.83E-04	9.38E-04	8.41E-04	9.05E-04	6.60E-04	4.87E-04	5.39E-04	6.56E-04
1990	7.27E-04	6.24E-04	6.22E-04	6.08E-04	6.10E-04	5.41E-04	6.00E-04	5.17E-04	4.99E-04	3.87E-04	2.47E-04	3.83E-04
1991	1.91E-04	1.51E-04	2.08E-04	4.88E-04	4.96E-04	5.92E-04	7.17E-04	4.90E-04	6.06E-04	4.90E-04	5.07E-04	6.12E-04
1992	4.52E-04	5.48E-04	7.51E-04	1.27E-03	1.05E-03	1.21E-03	1.04E-03	8.20E-04	6.08E-04	6.96E-04	1.60E-03	2.18E-03
1993	2.63E-03	1.96E-03	1.52E-03	1.44E-03	1.35E-03	1.25E-03	1.09E-03	9.07E-04	6.90E-04	5.56E-04	5.17E-04	4.53E-04
1994	3.90E-04	4.75E-04	5.08E-04	5.28E-04	5.18E-04	4.27E-04	5.46E-04	5.13E-04	4.39E-04	4.44E-04	3.40E-04	2.65E-04
1995	4.06E-04	3.38E-04	4.24E-04	4.93E-04	5.15E-04	5.70E-04	5.58E-04	4.24E-04	3.38E-04	2.17E-04	1.38E-04	1.85E-04
1996	2.54E-04	1.84E-04	2.78E-04	4.28E-04	3.89E-04	3.66E-04	3.65E-04	4.24E-04	2.33E-04	1.78E-04	8.36E-05	2.56E-04
1997	2.54E-04	1.84E-04	3.59E-04	2.14E-04	3.03E-04	1.03E-03	8.33E-04	2.69E-03	2.63E-03	2.54E-03	6.22E-03	1.16E-02
1998	1.32E-02	6.36E-03	4.19E-03	3.20E-03	2.64E-03	1.97E-03	1.93E-03	1.64E-03	1.29E-03	1.04E-03	8.81E-04	8.77E-04
1999	1.13E-03	1.13E-03	1.05E-03	1.09E-03	1.02E-03	1.00E-03	9.64E-04	7.96E-04	7.38E-04	6.96E-04	4.59E-04	3.67E-04
2000	4.62E-04	5.97E-04	5.70E-04	8.11E-04	9.78E-04	1.03E-03	1.04E-03	9.03E-04	6.36E-04	9.30E-04	1.03E-03	1.31E-03
2001	1.26E-03	1.28E-03	1.36E-03	1.29E-03	1.25E-03	1.15E-03	1.09E-03	9.91E-04	9.23E-04	7.84E-04	6.14E-04	6.97E-04
2002	6.60E-04	6.41E-04	6.81E-04	8.62E-04	1.16E-03	1.06E-03	1.01E-03	1.14E-03	1.14E-03	1.80E-03	3.20E-03	3.75E-03
2003	3.09E-03	2.28E-03	1.66E-03	1.42E-03	1.33E-03	1.19E-03	1.16E-03	9.60E-04	7.88E-04	6.59E-04	6.45E-04	6.57E-04
2004	6.18E-04	6.79E-04	5.98E-04	6.68E-04	7.28E-04	6.76E-04	6.90E-04	6.73E-04	4.81E-04	2.97E-04	3.22E-04	2.57E-04
2005	3.31E-04	2.91E-04	4.09E-04	5.29E-04	7.70E-04	6.87E-04	6.85E-04	5.45E-04	4.84E-04	4.19E-04	7.35E-04	1.16E-03
2006	1.20E-03	1.03E-03	8.50E-04	8.01E-04	8.25E-04	7.96E-04	7.22E-04	6.35E-04	4.90E-04	2.78E-04	1.28E-04	1.20E-04
2007	1.96E-04	1.99E-04	2.56E-04	4.12E-04	5.63E-04	6.08E-04	5.98E-04	5.33E-04	4.66E-04	6.30E-04	1.10E-03	1.26E-03
2008	1.22E-03	8.92E-04	7.60E-04	7.75E-04	8.75E-04	8.93E-04	7.58E-04	6.97E-04	6.04E-04	7.85E-04	5.93E-04	4.94E-04
2009	3.96E-04	4.25E-04	4.44E-04	5.66E-04	6.39E-04	5.95E-04	5.81E-04	4.41E-04	2.76E-04	1.41E-04	5.12E-05	4.04E-05
2010	7.54E-05	1.75E-04	2.50E-04	4.48E-04	6.08E-04	5.68E-04	5.48E-04	4.64E-04	3.17E-04	1.46E-04	6.47E-05	5.83E-05
2011	1.36E-04	3.94E-04	3.65E-04	3.79E-04	5.37E-04	5.52E-04	5.58E-04	4.53E-04	2.48E-04	1.35E-04	5.86E-05	9.64E-05
2012	1.73E-04	3.17E-04	2.23E-04	4.40E-04	4.17E-04	4.98E-04	4.78E-04	3.99E-04	2.93E-04	1.17E-04	1.17E-04	1.10E-04
2013	1.92E-04	2.58E-04	2.18E-04	3.63E-04	5.13E-04	4.32E-04	4.10E-04	3.68E-04	3.36E-04	5.85E-05	9.11E-05	6.35E-05

Estación Río Transito En Angostura Pinte

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	2.80E-04	3.11E-04	4.35E-04	1.12E-03	1.09E-03	1.02E-03	6.83E-04	6.83E-04	6.52E-04	1.02E-03	1.86E-03	3.91E-03
1981	4.72E-03	3.70E-03	2.48E-03	2.05E-03	1.74E-03	1.30E-03	1.15E-03	9.63E-04	7.45E-04	6.21E-04	5.28E-04	4.66E-04
1982	5.59E-04	4.97E-04	6.52E-04	5.28E-04	7.45E-04	7.76E-04	9.32E-04	9.01E-04	8.39E-04	7.14E-04	1.58E-03	2.48E-03
1983	2.33E-03	1.86E-03	1.46E-03	1.52E-03	1.40E-03	1.27E-03	1.37E-03	1.21E-03	1.09E-03	1.93E-03	3.94E-03	5.16E-03
1984	4.47E-03	2.83E-03	2.20E-03	1.83E-03	1.65E-03	1.52E-03	1.86E-03	1.83E-03	2.08E-03	3.76E-03	6.52E-03	8.60E-03
1985	5.87E-03	3.23E-03	2.98E-03	2.45E-03	2.05E-03	1.93E-03	1.74E-03	1.18E-03	9.01E-04	8.07E-04	8.39E-04	8.70E-04
1986	9.32E-04	1.06E-03	8.07E-04	9.01E-04	9.32E-04	9.01E-04	9.01E-04	9.63E-04	8.07E-04	9.94E-04	1.18E-03	1.58E-03
1987	1.43E-03	1.21E-03	1.18E-03	1.06E-03	1.27E-03	1.09E-03	1.06E-03	1.74E-03	2.02E-03	2.86E-03	8.29E-03	1.55E-02
1988	1.01E-02	5.87E-03	4.01E-03	3.14E-03	2.70E-03	2.27E-03	2.20E-03	2.08E-03	1.83E-03	1.52E-03	1.12E-03	1.46E-03
1989	1.52E-03	1.52E-03	1.06E-03	9.63E-04	1.15E-03	1.02E-03	9.01E-04	1.02E-03	9.32E-04	6.21E-04	6.83E-04	1.15E-03
1990	1.24E-03	1.06E-03	9.94E-04	8.07E-04	8.39E-04	8.07E-04	8.70E-04	7.45E-04	7.76E-04	6.52E-04	5.28E-04	7.14E-04
1991	5.90E-04	6.83E-04	5.90E-04	7.14E-04	6.83E-04	8.39E-04	7.45E-04	7.14E-04	8.39E-04	8.39E-04	9.63E-04	1.12E-03
1992	9.63E-04	8.39E-04	8.39E-04	1.40E-03	1.18E-03	1.27E-03	1.12E-03	9.94E-04	9.32E-04	1.37E-03	2.45E-03	3.26E-03
1993	3.66E-03	2.73E-03	2.11E-03	1.89E-03	1.71E-03	1.55E-03	1.27E-03	1.12E-03	9.63E-04	8.39E-04	8.07E-04	7.76E-04
1994	7.14E-04	8.07E-04	8.07E-04	7.76E-04	7.14E-04	6.21E-04	6.52E-04	6.52E-04	6.21E-04	7.45E-04	5.90E-04	5.28E-04
1995	7.14E-04	6.52E-04	7.14E-04	6.52E-04	6.21E-04	5.90E-04	5.59E-04	4.97E-04	4.35E-04	4.04E-04	3.11E-04	4.35E-04
1996	4.66E-04	3.73E-04	4.35E-04	5.28E-04	4.35E-04	4.35E-04	4.04E-04	4.66E-04	3.42E-04	2.80E-04	1.55E-04	4.97E-04
1997	4.04E-04	3.11E-04	4.35E-04	2.48E-04	3.73E-04	7.14E-04	9.94E-04	1.52E-03	2.20E-03	2.39E-03	4.72E-03	9.29E-03
1998	1.33E-02	7.64E-03	4.72E-03	3.35E-03	2.70E-03	2.45E-03	2.27E-03	1.96E-03	1.77E-03	1.30E-03	1.09E-03	1.24E-03
1999	1.34E-03	1.40E-03	1.30E-03	1.40E-03	1.21E-03	1.18E-03	1.09E-03	9.63E-04	9.32E-04	8.39E-04	7.45E-04	7.76E-04
2000	7.14E-04	7.76E-04	7.76E-04	7.45E-04	1.12E-03	1.12E-03	1.24E-03	1.12E-03	8.39E-04	1.12E-03	1.34E-03	1.89E-03
2001	1.43E-03	1.49E-03	1.43E-03	1.34E-03	1.37E-03	1.18E-03	1.06E-03	9.32E-04	9.32E-04	9.32E-04	9.01E-04	1.02E-03
2002	9.63E-04	9.94E-04	7.45E-04	9.01E-04	1.18E-03	1.18E-03	1.09E-03	1.27E-03	1.34E-03	2.58E-03	4.78E-03	5.09E-03
2003	3.94E-03	2.83E-03	2.14E-03	1.71E-03	1.89E-03	1.74E-03	1.65E-03	1.49E-03	1.18E-03	9.94E-04	9.63E-04	1.06E-03

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2004	1.34E-03	1.12E-03	8.70E-04	9.01E-04	8.70E-04	8.39E-04	9.01E-04	7.45E-04	6.21E-04	5.90E-04	6.21E-04	4.66E-04
2005	9.32E-04	6.83E-04	6.12E-04	7.39E-04	9.50E-04	9.38E-04	8.79E-04	7.24E-04	7.98E-04	1.09E-03	1.15E-03	1.30E-03
2006	1.40E-03	1.34E-03	1.18E-03	9.81E-04	9.29E-04	1.05E-03	8.32E-04	6.71E-04	5.59E-04	4.13E-04	3.51E-04	3.51E-04
2007	4.69E-04	3.94E-04	4.44E-04	4.22E-04	5.99E-04	8.73E-04	8.48E-04	7.36E-04	7.14E-04	1.25E-03	1.40E-03	1.55E-03
2008	1.71E-03	1.38E-03	1.04E-03	1.02E-03	1.00E-03	1.11E-03	1.10E-03	9.44E-04	9.47E-04	1.30E-03	9.94E-04	8.26E-04
2009	7.67E-04	7.70E-04	5.90E-04	6.71E-04	9.23E-04	6.43E-04	6.02E-04	5.12E-04	4.57E-04	3.26E-04	2.05E-04	1.77E-04
2010	2.14E-04	3.57E-04	4.13E-04									

Estación Río Carmen En Ramadillas

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	6.84E-05	6.84E-05	1.03E-04	1.40E-03	1.10E-03	7.87E-04	6.84E-04	8.56E-04	7.53E-04	7.87E-04	1.27E-03	2.67E-03
1981	2.40E-03	1.95E-03	1.64E-03	1.30E-03	1.16E-03	1.06E-03	9.92E-04	8.56E-04	7.87E-04	4.45E-04	2.74E-04	3.42E-04
1982	5.82E-04	4.11E-04	2.74E-04	3.42E-04	4.79E-04	5.82E-04	6.84E-04	6.16E-04	6.84E-04	4.45E-04	7.19E-04	1.06E-03
1983	9.92E-04	8.90E-04	7.53E-04	7.87E-04	8.90E-04	8.56E-04	9.58E-04	7.87E-04	7.19E-04	1.37E-03	1.75E-03	1.92E-03
1984	1.68E-03	1.16E-03	1.23E-03	9.58E-04	9.58E-04	9.24E-04	1.61E-03	1.61E-03	1.88E-03	5.41E-03	8.35E-03	6.47E-03
1985	3.87E-03	2.60E-03	2.16E-03	1.64E-03	1.44E-03	1.33E-03	1.27E-03	1.03E-03	7.19E-04	5.48E-04	5.48E-04	4.79E-04
1986	4.11E-04	6.84E-04	4.79E-04	5.48E-04	6.84E-04	6.84E-04	6.16E-04	6.16E-04	5.48E-04	4.45E-04	4.79E-04	1.13E-03
1987	1.23E-03	1.03E-03	9.24E-04	8.90E-04	9.92E-04	8.90E-04	8.90E-04	1.68E-03	1.78E-03	2.81E-03	1.29E-02	1.54E-02
1988	1.03E-02	5.92E-03	3.94E-03	2.98E-03	2.22E-03	1.81E-03	1.51E-03	1.37E-03	1.10E-03	8.90E-04	7.19E-04	3.76E-03
1989	4.11E-04	6.50E-04	6.50E-04	6.84E-04	8.21E-04	8.21E-04	7.19E-04	7.19E-04	6.50E-04	3.42E-04	2.74E-04	2.40E-04
1990	3.08E-04	4.11E-04	4.45E-04	5.13E-04	6.16E-04	5.82E-04	5.82E-04	4.45E-04	3.08E-04	3.08E-04	2.05E-04	2.05E-04
1991	1.71E-04	1.71E-04	2.40E-04	3.08E-04	4.11E-04	7.19E-04	7.87E-04	5.13E-04	4.11E-04	3.42E-04	3.42E-04	4.11E-04
1992	4.11E-04	5.13E-04	7.53E-04	1.64E-03	1.13E-03	1.23E-03	9.92E-04	7.87E-04	7.19E-04	9.24E-04	1.54E-03	1.92E-03
1993	2.74E-03	2.19E-03	1.10E-03	6.50E-04	9.24E-04	9.92E-04	9.24E-04	7.53E-04	6.16E-04	4.79E-04	2.40E-04	1.71E-04
1994	2.40E-04	4.11E-04	4.45E-04	5.13E-04	6.16E-04	5.82E-04	5.82E-04	5.13E-04	5.13E-04	4.79E-04	3.42E-04	3.08E-04
1995	5.48E-04	5.48E-04	4.79E-04	4.45E-04	4.79E-04	4.79E-04	4.79E-04	4.45E-04	3.76E-04	3.42E-04	2.05E-04	1.37E-04
1996	2.05E-04	2.05E-04	3.42E-04	4.11E-04	4.45E-04	5.13E-04	5.13E-04	4.79E-04	2.40E-04	1.71E-04	1.03E-04	6.84E-05
1997	6.84E-05	1.03E-04	2.40E-04	2.40E-04	2.74E-04	9.92E-04	1.06E-03	5.82E-03	1.08E-02	8.73E-03	1.16E-02	1.39E-02
1998	1.11E-02	5.92E-03	3.80E-03	2.98E-03	2.53E-03	2.33E-03	1.95E-03	1.71E-03	1.44E-03	1.20E-03	1.03E-03	8.56E-04
1999	1.06E-03	1.13E-03	1.06E-03	9.58E-04	9.24E-04	9.24E-04	8.21E-04	6.50E-04	5.82E-04	5.48E-04	3.42E-04	3.08E-04
2000	3.42E-04	2.74E-04	3.76E-04	4.45E-04	5.82E-04	6.50E-04	8.56E-04	7.87E-04	6.50E-04	9.24E-04	7.53E-04	7.87E-04
2001	8.56E-04	9.24E-04	1.03E-03	9.24E-04	9.92E-04	8.56E-04	7.53E-04	7.19E-04	7.19E-04	7.19E-04	7.19E-04	7.87E-04
2002	7.87E-04	7.53E-04	7.53E-04	8.56E-04	9.92E-04	1.03E-03	9.92E-04	1.37E-03	1.51E-03	2.81E-03	3.76E-03	4.07E-03
2003	3.76E-03	2.60E-03	1.92E-03	1.54E-03	1.33E-03	1.30E-03	1.13E-03	9.24E-04	8.90E-04	8.90E-04	9.24E-04	8.90E-04
2004	9.24E-04	9.24E-04	8.21E-04	7.87E-04	7.87E-04	7.53E-04	7.19E-04	7.19E-04	6.50E-04	6.16E-04	6.16E-04	5.48E-04
2005	4.63E-04	5.00E-04	5.37E-04	5.70E-04	6.64E-04	7.82E-04	6.71E-04	5.50E-04	5.94E-04	5.67E-04	9.13E-04	1.16E-03
2006	1.31E-03	1.03E-03	8.99E-04	7.85E-04	7.25E-04	6.91E-04	6.54E-04	6.07E-04	4.76E-04	4.26E-04	4.26E-04	3.85E-04
2007	4.39E-04	4.46E-04	4.46E-04	4.63E-04	4.83E-04	4.83E-04	5.20E-04	4.63E-04	4.56E-04	5.30E-04	7.58E-04	8.12E-04
2008	8.79E-04	7.88E-04	7.25E-04	5.84E-04	5.80E-04	6.00E-04	5.87E-04	5.00E-04	4.63E-04	4.73E-04	5.90E-04	5.43E-04
2009	5.67E-04	5.90E-04	5.20E-04	4.73E-04	4.46E-04	4.39E-04	4.09E-04	3.65E-04	2.98E-04	2.88E-04	2.41E-04	1.44E-04
2010	2.68E-04	3.15E-04	3.35E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

14 ANEXO E
VOLÚMENES DE AGUA DENTRO DEL EMBALSE [m³]

Valores simulados.

Sin Proyecto

Año	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
1980	1.25E+08	1.37E+08	1.45E+08	1.49E+08	1.55E+08	1.59E+08	1.65E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08
1981	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.65E+08	1.49E+08	1.31E+08	1.17E+08	1.02E+08	9.03E+07
1982	9.06E+07	9.62E+07	1.04E+08	1.15E+08	1.24E+08	1.32E+08	1.34E+08	1.44E+08	1.63E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08
1983	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08
1984	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08
1985	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.68E+08	1.57E+08	1.43E+08	1.31E+08	1.23E+08	1.14E+08
1986	1.19E+08	1.26E+08	1.32E+08	1.38E+08	1.44E+08	1.47E+08	1.51E+08	1.54E+08	1.64E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08
1987	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08
1988	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.66E+08	1.73E+08	1.64E+08	1.59E+08	1.54E+08
1989	1.60E+08	1.69E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.72E+08	1.69E+08	1.68E+08	1.68E+08	1.69E+08	1.71E+08
1990	1.67E+08	1.67E+08	1.70E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.69E+08	1.60E+08	1.44E+08	1.26E+08	1.07E+08	9.07E+07	7.72E+07
1991	7.95E+07	8.43E+07	9.42E+07	1.05E+08	1.12E+08	1.18E+08	1.20E+08	1.22E+08	1.24E+08	1.25E+08	1.27E+08	1.33E+08
1992	1.53E+08	1.66E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08
1993	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.66E+08	1.53E+08	1.35E+08	1.19E+08	1.07E+08	9.78E+07
1994	1.01E+08	1.07E+08	1.14E+08	1.21E+08	1.27E+08	1.30E+08	1.32E+08	1.29E+08	1.23E+08	1.22E+08	1.20E+08	1.20E+08
1995	1.22E+08	1.23E+08	1.25E+08	1.26E+08	1.26E+08	1.25E+08	1.22E+08	1.15E+08	1.06E+08	9.92E+07	9.21E+07	8.78E+07
1996	8.86E+07	9.06E+07	9.44E+07	9.83E+07	1.02E+08	1.01E+08	9.70E+07	8.89E+07	8.14E+07	7.41E+07	6.69E+07	6.30E+07
1997	6.13E+07	6.27E+07	7.51E+07	8.59E+07	1.42E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08
1998	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.69E+08	1.62E+08	1.60E+08	1.60E+08	1.59E+08
1999	1.66E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.69E+08	1.60E+08	1.46E+08	1.35E+08	1.26E+08	1.20E+08
2000	1.15E+08	1.16E+08	1.21E+08	1.29E+08	1.35E+08	1.34E+08	1.31E+08	1.23E+08	1.14E+08	1.07E+08	1.00E+08	9.89E+07
2001	1.09E+08	1.20E+08	1.32E+08	1.43E+08	1.52E+08	1.58E+08	1.59E+08	1.57E+08	1.53E+08	1.52E+08	1.51E+08	1.51E+08
2002	1.57E+08	1.69E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08
2003	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.65E+08	1.55E+08	1.42E+08	1.31E+08	1.22E+08	1.14E+08
2004	1.20E+08	1.27E+08	1.33E+08	1.40E+08	1.45E+08	1.45E+08	1.41E+08	1.36E+08	1.28E+08	1.23E+08	1.19E+08	1.17E+08
2005	1.19E+08	1.26E+08	1.31E+08	1.37E+08	1.40E+08	1.43E+08	1.43E+08	1.47E+08	1.57E+08	1.70E+08	1.73E+08	1.73E+08
2006	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.69E+08	1.61E+08	1.51E+08	1.44E+08	1.38E+08	1.34E+08
2007	1.33E+08	1.36E+08	1.39E+08	1.42E+08	1.44E+08	1.44E+08	1.44E+08	1.50E+08	1.57E+08	1.64E+08	1.68E+08	1.71E+08
2008	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.70E+08	1.65E+08	1.60E+08	1.56E+08	1.54E+08
2009	1.56E+08	1.58E+08	1.61E+08	1.64E+08	1.65E+08	1.61E+08	1.56E+08	1.47E+08	1.36E+08	1.26E+08	1.17E+08	1.10E+08
2010	1.07E+08	1.11E+08	1.16E+08	1.21E+08	1.24E+08	1.22E+08	1.17E+08	1.07E+08	9.58E+07	8.51E+07	7.81E+07	7.35E+07
2011	7.40E+07	7.71E+07	8.19E+07	8.76E+07	9.20E+07	9.17E+07	8.80E+07	8.13E+07	7.31E+07	6.61E+07	6.21E+07	5.96E+07
2012	6.08E+07	6.37E+07	6.80E+07	7.17E+07	7.50E+07	7.53E+07	7.14E+07	6.56E+07	5.78E+07	5.10E+07	4.52E+07	4.05E+07

Con proyecto

Año	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
1980	1.25E+08	1.35E+08	1.41E+08	1.44E+08	1.48E+08	1.51E+08	1.57E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08
1981	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.72E+08	1.65E+08	1.51E+08	1.33E+08	1.20E+08	1.05E+08	9.38E+07
1982	9.42E+07	9.99E+07	1.08E+08	1.19E+08	1.29E+08	1.37E+08	1.39E+08	1.49E+08	1.69E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08
1983	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08
1984	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08
1985	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.68E+08	1.59E+08	1.45E+08	1.33E+08	1.26E+08	1.18E+08
1986	1.23E+08	1.28E+08	1.33E+08	1.36E+08	1.41E+08	1.42E+08	1.47E+08	1.50E+08	1.62E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08
1987	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08
1988	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.67E+08	1.73E+08	1.65E+08	1.60E+08	1.56E+08
1989	1.62E+08	1.70E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.71E+08	1.70E+08	1.71E+08	1.72E+08	1.73E+08
1990	1.69E+08	1.68E+08	1.69E+08	1.71E+08	1.71E+08	1.66E+08	1.57E+08	1.42E+08	1.24E+08	1.06E+08	9.02E+07	7.72E+07
1991	7.98E+07	8.48E+07	9.49E+07	1.06E+08	1.13E+08	1.19E+08	1.22E+08	1.24E+08	1.27E+08	1.29E+08	1.32E+08	1.38E+08
1992	1.58E+08	1.69E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08
1993	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.72E+08	1.67E+08	1.54E+08	1.37E+08	1.22E+08	1.10E+08	1.01E+08
1994	1.05E+08	1.08E+08	1.11E+08	1.14E+08	1.17E+08	1.18E+08	1.20E+08	1.17E+08	1.11E+08	1.10E+08	1.08E+08	1.08E+08
1995	1.10E+08	1.14E+08	1.19E+08	1.24E+08	1.28E+08	1.29E+08	1.27E+08	1.21E+08	1.13E+08	1.06E+08	9.97E+07	9.59E+07
1996	9.66E+07	9.85E+07	1.02E+08	1.06E+08	1.10E+08	1.09E+08	1.05E+08	9.69E+07	8.93E+07	8.19E+07	7.46E+07	7.05E+07
1997	6.87E+07	7.00E+07	8.23E+07	9.32E+07	1.50E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08

1998	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.69E+08	1.62E+08	1.60E+08	1.60E+08	1.59E+08
1999	1.65E+08	1.71E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.72E+08	1.68E+08	1.59E+08	1.44E+08	1.32E+08	1.23E+08	1.15E+08
2000	1.11E+08	1.13E+08	1.18E+08	1.27E+08	1.31E+08	1.28E+08	1.26E+08	1.18E+08	1.10E+08	1.03E+08	9.75E+07	9.67E+07
2001	1.06E+08	1.18E+08	1.30E+08	1.39E+08	1.48E+08	1.54E+08	1.56E+08	1.54E+08	1.50E+08	1.49E+08	1.48E+08	1.49E+08
2002	1.54E+08	1.64E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08
2003	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.71E+08	1.64E+08	1.54E+08	1.40E+08	1.29E+08	1.21E+08	1.13E+08
2004	1.19E+08	1.25E+08	1.29E+08	1.34E+08	1.37E+08	1.35E+08	1.31E+08	1.26E+08	1.18E+08	1.13E+08	1.10E+08	1.08E+08
2005	1.10E+08	1.16E+08	1.22E+08	1.25E+08	1.27E+08	1.27E+08	1.27E+08	1.31E+08	1.42E+08	1.54E+08	1.65E+08	1.73E+08
2006	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.71E+08	1.67E+08	1.60E+08	1.50E+08	1.42E+08	1.36E+08	1.32E+08
2007	1.32E+08	1.32E+08	1.33E+08	1.34E+08	1.34E+08	1.32E+08	1.32E+08	1.38E+08	1.45E+08	1.52E+08	1.56E+08	1.59E+08
2008	1.65E+08	1.69E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.70E+08	1.65E+08	1.60E+08	1.56E+08	1.54E+08
2009	1.55E+08	1.56E+08	1.57E+08	1.57E+08	1.56E+08	1.51E+08	1.46E+08	1.37E+08	1.25E+08	1.16E+08	1.07E+08	1.00E+08
2010	9.74E+07	1.01E+08	1.07E+08	1.11E+08	1.15E+08	1.14E+08	1.08E+08	9.93E+07	8.87E+07	7.85E+07	7.21E+07	6.79E+07
2011	6.87E+07	7.21E+07	7.70E+07	8.28E+07	8.74E+07	8.73E+07	8.40E+07	7.76E+07	6.99E+07	6.33E+07	5.97E+07	5.76E+07
2012	5.89E+07	6.19E+07	6.62E+07	7.00E+07	7.33E+07	7.36E+07	6.98E+07	6.42E+07	5.66E+07	5.00E+07	4.43E+07	3.97E+07

15 ANEXO F

DOTACION EMBALSE [m³/s]

A continuación, se muestran las tablas de dotaciones que el embalse entrega desde sus compuertas y vertedero de emergencia.

Valores simulados.

Sin proyecto

Año	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
1980	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17	3.37	7.92	23.69	24.04	19.77	14.67
1981	11.70	9.95	8.25	7.43	6.44	5.31	6.67	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63
1982	2.76	2.08	1.61	1.53	1.59	2.16	3.01	3.79	4.41	7.23	9.17	7.29
1983	7.84	7.95	7.38	8.14	6.84	6.13	11.24	19.29	24.63	21.32	13.27	11.72
1984	9.59	9.04	8.71	12.46	12.10	14.03	32.47	52.85	52.46	34.01	20.24	17.83
1985	14.22	12.39	11.69	10.70	8.31	5.98	6.67	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63
1986	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17	3.37	4.24	4.93	5.56	7.67	7.26
1987	6.90	7.99	7.05	7.13	12.64	13.47	19.05	73.68	111.22	73.44	42.35	28.35
1988	21.82	17.60	14.49	12.86	11.69	9.82	7.86	8.39	14.54	9.17	8.74	7.63
1989	3.17	3.17	5.32	5.75	6.13	5.26	3.37	4.24	4.93	4.63	4.42	3.86
1990	6.11	4.61	3.57	3.94	3.97	4.79	6.67	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63
1991	2.50	1.89	1.46	1.39	1.45	1.96	2.73	3.44	4.00	3.76	3.58	3.13
1992	3.17	3.17	6.21	7.53	6.19	5.42	7.24	13.26	17.25	21.73	16.67	10.84
1993	8.74	9.14	8.84	7.70	6.50	5.25	6.67	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63
1994	2.90	2.19	1.70	1.61	1.68	2.28	3.17	3.99	4.64	4.36	4.15	3.63
1995	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17	3.37	4.24	4.93	4.63	4.42	3.86
1996	2.71	2.04	1.58	1.50	1.56	2.12	2.96	3.72	4.33	4.06	3.87	3.38
1997	2.23	1.68	1.30	1.23	1.29	14.87	15.49	37.33	69.26	64.69	32.61	19.75
1998	18.56	15.47	13.31	11.69	10.97	9.79	8.45	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63
1999	4.40	3.95	6.58	6.38	5.14	4.30	4.80	6.04	7.03	6.60	6.29	5.49
2000	6.11	4.61	3.57	3.38	3.53	4.79	6.67	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63
2001	2.93	2.21	1.71	1.62	1.69	2.29	3.19	4.02	4.68	4.39	4.19	3.65
2002	3.17	3.17	6.90	7.87	10.34	10.13	16.87	24.63	27.01	23.49	16.93	11.99
2003	10.05	9.07	8.69	7.87	6.32	5.00	6.67	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63
2004	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17	3.37	4.24	4.93	4.63	4.42	3.86
2005	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17	3.37	4.24	4.93	4.63	7.45	7.04
2006	6.46	6.48	6.36	6.08	4.55	3.39	3.37	4.24	4.93	4.63	4.42	3.86
2007	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17	3.37	4.24	4.93	4.63	4.42	3.86
2008	4.51	5.69	5.99	5.70	4.73	4.02	4.57	4.24	4.93	4.63	4.42	3.86
2009	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17	3.37	4.24	4.93	4.63	4.42	3.86
2010	3.09	2.33	1.80	1.71	1.78	2.42	3.37	4.24	4.93	4.63	4.42	3.86

Año	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
2011	2.43	1.83	1.42	1.35	1.40	1.91	2.65	3.34	3.88	3.65	3.48	3.04
2012	2.16	1.63	1.26	1.20	1.25	1.70	2.36	2.97	3.45	3.24	3.09	2.70

Con proyecto

Año	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
1980	3.17	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.37	4.24	23.39	24.04	19.77	14.67
1981	11.70	9.95	8.25	7.43	6.44	5.59	6.67	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63
1982	2.95	2.22	1.72	1.63	1.70	2.31	3.22	4.05	4.71	9.43	9.17	7.29
1983	7.84	7.95	7.38	8.14	6.84	6.13	11.24	19.29	24.63	21.32	13.27	11.72
1984	9.59	9.04	8.71	12.46	12.10	14.03	32.47	52.85	52.46	34.01	20.24	17.83
1985	14.22	12.39	11.69	10.70	8.31	5.98	6.67	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63
1986	3.17	3.17	3.97	3.97	3.97	3.97	3.37	4.24	4.93	4.63	5.44	7.26
1987	6.90	7.99	7.05	7.13	12.64	13.47	19.05	73.68	111.22	73.44	42.35	28.35
1988	21.82	17.60	14.49	12.86	11.69	9.82	7.86	8.39	14.54	9.17	8.74	7.63
1989	3.17	3.97	4.52	5.75	6.13	5.26	3.37	4.24	4.93	4.63	4.42	3.86
1990	6.11	5.41	4.37	4.18	4.33	5.59	6.67	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63
1991	2.71	2.04	1.58	1.50	1.57	2.12	2.96	3.72	4.33	4.07	3.88	3.38
1992	3.17	3.97	6.85	7.53	6.19	5.42	7.24	13.26	17.25	21.73	16.67	10.84
1993	8.74	9.14	8.84	7.70	6.50	5.59	6.67	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63
1994	2.95	2.22	1.72	1.63	1.70	2.31	3.22	4.05	4.71	4.42	4.21	3.68
1995	3.17	3.97	3.97	3.97	3.97	3.17	3.37	4.24	4.93	4.63	4.42	3.86
1996	2.92	2.20	1.70	1.62	1.69	2.29	3.19	4.01	4.67	4.38	4.18	3.65
1997	2.30	1.74	1.34	1.27	1.33	4.46	15.57	37.43	69.38	64.80	32.72	19.84
1998	18.56	15.47	13.31	11.69	10.97	9.79	8.45	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63
1999	4.40	4.12	6.41	6.38	5.14	4.30	4.80	6.04	7.03	6.60	6.29	5.49
2000	6.11	4.61	3.57	4.18	4.33	5.59	6.67	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63
2001	2.95	2.22	1.72	2.43	1.70	2.31	3.22	4.05	4.71	4.42	4.21	3.68
2002	3.17	3.97	5.46	7.87	10.34	10.13	16.87	24.63	27.01	23.49	16.93	11.99
2003	10.05	9.07	8.69	7.87	6.32	5.59	6.67	8.39	9.76	9.17	8.74	7.63
2004	3.17	3.17	3.97	3.97	3.97	3.97	3.37	4.24	4.93	4.63	4.42	3.86
2005	3.17	3.17	3.17	3.97	3.97	3.97	3.37	4.24	4.93	4.63	4.42	4.05
2006	6.46	6.48	6.36	6.08	4.55	3.97	3.37	4.24	4.93	4.63	4.42	3.86
2007	3.17	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.37	4.24	4.93	4.63	4.42	3.86
2008	3.17	3.97	4.58	5.70	4.73	4.02	4.57	4.24	4.93	4.63	4.42	3.86
2009	3.17	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.37	4.24	4.93	4.63	4.42	3.86
2010	2.95	2.22	1.72	1.63	1.70	2.31	3.22	4.05	4.71	4.42	4.22	3.68
2011	2.68	2.02	1.56	1.48	1.55	2.10	2.92	3.67	4.28	4.02	3.83	3.34
2012	2.25	1.70	1.31	1.24	1.30	1.76	2.45	3.09	3.59	3.37	3.22	2.81

16 ANEXO G

OFERTA Y DEMANDA SEGÚN SITUACION DE EMBALSE [m³]

Demanda	Oferta embalse	Oferta acuífero	Año
1.00E+08	1.00E+08	0.00E+00	1980
1.08E+08	1.00E+08	7.40E+06	1981
9.96E+07	9.95E+07	1.42E+05	1982
1.08E+08	1.08E+08	0.00E+00	1983
1.08E+08	1.08E+08	0.00E+00	1984
1.08E+08	1.08E+08	0.00E+00	1985
1.00E+08	1.00E+08	0.00E+00	1986
1.08E+08	1.08E+08	0.00E+00	1987
1.08E+08	1.08E+08	0.00E+00	1988
1.00E+08	1.00E+08	0.00E+00	1989
1.08E+08	9.49E+07	1.30E+07	1990
9.90E+07	9.90E+07	0.00E+00	1991
1.00E+08	1.00E+08	0.00E+00	1992
1.08E+08	1.06E+08	2.19E+06	1993
9.96E+07	9.96E+07	0.00E+00	1994
1.00E+08	8.72E+07	1.30E+07	1995
9.96E+07	9.96E+07	0.00E+00	1996
9.80E+07	9.80E+07	0.00E+00	1997
1.08E+08	1.08E+08	0.00E+00	1998
1.03E+08	1.03E+08	0.00E+00	1999
1.08E+08	1.03E+08	5.10E+06	2000
9.96E+07	9.96E+07	0.00E+00	2001
1.00E+08	1.00E+08	0.00E+00	2002
1.08E+08	1.08E+08	0.00E+00	2003
1.00E+08	1.00E+08	0.00E+00	2004
1.00E+08	1.00E+08	0.00E+00	2005
1.00E+08	1.00E+08	0.00E+00	2006
1.00E+08	1.00E+08	0.00E+00	2007
1.00E+08	1.00E+08	0.00E+00	2008
1.00E+08	1.00E+08	0.00E+00	2009
1.08E+08	9.74E+07	1.04E+07	2010