

## MEMORANDO TÉCNICO

---

**FECHA:** Noviembre, 2016 **PROYECTO #:** QUILLAGUA

**PARA:** POTASH DRAGON INC.

**DE:** MONTGOMERY & ASSOCIATES CONSULTORES LIMITADA

**PROYECTO:** HILARICOS

**ASUNTO:** ACUÍFERO ARTESIANO DE QUILLAGUA (QAA)

---

### Introducción

El acuífero artesiano de Quillagua (QAA) es un acuífero nuevo en la parte norte de la cuenca del río Loa entre el río San Salvador y Quebrada Amarga (RLSSQA). La cuenca hidrográfica de la subcuenca RLSSQA se encuentra al sur de la cuenca del Salar de Llamara, separada por formaciones subterráneas impermeables que forman pequeñas colinas en el relleno sedimentario. El acuífero profundo del QAA está confinado por una capa gruesa de arcillas, que, hasta ahora nunca ha sido penetrada por la pre-perforación para la exploración del agua en el área.

El QAA fue identificado durante la perforación de salmueras profundas identificadas a partir de geofísica sísmica previa, geofísica por gravedad (anomalía de Bouguer) y transitorios electromagnéticos (TEM), realizadas en la propiedad, así como de los resultados de un pozo de exploración profunda que indicaban que estaban en el área a gran profundidad. Las salmueras profundas se esperaban a una profundidad de 960 metros (m) bajo la superficie, pero se encontraron a una profundidad menor, de unos 450 m. El conglomerado grueso que albergaba el acuífero dificultó la perforación con diamantina, agravada por las presiones artesianas de la unidad confinada, y el sondaje no se perforó a la profundidad requerida.

## Índice

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>LISTA DE DIAGRAMAS</b> .....	<b>2</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>2</b>
<b>UBICACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>GEOLOGÍA</b> .....	<b>3</b>
<b>ACUÍFERO QUILLAGUA</b> .....	<b>3</b>
<b>CAPACIDAD DEL DEPÓSITO QAA</b> .....	<b>5</b>
Tabla 1: : Quillagua Acuífero Modelo .....	5
Tabla 2: Quebrada Arcas Subcuenca Unica Precipitación.....	6
<b>POTENCIAL DE RECARGA</b> .....	<b>6</b>
<b>QUÍMICA DEL AGUA</b> .....	<b>6</b>
<b>DIAGRAMAS</b> .....	<b>8</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>13</b>

## Lista de diagramas

Ilustración 1: Mapa geológico digital de los Andes Centrales entre los 20°S y los 26°S. Klaus-J. Reutter et al. ....	9
Ilustración 2: Geología de la sección oeste-este a través de la localidad de Quillagua 21o 39' sur, (exagero vertical 5x).....	10
Ilustración 3: Vista Pampa del Tamarugal mirando hacia el este entre 21o 00' S y 22° 24' S (exagero vertical 5x) .....	11
Ilustración 4: Hidrogeología de la sección oeste-este a través de la localidad de Quillagua 21o 39' sur, (exagero vertical 5x).....	12

## Lista de tablas

Tabla 1: : Quillagua Acuífero Modelo .....	5
Tabla 2: Quebrada Arcas Subcuenca Unica Precipitación.....	6

## **Ubicación**

La Ilustración 1 muestra las elevaciones de los acuíferos conocidos (en verde) y el QAA (en púrpura). Se presentan las dos áreas de captación y la ubicación del QAA. Se destaca la captación de lluvia del QAA. Se muestran las ubicaciones de las dos secciones. La sección norte-sur se puede ver en la Ilustración 4. La sección este-oeste se puede ver en las Ilustración 3 e Ilustración 5.

## **Geología**

La Ilustración 2 muestra la geología superficial regional del área. También se muestran las áreas de exploración de agua y pozos de perforación.

La Ilustración 3 muestra una sección geológica del oeste este. Muestra una depresión en las rocas del basamento que ha sido rellenada por una variedad de capas sedimentarias. Las capas más antiguas (en verde) son rocas gruesas con poco relleno indicativo de alta escorrentía de la pre-cordillera ascendente al este, seguida por un período de depósitos lacustres (en amarillo) probablemente alimentados por el Río Loa antes de su desembocadura en el mar, se trata de una gruesa capa de arcillas con niveles significativos de yeso, que de nuevo se cubren con un abanico aluvial (en malva) de la Quebrada Arcas, depositado en épocas de mayor precipitación. Empujado hacia el este por el acortamiento y levantamiento de la pre-cordillera.

La Ilustración 4 muestra una sección Norte-Sur. La sección muestra una serie de depresiones en las formaciones del basamento que han sido llenadas por depósitos aluviales. El basamento que se proyecta sobre los depósitos aluviales delimita las áreas de captación y separa los acuíferos. Además, se muestra la ubicación de los puntos de extracción de aguas subterráneas adyacentes. El más cercano es el campo de Llamara de SQM, unos 43 km al norte.

## **Acuífero Quillagua**

El descubrimiento de agua de QAA del Potash Dragon Inc. se localizó a unos 450 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

La Ilustración 5 muestra que el QAA está alojado en los conglomerados gruesos de las Unidades 1 y 2 de Altos de Pica mostradas en verde.

El acuífero se alimenta de la lluvia en la pre-cordillera al este que desciende por la Quebrada Arcas y la Quebrada San Salvador, donde penetra en el conglomerado poroso, antes de llegar al aluvión.

El acuífero está confinado por una gruesa capa impermeable de arcillas en la unidad Hilaricos y unidades Altos de Pica 4 y 5 mostradas en amarillo.

El acuífero es artesiano con una presión superficial de 70 PSI dando un nivel de agua efectivo de 1,042 (m.s.n.m.).

El agua superficial más cercana está en el pequeño arroyo en el Río más bajo en Quillagua a un nivel de 800 (m.s.n.m.).

La parte superior del acuitard es visible en la zona de Quillagua. No hay evidencia de ningún manantial superficial ni hay indicios de que haya agua adicional que alimente al río en la zona más baja.

La extracción de agua subterránea más cercana está a 46.7 km al norte en el campo de pozos Llamara de SQM. El nivel del agua varía entre 750 y 800 (m.s.n.m.) Este acuífero está por debajo del nivel de agua efectivo del QAA eliminando la posibilidad de que el agua en el QAA sea alimentada desde el acuífero de Llamara.

El campo de pozos Salar Sur Viejo de SQM está a 46 km al norte de SQM Llamara, el nivel de agua varía entre 875 y 915 (m.s.n.m.).

Al sur, la captación de agua subterránea más cercana es la Coya Sur de SQM a 96 Km al sur, el nivel de agua varía entre 1,195 y 1,210 (m.s.n.m.).

El QAA está separado tanto del Río Loa como de la cuenca de Llamara por formaciones subterráneas impermeables que rodean y aíslan la cuenca. Si hubiera alguna fuga del acuífero artesiano habría evidencia de manantiales en la interfase del sótano. No se ha encontrado ninguno. La naturaleza artesiana está controlada por una gruesa capa de arcilla, que se comporta como aciculado. No se ha detectado ningún acuífero por encima del nivel de arcilla.

Los resultados de las recientes perforaciones profundas realizadas por Potash Dragon y las recientes exploraciones de Audiomagnetotelérfico (AMT) realizadas por Potash Dragon confirman los resultados de estudios geofísicos multidisciplinarios anteriores. Esos estudios geofísicos previos incluyen estudios sísmicos para exploración petrolífera, estudios de gravimetría anatómica de Bouguer para estudios tectónicos y Transiente Electromagnético (TEM) para estudios hidrológicos. Los resultados que se encuentran en la propiedad apoyan la conclusión de que el recién descubierto QAA tiene un notable parecido con la geología en Pica 120 km al norte del proyecto Hilaricos. Las edades de los sedimentos que albergan los acuíferos y los pozos artesianos de Pica son bastante similares a las de Hilaricos, siendo las diferencias clave la profundidad y una espesa capa de evaporita dominante sulfato. Las diferencias son:

- La cuenca del Mesozoico de Pampa del Tamarugal en el sur es significativamente más profunda que en Pica al norte;
- No se han perforado pozos de exploración de aguas lo suficientemente profundos como para cruzar el acuífero en el área de Quillagua;
- El acuífero es cálido y salobre; 39 °C y contiene ~ 13,000 mg/L de sales disueltas;
- El acuífero está altamente presurizado al confinar con una presión proyectada de 5,960 (kPaa)
- El acuífero está confinado por una secuencia suprayacente de 200-300 metros de arcillas de resistividad muy baja, depósitos de grano fino y evaporitas dominantes al sulfato
- Con base en la geofísica de AMT y dos agujeros de perforación, los conglomerados que contienen agua tienen un espesor mínimo de 400 metros

## Capacidad del depósito QAA

El modelo de bloque acuífero se derivó de los datos generados a partir de las exploraciones geofísicas incluyendo AMT, TEM, sísmica y gravedad. Estos estudios han sido corroborados por los testigos de perforación de dos sondajes profundos. Todos esos datos se utilizaron para modelar y estimar el volumen de los conglomerados porosos que son el huésped del QAA sin explotar.

**Tabla 1: Quillagua Acuífero Modelo**

Ítem	Bloque modelo	Al revés	Total
Superficie (ha)	40,218	28,645	68,863
Espesor del acuífero (m) ave ponderada	383	447	410
Volumen (km <sup>3</sup> )	154	128	282
Porosidad (%)	20%	20%	20%
Rendimiento específico (%)	4%	4%	4%
La recuperación de almacenamiento no confinada (km <sup>3</sup> )	6.16	5.12	11.28
La vida a 200 (L/s) de recarga cero (años)	976	812	1,788

**Tabla 2: Quebrada Arcas Subcuenca Unica Precipitación**

Zona	Superficie (km <sup>2</sup> )	litros por segundo precipitación promedio
10 -25 mm	152.1	72
25 -50 mm	141.9	112
50 -100 mm	229.2	363
100 -150 mm	91.7	145
150 mm	17.5	83
Total	632.4	776

## Potencial de recarga

- El contorno verde del mapa (Ilustración 1) muestra las extensiones de las cuencas Pampa del Tamarugal y Salar de Llamara de N Chile
- El contorno púrpura muestra la extensión de la RLSSQA
- El área de precipitación de la cuenca es el sombreado de color que se muestra en el mapa que representa el relieve por encima de 2,500 m.s.n.m.
- Esta zona de la pre-cordillera recibe precipitación que alimenta a todos los principales acuíferos de la Pampa de Tamarugal y Salar de Llamara
- Ninguna de estas precipitaciones de recarga es explotada en el RLSSQA
- Las estimaciones de recarga total para el sistema se basan en el potencial de recarga calculado para las áreas cercanas a 960 L/s, que no se utiliza en absoluto, y mucho menos en la explotación del vasto potencial del depósito a nivel profundo

Una revisión del potencial de recarga del QAA utilizando la distribución de precipitaciones de la cuenca de la Quebrada Arcas muestra una precipitación promedio de 776 L/s.

## Química del Agua

El análisis del agua del QAA ha demostrado que el agua es diferente del agua encontrada adyacente al acuífero recién descubierto. El agua del QAA es más dominante en sodio que el agua subterránea de la zona de captación del Salar de Llamara. Además, el agua es

mucho más antigua, más cálida y se infiltró una altitud menor que el agua de la cuenca de Llamara. El agua de Hil 2 presenta niveles diferentes de arsénico que el Río Loa.

- Química del agua
  - TDS 12,400 mg/L
  - Temperatura 39.7 °C (Llamara 22 °C a 26 °C)
  - Principales iones
    - Cloro 2,600 mg/L
    - Sulfato 4,400 mg/L
    - Sodio 3,500 mg/L (85% de cationes)
  - Baja amortiguación ácida. El agua no requiere más álcali para alcanzar un pH de 11 que el agua del grifo.
- Análisis de isótopos
- Carbono 14 con fecha de 19,736 años, y es diferente al agua de la Pampa de Tamarugal
- $\delta^{18}\text{O}$  del agua indican que el agua cayó como lluvia entre 2,650 y 2,900 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) Pampa del Tamarugal 2,900 y 3,800 m.s.n.m.
- $\delta^2\text{H}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  muestra que el agua Hil-2 es más probable que el agua de lluvia calentada en lugar de agua geotérmica
- $\delta^{87}\text{Sr}$  y  $\delta^{86}\text{Sr}$  0.7607 sugieren que el yeso en solución como sulfato de calcio precipitó a 400 m.s.n.m.

El agua del QAA no es potable sin tratamiento. Los minerales disueltos son predominantemente  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , con una proporción baja de Cl y Mg.



## Diagramas

ILUSTRACIÓN 1: ACUÍFEROS PAMPA DEL TAMARUGAL; ELEVACIONES DE LA SUPERFICIE FREÁTICA

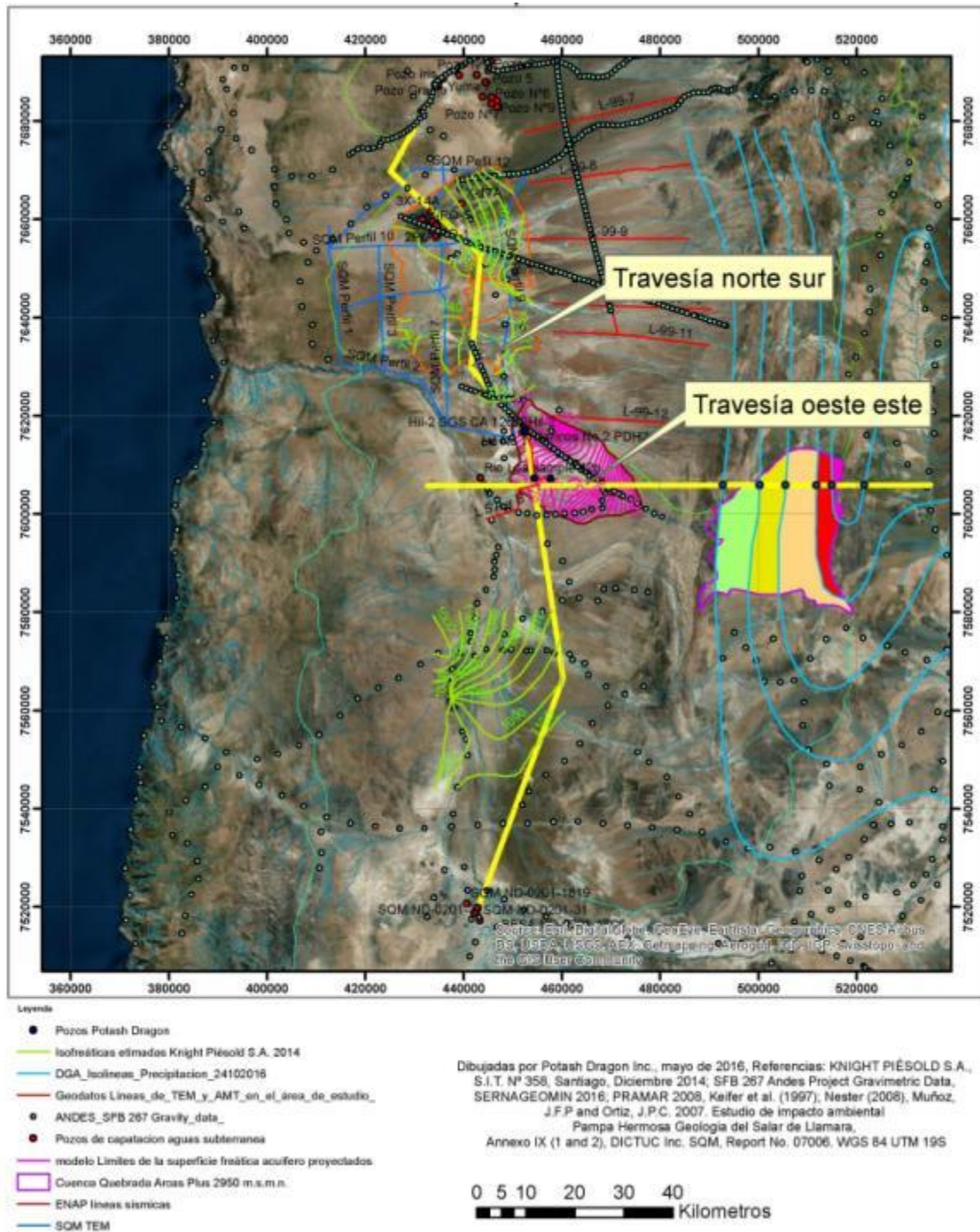
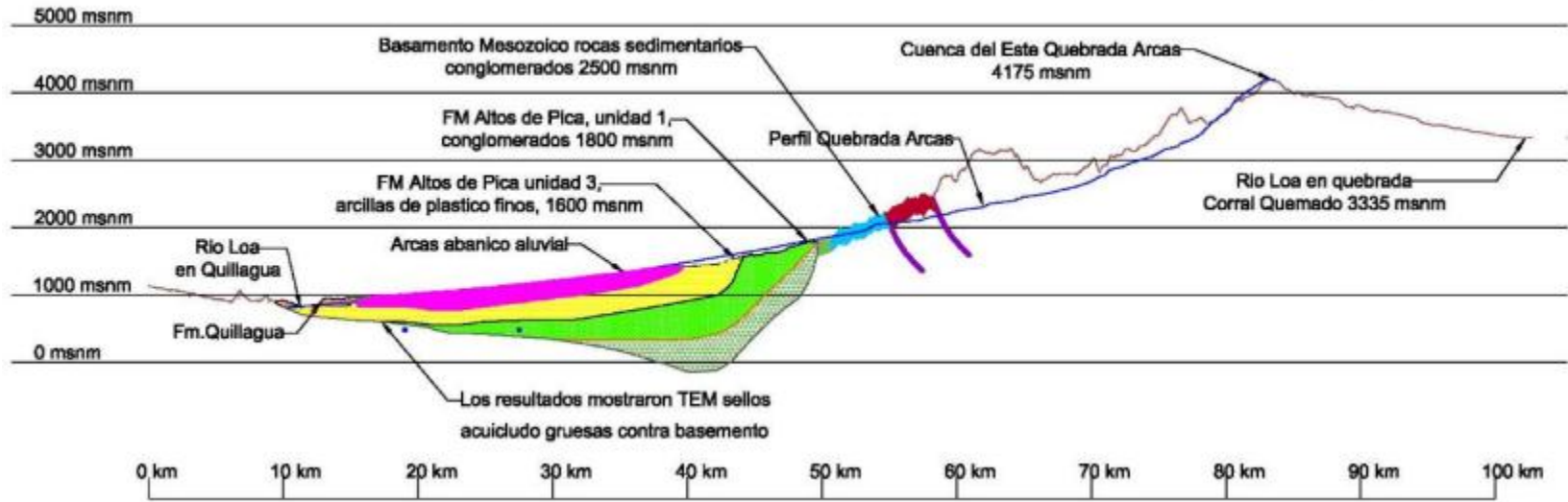






ILUSTRACIÓN 2: GEOLOGÍA DE LA SECCIÓN OESTE-ESTE A TRAVÉS DE LA LOCALIDAD DE QUILLAGUA 21º 39' SUR, (EXAGERO VERTICAL 5X)















LEYENDA				
Capas	Edad (Ma)	Posición	Fuente	Símbolo
Quillagua Fm.	5.535 ±0.036	Inferior	Saez et al., 2012	
Arcas unit	7.2±0.2	Inferior	Kiefer et al., 1997	
Hilaricos unit (Arcillas)	8.756±0.046	Superior	Saez et al., 2012	
Altos de Pica Unit 5 (Arcillas)	11.62 ±0.05	Superior	Nester 2008	
Altos de Pica Unit 4	15.83±0.04	Superior	Nester 2008	
Altos de Pica Unit 3	17.86±0.012	Superior	Nester 2008	
Altos de Pica Unit 2	19.69±0.03	Superior	Nester 2008	
Altos de Pica Unit 1	24.4±0.3	Superior	Nester 2008	
Early Cretaceous Sedimentary	144-65	JK1c	Klaus-J Reutter Et al.	
Jurassic Marine Sedimentary	208-144	J1m	Klaus-J Reutter Et al.	
Devonian/Carbon./Permian sedimentary rocks	408-245	DC1	Klaus-J Reutter Et al.	
Fallas			Sernageomin	

ILUSTRACIÓN 3: VISTA PAMPA DEL TAMARUGAL MIRANDO HACIA EL ESTE ENTRE 21° 00' S Y 22° 24' S (EXAGERO VERTICAL 5X)

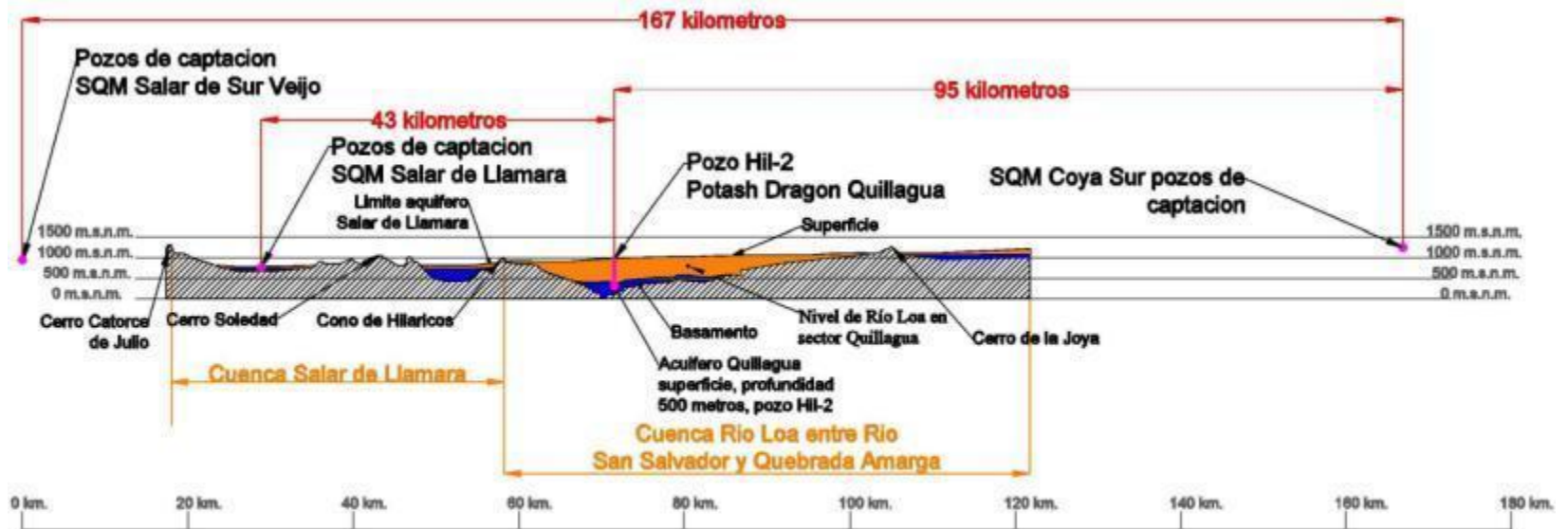
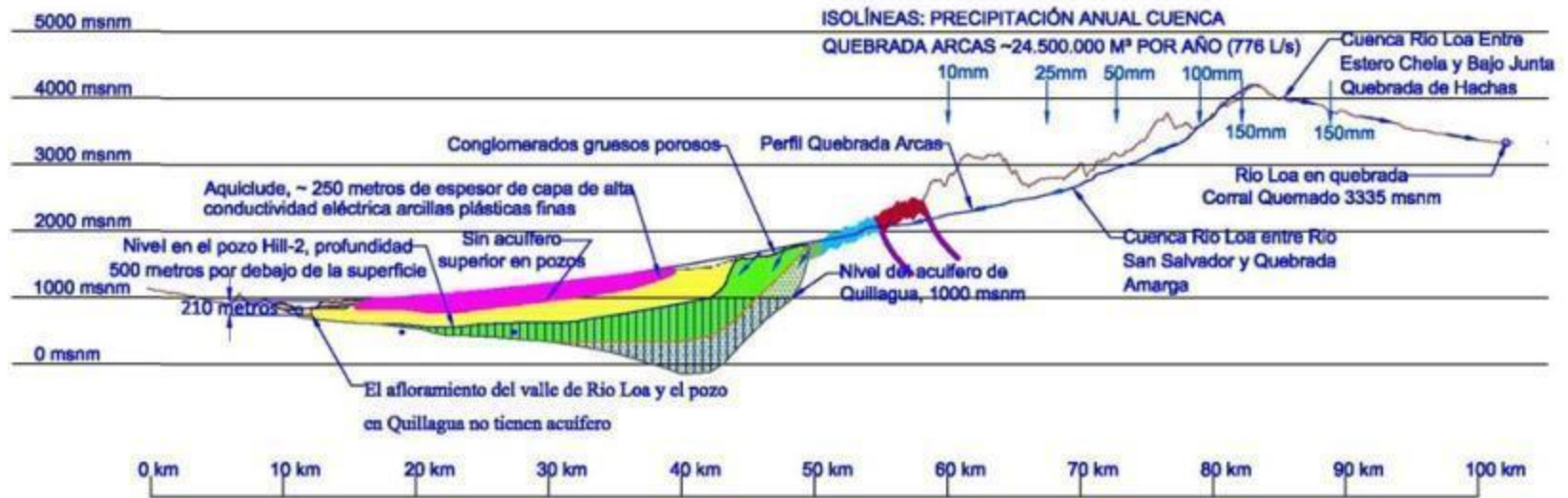




ILUSTRACIÓN 4: HIDROGEOLOGÍA DE LA SECCIÓN OESTE-ESTE A TRAVÉS DE LA LOCALIDAD DE QUILLAGUA 2.10 39' SUR, (EXAGERO VERTICAL 5X)



Estimado la recuperación agua de almacenamiento no confinada disponible (11.28 km<sup>3</sup>)

## Referencias

- Aravena, R. (1995). Isotope hydrology and geochemistry of northern Chile groundwaters. Bull. Inst. Fr. études andines, 24 (3) 495–503.
- Bao, R., Sáez, A., Servant-Vildary, S. and Cabrera, L. 1999. Lake-level and salinity reconstruction from diatom analyses in the Quillagua Formation (late Neogene, Central Andean forearc, northern Chile). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 153 (19) 309–335.
- Chong, G, López, P.L., Luis F. Auqué, L.F., Garcés, I. 1999. Características geoquímicas y pautas de evolución de las salmueras superficiales del Salar de Llamara, Chile. Revista Geológica de Chile. Vol. 26. No. 1. p. 89–108.
- Cosentino, N.; Jordan, T.E. 2012.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  en paleosuelos salinos como paleoaltímetro; resultados preliminares para el norte de Chile (19-22°S), In Congreso Geológico Chileno 13, 669-671, Antofagasta, Chile.
- Cosentino, N.J.; Jordan, T.E.; Derry, L.A.; Morgan, J.P.. In review.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  in recent accumulations of calcium sulfate on landscapes of hyperarid settings as an altitude proxy: results for northern Chile (19.5-21.5°S). Geochemistry Geophysics Geosystems.
- Corporación de Fomento de la Producción Chile (CORFO), Informe Prospección Preliminar Salar de Llamara y Bellavista, Septiembre 1981. 1. p. 89–108.
- Aurèlie Coudurier CURVEUR, 2012, Thèse de doctorat, Évolution morpho-tectonique subduction du Nord au marge Andine Chili.
- Gallardo, A (1962a). Informe geológico sobre el pozo de exploración “Hilaricos No. 1”, Provincia de Antofagasta. Informe interno Empresa Nacional del Petroleo No 371/62, 16pp.
- Gallardo, A (1962b). Informe geológico sobre el pozo de exploración “Soledad No. 1”, Provincia de Tarapacá. Informe interno Empresa Nacional del Petroleo No 8/62, pp. 40.
- Garcés, I., López, P., Auqué, F., Chong, G., Vallès, V., Gimeno, M.J. 1996. Características geoquímicas generales del sistema salino del Salar de Llamara (Chile). Estudios Geol., 52: 23–35. Geodatos SAIC. 2012.

Geodatos SAIC, Santiago, Mayo de 2016. ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE AMT Y TEM SECTOR CONCESIONES HILARICOS QUILLAGUA - PAMPA DEL TAMARUGAL, REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE.

GHD, S.I.T. N° 294, INFORME FINAL REALIZADO POR:, 2012, SANTIAGO, DICIEMBRE 2012, LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN HIDROGEOLOGICA PARA LA MODELACIÓN DEL ACUÍFERO DE PICA, CUENCA DE LA PAMPA DEL TAMARUGAL, REGIÓN DE TARAPACÁ.

Hartley, A.J. and Chong, G. 2002. Late Pliocene age for the Atacama Desert: Implications for the desertification of western South America. Geological Society of America, Geology, V30, p 43-46.

Hartley, A.J. and Evenstar, L., 2010. Ceneozic, stratigraphic development in the north Chilean forearc: Implications for basin development and uplift of the Central Andean margin. Tectonophysics 495, 67-77.

Hollingsworth S.E. 1964. Dating the Uplift of the Andes of Northern Chile, Nature 201, 17-20.

Ingéniera DICTUC (SQM SA). 2007. Estudio de Impacto Ambiental Pampa Hermosa, Geología del Salar de Llamara, Informe Técnico, Ingeneira DICTUC 07-006.

Ingéniera DICTUC (SQM SA). 2009. Adenda II, Estudio de Impacto Ambiental Pampa Hermosa, Deseno de la Medida de Mitigación en los Puquios del Salar de Llamara, Informe No 854506.

Jordan, T.E.; Kirk-Lawlor, N.E.; Blanco, N.; Rech, J.A.; Cosentino, N.J. 2014. Landscape modification in response to repeated onset of hyperarid paleoclimate states since 14 Ma, Atacama Desert, Chile. Geological Society of America Bulletin 126, B30978-B30971.

Jordan, T.E.; Nester, P.L.; Blanco, N.; Hoke, G.D.; Dávila, F.; Tomlinson, A.J. 2010. Uplift of the Altiplano-Puna Plateau: A View from the West. Tectonics 29 (TC5007), doi:10.1029/2010TC002661.

Kiefer, E., Dorr, M.J., Ibbeken, H, and Gotze, H.J. 1997. Gravity-based mass balance of an alluvial fan giant: the Arcas Fan, Pampa del Tamarugal, Northern Chile. Revista Geologica de Chile, Vol. 24, No. 2, p 165-185.

KNIGHT PIÉSOLD S.A., S.I.T. N° 358, Santiago, Diciembre 2014;



- Lecarpentier, C. 1973. Géomorphologie et eaux souterraines: Présentation de la carte géomorphologique de la Pampa del Tamarugal, Bull. Inst. Fr. et And., Vol. No.2, 29–57.
- Lopez, P.L., Luiz, F., Auque, I.F., Garces, I and Chong, G. 1999. Características geoquímicas y pautas de evolución de las salmueras superficiales del Salar de Llamara, Chile. Revista Geológica de Chile, 26, 1, 89–108.
- Muñoz, J.F.P., Rengifo, P.O. and Valenzuela, V.V. 2004. Area de influencia en el nivel freático debido a la extracción de aguas subterráneas en el acuífero de Llamara, SQM, Proyecto Aduccion Llamara, DICTUC , Informe Técnico. 28.
- Muñoz, J.F.P and Ortiz, J.P.C. 2007. Estudio de impacto ambiental Pampa Hermosa Geologia del Salar de Llamara, Anexo IX (1 and 2), DICTUC Inc. SQM, Report No. 07006.
- Muñoz, J.F.P. and Veras, F. 2009. Adenda II, Estudio De Impacto Ambiental, Pampa Hermosa, Diseño De La Medida De Mitigación En Los, Puquíos Del Salar De Llamara, Informe N°: 854506, Fecha: 21 Octubre-2009, SQM S.A.
- Naranjo, J.A., and Paskoff, R. 1985. Evolución cenozoica del piedemonte andino en la Pampa del Tamarugal, norte de Chile (18°–21°S), Proceedings 4th Congreso Geológico Chileno, 5, 149–164.
- Pisera, A. and Sáez, A. 2003. Paleoenvironmental significance of a new species of freshwater sponge from the Late Miocene Quillagua Formation (N Chile). Journal of South American Earth Sciences, 15, 847–852.
- PRAMAR Ambiental consultores. 2010 Perfil Hidrogeológico de la Pampa del Tamarugal y Salar de Llamara. Adenda I. Estudio de Impacto Ambiental Pampa Hermosa ANEXO III.16.
- Pueyo, J.J., Chong, G. and Jensen, A. (2001). Neogene evaporites in desert volcanic environments. Sedimentology V48, pp 1411 -1431.
- Romero, L., Alonso, H., Compano, P., Fanfani, L., Cidu, R., Dadea, C., Keegan, T., Thornton, I. and Farago, M. 2003. Arsenic enrichment in water and sediments of the Rio Loa (Second Region, Chile). Applied Geochemistry, V18, Issue 9 Chili. Calz. ORSTOM, ser. Geol., vol. VII, N° 2, 1975: 145–164.
- Risacher, F., Alonso, H. and Salazar, C. 1999. Geoquímica De Aguas, En Cuencas Cerradas: I, II Y III Regiones – Chile. Ministerio De Obras Publicas Direccion

General De Aguas, Universidad Catolica Del Norte, Institut De Recherche Pour Le Développement. Convenio De Cooperación DGA – UCN – IRD. pp142.

Reutter KJ, Scheuber, E, Wigger P (1994) Tectonics of the southern Central Andes, 333 p., including 3 Geological and Geophysical Maps, Springer Verlag Berlin

Reutter KJ, Doebel R, Bogdanic T, Kley J (and contributions by O. Aranibar, G. Chong, M. Cirbian, J. Jarandilla, A. Jensen, C. Mpodozis, H. Niemeyer, R. Omarini, J. Salfity, H. Perez, D. Tufiño, J. Viramonte) (1994) Geological Map of the Central Andes between 20° S and 26° S, 1: 1 000 000.- In Reutter, Scheuber, Wigger (eds.) Tectonics of the southern Central Andes, map appendix, Springer Verlag, Berlin.

Sáez, A., Cabrera, L., Jensen, A. and Chong, A., 1999. Late Neogene lacustrine record and palaeogeography in the Quillagua–Llamara basin, Central Andean fore-arc (northern Chile). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 151, 5–37.

Saez, A., Cabrera, L., Garces, M., Bogaard, P vd., Jensen, A and Gimeno, D. 2012. The stratigraphic record of changing hyperaridity in the Atacama desert over the last 10 Ma. *Earth and Planetary Science Letters*, V 355-356, p32-38.

S. Schmidt and H.-J. Götze, Bouguer and isostatic maps of the central Andes, Institut für Geowissenschaften, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Germany,

Skarmeta, J. and Marinovič, N. 1981. Hoja Quillagua, Region de Antofagasta, Escala 1:250,000. *Carta Geológica de Chile*. Inst. Invest. Geol. pp63. Santiago.

SQM. 2012. Corporate website, <http://www.sqm.com/aspx/about/SalarBrines.aspx?varN=2>

SQM. 2012. Llamara EIS: <https://www.e-seia.cl/documentos/documento.php?idDocumento=512158>

Technical report on the Llamara, Solida, and Hilaricos properties, Northern Chile, John Alan Gould, B.Sc. (Hons), Pr.Sci.Nat. 14 March 2014

Victor et al., 2003, Uplift of the western Altiplano plateau: Evidence from the Precordillera between 20°S and 21°S (northern Chile)