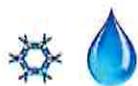


**RELEVAMIENTO GEOLÓGICO
HIDROGEOLÓGICO
EDAFOLÓGICO
ENSAYOS DE INFILTRACIÓN
DPTO. RAWSON – CHUBUT
Ref: Expte. N° 1313/17–
MAyCDSs/DAP**

ARCANTE S.A.

JUNIO 2018

  *Geólogo Consultor*



*“El agua es un elemento vital. Usémosla de forma racional.
Sin ella, la vida no sería posible. Somos capaces”*



Contenido

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	3
<i>Sector de Trabajo</i>	4
<i>Infiltración</i>	4
<i>Geología</i>	5
MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
<i>Relevamiento Hidrogeológico y Geológico</i>	6
<i>Perfil Edáfico y Litológico</i>	7
<i>Ensayos de Infiltración</i>	8
RESULTADOS.....	9
<i>Contexto Hidrogeológico</i>	9
<i>Contexto Geológico</i>	10
<i>Contexto Edafológico</i>	12
<i>Comportamiento Hidráulico del Suelo</i>	13
<i>Modelo Hidrogeológico</i>	14
<i>Hidrogeología Regional</i>	15
CONCLUSIONES.....	16
FUENTES CONSULTADA	16

ERICO HERNAN BIANCHI
Lic. en GEOLOGIA
M.P. 225



Índice de Figuras

Figura 1. Distribución de puntos en área de trabajo.....	5
Figura 2. Mapa Geológico, escala 1:250.000	6
Figura 3. manifestaciones de agua subterránea y superficial.....	8
Figura 4. Dirección y sentido de flujo subterráneo.....	12

Índice de Imágenes

Imagen 1. Infiltrómetro ubicado en EI-1	9
Imagen 2. Grafías de tasa de infiltración en función de tiempo acumulado.....	14

Índice de Gráficos

Tabla 1. Ubicación de ensayos de infiltración.	9
Tabla 2. Datos de relevamiento de campo y niveles piezométricos.	10
Tabla 3. Vinculación de valores de Ib y Ks, con tipos de suelo y grado de permeabilidad	14

ANEXOS

Anexo I

Planilla de Relevamiento
Planilla descripción de suelo

Anexo II

Planillas ensayos de infiltración

Anexo III

Perfil estratigráfico
Perfil de edafológico en cantera

Anexo IV

Fotos



RESUMEN

Los trabajos de campo efectuados durante los días 4 al 8 de junio del corriente año georreferencian tres manifestaciones de agua subterránea a través de pozos excavados, donde los niveles piezométricos varían según la posición topográfica y el acuífero al que se haga referencia. Se determina la existencia de dos acuíferos bajo ciertas condiciones de confinamiento, uno de posición sub-superficial respecto al otro que se encuentra a mayor profundidad. Se elabora un perfil edafológico dentro de una cantera donde se profundiza el nivel hasta alcanzar la roca. La continuidad del perfil se logra a través de la observación de afloramientos rocosos en cortes naturales sobre la red de drenaje de mayor representatividad, se alcanza los 50 metros por debajo del piso de las trincheras. La reconstrucción geológica se obtiene por observación directa e interpretación de la hoja geológica 4366-IV, permite elaborar la secuencia litoestratigráfica. Los ensayos de infiltración se realizan en tres niveles, sobre la superficie de cierre de trinchera, a profundidad media, y en el piso de trinchera, uno de ellos, se desarrolla en terreno natural utilizado como ensayo paramétrico, representado por el horizonte A. El paquete de sedimentos cuaternarios está compuesto por granulometrías gruesas, presenta espesor homogéneo, distribución areal y baja permeabilidad. El área de proyecto carece de evidencias acuíferas.

INTRODUCCIÓN

El presente informe expone las tareas efectuadas y resultados obtenidos del trabajo encomendado a Geólogo Consultor, por la empresa ARCANTE S.A., con el fin de otorgar respuesta al requerimiento establecido por Nota N°.../ DGEA-DEP/18, con fecha 28/05/18, elevada por el Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable, en referencia al Expte. N° 1313/17-MAy CDSs/DAP.

La información correspondiente a localización del proyecto, descripción de obra, medio físico y demás ítems que abarcan un documento ambiental se describen en la DAP (Relleno Sanitario de Residuos Orgánicos de la Industria Alimenticia – ARCANTE S.A., 2017) presentado por la Consultora “Estudio de Ingeniería Ambiental”.

El objeto del estudio es el de formalizar los requerimientos establecidos por el Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable;

- I. Realizar un relevamiento hidrogeológico y geológico ajustado a una escala que permita cumplimentar con los puntos 1 y 2 de la nota.
- II. Ejecutar ensayos de infiltración destinados a obtener parámetros hidráulicos en diferentes niveles del perfil de suelo, punto 3.
- III. Elaborar informe técnico contemplando las tareas realizadas y exponiendo los resultados obtenidos.

Para lograr el objetivo se aplica un razonamiento deductivo, dentro de la etapa experimental se realiza un relevamiento hidrogeológico, se recorre la zona aledaña y áreas más alejadas del proyecto en busca de manifestaciones de agua subterránea a través de perforaciones, pozos excavados y manantiales, capaz de reconocer el o los acuíferos presentes dentro del mismo contexto geológico: rocas y/o sedimentos. La descripción edafológica queda circunscripta al perfil construido en una cantera de pequeñas dimensiones, ubicada en el sector norte del proyecto cercano a las primeras trincheras abiertas, la cual es profundizada hasta los 8,4



mbnt¹. El levantamiento geológico consiste en dos transectas, hacia vertiente Noroeste y Sudeste, incluye varios objetivos secundarios: elaborar perfil edáfico de 20 mbnt², contextualizar el ambiente geológico a escala semi-regional, caracterizar las rocas terciarias hasta cota 90 msnm, reconocer litologías potenciales como sistemas acuíferos en medios secundarios entre cota 150 – 180 msnm. Los ensayos de infiltración se ejecutan en diferentes niveles que constituyen el perfil de suelo, se determinan parámetros hidráulicos: infiltración básica, conductividad hidráulica saturada, velocidad de infiltración. Generada la hipótesis, se efectúa la demostración a través de los resultados, como paso final si la hipótesis es congruente se arribará a una conclusión con fundamento y desarrollo lógico.

Sector de Trabajo

El área de estudio se extiende hacia el Sur (Figura 1), aproximadamente a 25 km del proyecto, hasta el Establecimiento La Redonda Chica, propiedad del Sr., Aguirre, allí, se determina profundidad del nivel de agua subterránea y profundidad de pozo, medición de parámetros físico-químicos. En un punto intermedio del recorrido se georreferencia un pozo excavado en el Establecimiento La Normita, propiedad de la familia Fernández, se mide el nivel de agua, profundidad de pozo y parámetros físico-químicos. Hacia el Noreste, a 9 km, se alcanza el Establecimiento El Gran Cacique del Sr., Medina, se mide profundidad de nivel de agua y profundidad de pozo. Antes de arribar al establecimiento se posiciona coordenada de un afloramiento rocoso. La recorrida en dirección Noroeste-Sudeste, aproximadamente unos 7 km, georreferencia afloramientos de diferentes rocas sedimentarias y piroclásticas.

Infiltración

El fenómeno de infiltración, se define como el ingreso vertical de agua al suelo desde su superficie (Hillel, 1971). En los periodos lluviosos el agua que cae a superficie se manifiesta bajo dos conceptos: escurrimiento superficial y subterráneo, la porción que infiltra al suelo atraviesa el mismo en cuantías que dependen de la demanda que presente la atmosfera, absorción de las raíces, posición del nivel freático, características texturas y la porosidad que presente el medio. A su vez estas propiedades condicionan la velocidad de infiltración y el grado de saturación del suelo. Al tratarse de trincheras, el material es removido y mezclado con residuos orgánicos para ser enterrado, este efecto modifica las condiciones naturales del suelo influyendo en el contenido inicial de humedad de suelo, textura, estructura existencia de vegetación, cantidad de materia orgánica y temperatura, por tal razón las variables mencionadas no han sido materia de estudio y cuantificación durante las pruebas. Considerando el agua como un líquido ideal, densidad 1 g/cm³, cualquier líquido que presente sustancias disueltas que conduzcan al aumento de densidad y viscosidad presentarán una velocidad de infiltración menor al agua.

¹ mbnt: metros bajo nivel de terreno

² mbnt: metros bajo nivel de trinchera

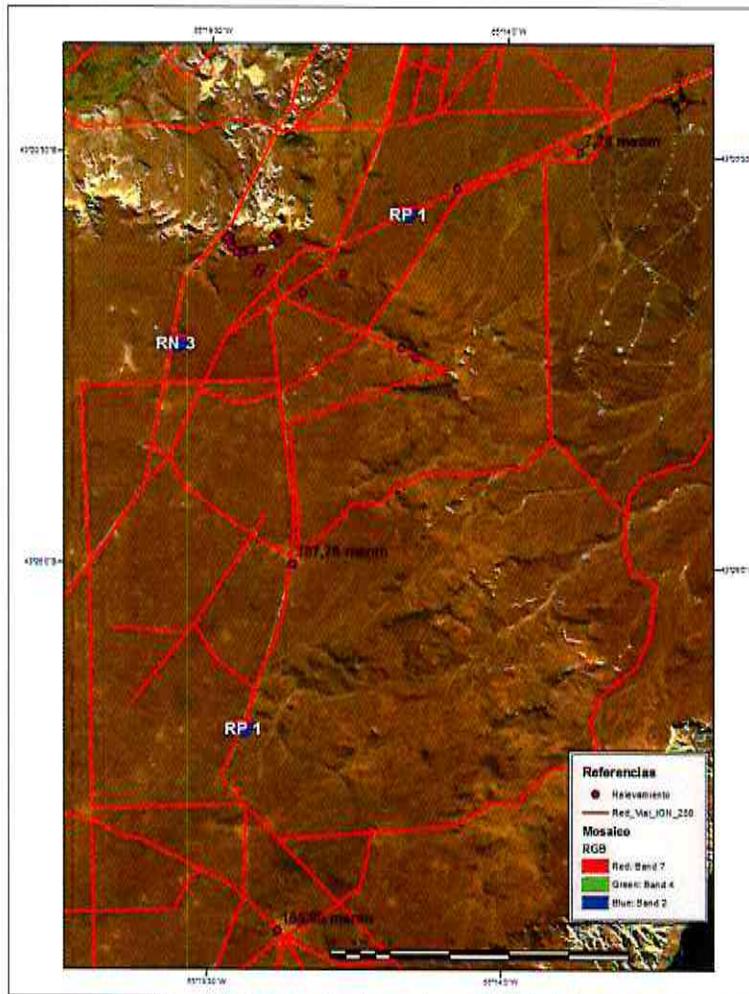


Figura 1. Distribución de puntos en área de trabajo.

Geología

El análisis de la Hoja 4366-IV Rawson (Figura 2), en el área de estudio y zonas aledañas, reconoce rocas terciarias que abarcan desde el Paleógeno al Neógeno, secuencia vulcano-sedimentaria subhorizontal compuesta por: tobas, tobas arenosas, areniscas tobáceas, cineritas, areniscas, areniscas limoníticas fosilíferas, limonitas y arcillitas, constituyentes de las formaciones Sarmiento o Grupo Sarmiento (Feruglio, 1938; Haller *et al.*, 2005), formación Gaiman (Haller y Mendia, 1980), formación Puerto Madryn (Darwin, 1846; Ameghino, 1890; Haller, 1978), formación Isla Escondida (Franchi, 1977). El límite Plio-pleistoceno se encuentra representado por la formación Monte Mayor (Fidalgo y Riggi, 1979) o Rorados Patagónicos (Fidalgo y Riggi, 1970). Durante el Cuaternario se producen los depósitos aterrazados fluviales del Río Chubut (Hernández, 1982), pedimentos de flanco (Giacconi *et al.*, 1994), depósitos aluviales-coluviales, depósitos de bajos y lagunas.

El rasgo principal de las estructuras caracteriza el fallamiento en bloque afectando al basamento rígido (Fm Marfil), generan un sistema de umbrales positivos (bloques: Crocket, Villegas, etc.) y fosas (Bajo Hondo, Bajo de la Tierra Colorada), a su vez origina bloques y fosas intermedias en las basculaciones de bloques; bloque Cambra y bajo Simpson. Subordinado, se presenta el plegamiento afectando principalmente al Grupo Chubut de edad cretácica. Las fallas más destacables se ubican en el río Chubut y Chico, predomina el rumbo noroeste-sudeste, en la mayoría, el labio hundido se sitúa al suroeste reconociendo un grupo



menor al sudeste. El paquete terciario tapiza el Grupo Chubut afectado estructuralmente, produce mantos subhorizontales inclinados según el paleorelieve regional, esta condición se observa en los afloramientos de las formaciones basales terciarias (Fm. Salamanca y Fm. Río Chico) ubicados en la margen sur del Virch, en cotas sobre el nivel del mar. Posteriormente el terciario es parcialmente exhumado, donde se sobrepone una sistema fluvial que da origen a los depósitos psefíticos de rodados. Los sedimentos cuaternarios tapizan los afloramientos de rocas conformando sectores de pedimento, constituyen terrazas fluviales, planicies de inundación, recubren bajos y lagunas. El material proviene de la remoción en masa, erosión, removilización de sedimentos preexistentes, depositación aluvial, fluvial y eólica.

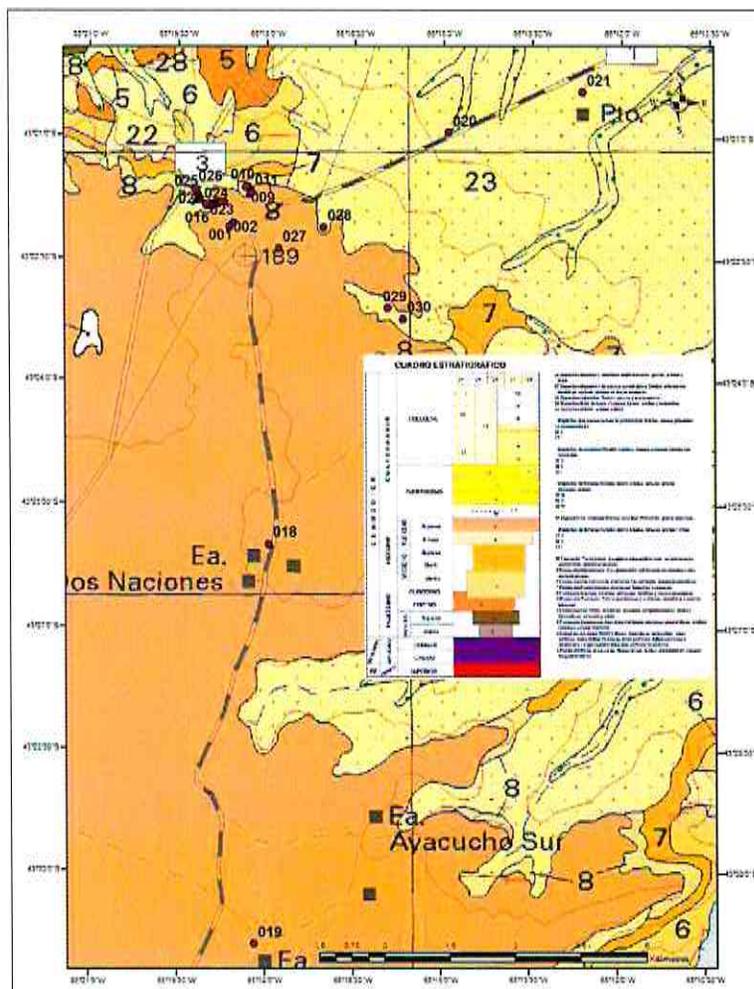


Figura 2. Mapa Geológico, escala 1:250.000

MATERIALES Y MÉTODOS

Relevamiento Hidrogeológico y Geológico

El trabajo de campo requirió de programación en gabinete, en función de las necesidades se estableció una grilla de muestreo en escala 1:50.000, se establecieron posibles coordenadas de interés de afloramientos y manifestaciones de agua subterránea. A través del procesamiento de imágenes satelitales del mes de junio de 2018, ASTER Lt1 (resolución 15 m) NASA descarga gratuita, y Landsat 8 OLIS/TIRS C1 level 1 (resolución 30 m), USGS descarga gratuita, se reconocieron pequeños afloramientos rocos indivisibles en la hoja geológica 4366-

6



IV. Estos, se confirmaron en campo y se georreferenciaron logrando obtener una serie de puntos distribuidos como se observa en la figura 1 (Anexo I, planilla de relevamiento, inventario de puntos). Se buscó la red de drenaje de mayor representación erosiva (cárcavas entre 2 y 4 metros de profundidad), se recorrió la misma en sentido descendente de cota para establecer tipos litológicos y unidades estratigráficas. Se utilizó durante el relevamiento brújula geológica, lupas de precisión (10x y 7x), tabla granulométrica, GPS, planilla y cámara fotográfica. Los puntos georreferenciados permitieron establecer continuidad lateral de la secuencia vulcano-sedimentaria en escala semi-regional, ajustando la hoja geológica 4366-IV a una escala de mayor detalle.

Desde el punto de vista hidrogeológico en las imágenes satelitales se identificaron tres manifestaciones de agua subterránea a través pozos excavados visualizados por molinos de viento y depósitos de almacenamiento, un anegamiento superficial interpretado a priori como zona de descarga subterránea. Se visitaron los puntos establecidos en las siguientes coordenadas (Figura 3); 43°25'59.70''S y 65°17'56.91''O (Est. La Normita); 43°30'54.14''S y 65°18'10.77''O (Est. La Redonda Chica); 43°20'26.86'' y 65°12'39.44''O (Est. El Gran Cacique); 43°22'22.91''S y 65°17'45.65''O (bajo anegado). En cada caso, se determinó el nivel de agua empleando una electrosonda piezométrica de medición milimétrica. Se utilizó una sonda multiparamétrica como instrumental de medición de parámetros físico-químicos. Los datos se procesaron en planilla de cálculo, se estableció como Cota de referencia aquella extractada del ASTER GLOBAL DEM (USGS), convertida a curva de nivel con equidistancia 5 metros. Los datos de nivel de agua transformados a cotas, determinaron en el sector de trabajo la presencia de dos niveles acuíferos bajo ciertas condiciones de confinamiento.

Perfil Edáfico y Litológico

Se observó en todas las trincheras abiertas que los materiales constitutivos del perfil presentan similar distribución de niveles según se analice la textura, estructura, espesor y grado de saturación. La profundidad promedio de las trincheras es de 2,7 mbnt. Con el fin de obtener un perfil de mayor profundidad, se requirió el uso de maquinaria, retro-excavadora de brazo extensible alcanzando los 4 o 5 mbnt. La descripción del perfil de suelo se elaboró en una pequeña cantera ubicada al norte (Anexo I, punto GPS 4 y 11) coordenada piso de calicata 43°21'41.16''S y 65°18'15.65''O, a escasos metros del primer sector de laboreo. La cara Norte se utilizó como observación y descripción, constó de dos etapas: descripción de la primera porción suelo hasta los 4,5 mbnt, realizada en el frente de cantera abierta. Como segunda etapa se efectuó una apertura a modo de planchada donde se logró profundizar hasta los 8,40 mbnt y ancho de 1,20 m sin que se produjera desmoronamiento masivo. A través del uso de cinta métrica, cero instalado en superficie, se identificaron los niveles presentes en el perfil, se estableció la profundidad de cada uno, se reconocieron parámetros edáficos descriptivos a nivel macroscópico y microscópico (Anexo I, planilla descripción de suelo). Se utilizó ácido clorhídrico diluido al 10% con el fin de reconocer la especie química de carbonato de calcio, peróxido de hidrógeno para identificar materia orgánica.

La reconstrucción del perfil litológico se elaboró a través de las descripciones y georreferenciación de los afloramientos rocosos, consistió en localizar los contactos entre rocas expuestos en cortes naturales. Se recorrieron redes de drenaje y sectores de escarpa que se encontraron descubiertos o parcialmente cubiertos, se descendió desde la cota 190 msnm hasta la cota 130 msnm.

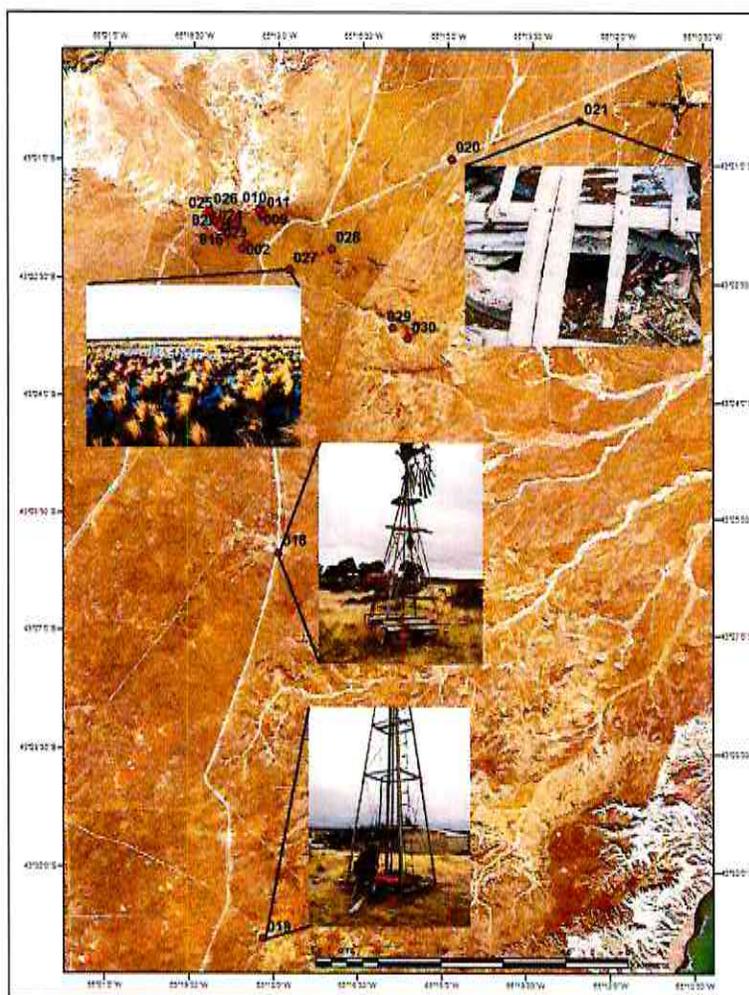


Figura 3. Manifestaciones de agua subterránea y superficial.

Ensayos de Infiltración

Los ensayos se llevaron a cabo en cuatro posiciones (Tabla 1), se desarrolló un ensayo por cada sitio, la duración aproximada de cada ensayo fue variable entre 1,5 hs y 2,5 hs, tomándose lecturas en intervalos de tiempos de 5 minutos al inicio de la prueba para ir incrementando el tiempo parcial hasta alcanzar los 15 minutos al finalizar las mismas. La prueba consistió en emplear el método de doble anillo de Muntz. El sistema consiste en dos anillos metálicos de diámetro diferenciados, se presentan varias relaciones de medidas, la utilizada en el trabajo es la mayor: diámetro externo 57 cm y, diámetro interno 32 cm, altura de 30 cm (Imagen 1). En el anillo central se instala una regla de graduación milimétrica. Los anillos se hincan, 10 cm, al mismo tiempo, minimizando el impacto sobre la estructura del suelo, utilizando un martillo golpeador de 7,5 kg de peso, dosificando la fuerza aplicada en todas las direcciones (Bianchi, 2016). Se procedió a completar con agua el anillo exterior y posteriormente el interior, dando inicio al tiempo de partida. En cada prueba se dispuso de un barril metálico de 200 litros, un bidón de 70 litros, dos baldes de 20 litros uno de 15 litros y dos bidones de 5 litros para rrelleno docificado del cilindro interior.

Las lecturas de descenso de lámina de agua se registraron en planilla, se estableció el tiempo parcial en función de la lámina parcial. Obtenida tres medidas similares en la Tasa de Infiltración (Ti), se consideró la finalización del ensayo, (Anexo II, planillas de campo).

Los datos fueron procesados mediante hoja de cálculo, se graficaron: Ti (mm/h) en función de



Tiempo Acumulado (T_a) expresado en minutos, Lámina Acumulada (L_a) expresada en mm en función de T_a . Se obtuvieron las funciones de la recta datos empleados para calcular Infiltración básica (I_b). Para determinar la infiltración de agua en el suelo y establecer su movimiento en la zona no saturada una vez que entra en régimen se empleó el método empírico de Kostiakov (1932), permitió obtener parámetros hidráulicos del suelo ajustando ecuaciones sencillas a datos experimentales (Landini, *et al.*, 2007).

Tabla 1. Ubicación de ensayos de infiltración.

ENSAYO	COORDENADAS	
	LATITUD (S)	LONGITUD (O)
EI-1	43°22'6.69"	65°18'38.29"
EI-2	43°21'42.74"	65°18'17.74"
EI-3	43°21'48.36"	65°18'43.30"
EI-4	43°21'49.18"	65°18'52.11"



Imagen 1. Infiltrómetro ubicado en EI-1

RESULTADOS

Contexto Hidrogeológico

Durante el relevamiento se identificaron cuatro manifestaciones de agua: dos pozos excavados con protección interior, anillos de hormigón, puntos GPS 18-19 (Tabla 2), actualmente en funcionamiento mediante molino de viento utilizados para consumo humano y animal. Un pozo excavado manual sin protección interior en desuso, punto GPS 21. El punto GPS 27 corresponde a una pequeña depresión cubierta parcialmente de agua.

Los niveles de agua corregidos o nivel piezométrico, representan condiciones de agua subterránea disímiles. Los puntos 18 y 19 son aguas que corresponden al mismo acuífero, el nivel corregido es similar la diferencia de cota se atribuye a una condición de gradiente hidráulico, los valores de conductividad eléctrica (CE) y pH se presentan cercanos, la diferencia se presume en varios factores: condición geológica, permeabilidad, tiempo de permanencia contacto agua-sedimento o roca, error de lectura en la sonda. Los valores de conductividad indican agua dulce, rango de 0-2.000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (Custodio y Llamas, 1983), las



temperaturas son proporcionales a acuíferos libres y/o semiconfinados de escasa profundidad, los valores de pH indicaron agua levemente alcalina y alcalina respectivamente. El punto 21 pertenece a un acuífero de mayor profundidad evidenciado por el nivel piezométrico y la profundidad de pozo (posible profundidad de acuífero -19 msnm), no se cuenta con información físico-química, no obstante, los datos proporcionados por el encargado del campo mencionaron que el agua se dejó de aprovechar por mala calidad, producían malestar en las personas y animales, se consideró agua salobre y/o salinas: valores de CE superiores a 2.000-10.000 $\mu\text{s/cm}$ (Custodio y Llamas, 1983). El punto 27 manifestó acumulación de agua de lluvia y agua dulce proveniente del acueducto que se dirige a Uscudum, en la recorrida de campo se detectó una manguera proveniente de la cañería principal direccionada hacia el bajo. A través de los niveles piezométricos de los puntos GPS 18,19 y 21, se trazaron dos filetes de flujo inferidos³ (Figura 4) que indican la dirección y sentido de escurrimiento subterráneo en cada caso. La primera relación estableció sentido de escurrimiento hacia el sur, podría ser al sudeste-sudoeste. El punto GPS 21 produciría la descarga bajo el mar.

Tabla 2. Datos de relevamiento de campo y niveles piezométricos.

GPS	ESTABLE. O PARAJE	COTA APROX. (msnm)	NIVEL DE AGUA (mbnt)	NIVEL DE AGUA CORREG. (msnm)	PROF. (m)	BROCAL (cm)	Parámetros físico-químicos			
							pH	T (°C)	Cond ($\mu\text{s/cm}$)	STD (ppm)
18	La Normita; Fernández	192	24,24	167,76	28,10	35,00	7.50	13.98	693	335
19	La Redonda Chica, Aguirre	201	35,10	165,90	39,35	40,00	8.05	14.6	794	431
21	El Gran Cacique, Medina	58	50,74	7,26	77,00	10,00				
27	El Gran Cacique, Medina	186					7.85	2.2	582	300

Contexto Geológico

En campo se reconoció la secuencia estratigráfica (Anexo III, perfil estratigráfico) expresada en la hoja geológica 4366-IV, desde la cota 181-182 msnm (Anexo I, punto GPS 7) hasta la cota 87 msnm (Anexo I, punto GPS 20). El relieve oculta parcial o total los contactos entre formaciones, solo se apreciaron afloramientos de rocas que presentaron sus características distintivas.

La descripción se realizó desde el punto de vista deposicional, descendente en cota, se reconocieron depósitos psefticos de matriz arenosa (Fm. Monte Mayor) coronando la superficie mesetiforme, constituyen planicies y en partes pavimentos del desierto de gran extensión areal. Es un depósito tabular que recubre uniformemente a todas aquellas formaciones subyacentes. Las características de este depósito, presuponen un ambiente fluvial dispersante de alta energía, con variaciones del sistema de flujo (Bletramone y Meister, 1993), representando una clara estructura de sistema anastomosado con dirección principal de flujo sudoeste-noreste acorde a la pendiente regional (Bianchi, en Hidroar 2016).

En discordancia erosiva subyace una roca de características arcillosas, detectada en la base del perfil de cantera, con laminación diferenciada por color (castaño claro, castaño oscuro y

³ Inferido: se deduce a través de los datos obtenidos, para efectuar el trazado correcto se requiere un mayor número de puntos.



verdoso), contenido de óxidos de hierro, manganeso y materia orgánica. Analizando la descripción litológica de las unidades estratigráficas (hoja 4366-IV), esta roca no concuerda con la secuencia, subyacente a la formación Monte Mayor debería localizarse la formación Isla Escondida representada por areniscas y areniscas limoníticas de coloración gris azulada, el estrato fue reconocido en el perfil geológico (Anexo III, perfil estratigráfico) en una posición inferior a las mencionadas. La falta de descripción en la hoja geológica se atribuye al carácter regional de la misma y en gran parte al encontrarse los afloramientos enmascarados por los detritos que provienen de la erosión de los rodados de la formación Monte Mayor, posiblemente la arcillita corresponda a un ambiente marino-litoral-costero, agentes de baja energía, vinculado con albuferas y/o planicies de inundación.

La secuencia litológica continúa con intercalaciones de arcillita, areniscas tobáceas y areniscas limosas con presencia de óxidos de hierro, son bancos de pequeñas dimensiones buzando levemente hacia el sudeste, descripción que concuerda con la porción superior de la formación Puerto Madryn. Aproximadamente, dos metros por debajo de las intercalaciones rocosas se reconoció una arenisca de grano fino y muy fino, niveles de arena gruesa y grava fina, de color grisáceo algo azulada, presenta una clara estratificación cruzada, en artesa y estratos acuñados, vestigio de ambiente continental fluvial en el que actuarían ríos de alta a moderada capacidad de transporte, corresponde a la descripción de la formación Isla Escondida. Esta misma roca se describió en el punto GPS 27 (Anexo I, planilla de relevamiento) localizado hacia el Este de la traza descriptiva del perfil, aproximadamente a uso 3 km y posicionado en similar altitud topográfica, contenido que fundamenta la continuidad lateral de las formaciones rocosas subyacentes al banco psefítico que constituye la formación Monte Mayor.

En la cota 170 mmsm, se reconoció una arenisca de grano mediano-fino con abundante limo, color castaño claro algo amarillento, importante contenido fosilífero de *Ostrea patagónica*, valvas bien conservadas de variado tamaño y restos de ellas, característico de la formación Puerto Madryn. Aquí sí, se observó concordancia entre unidades, aguas abajo, se describió una arenisca tobácea de color blanquecino algo grisácea muy meteorizada, continúa una toba areniscosa de color gris-blanquecino muy compacta, típicos depósitos continentales de condición subáerea con participación hídrica. Sobre la cota 151 msnm, se observó una toba de grano fino y muy fino, color blanquecina, consolidada, depósitos de ambiente marino costero y sublitoral, que recibió gran aporte de elementos piroclásticos finos, representan la formación Gaiman. El nivel inferior de la secuencia descripta se identificó una roca piroclástica compuesta por una toba de grano fino color blanquecina (punto GPS 20), por sectores de aspecto terroso, contiene nódulos de toba arcillosa color verdoso muy consolidada, caracteriza a la formación Sarmiento o Grupo Sarmiento.



300

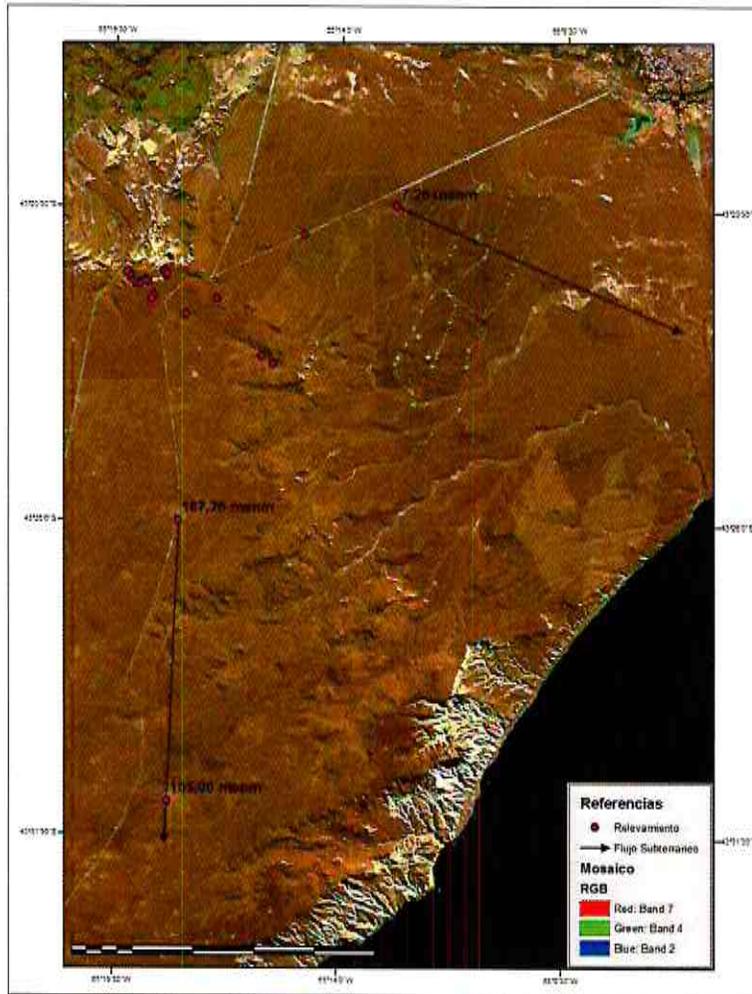


Figura 4. Dirección y sentido de flujo subterráneo.

Contexto Edafológico

El perfil de cantera (Anexo III, perfil de cantera) presenta desde superficie una fracción de suelo propiamente dicha, horizonte A de 40 cm aproximadamente, textura franca arenosa algo limoso, estructura migajosa en la porción superior en profundidad masiva, escasa materia orgánica, color castaño a castaño oscuro, buena penetración de raíces, prácticamente seco. Continúa un nivel de caliche o calcrete de 80 cm de textura limosa algo arcillosa, en partes pulverulento y en fracciones muy compacto engloba clastos aislados formando una masa dura, estructura masiva, escasas de raíces y humedad, hacia el nivel inferior desarrollan chorreras producto de agua meteórica. La formación de carbonato pedogenético estaría fuertemente influenciada por la disponibilidad de agua en el suelo y por la presión parcial de CO₂ proveniente de la respiración de las raíces y/o descomposición de la materia orgánica, (Bouza, 2012). La temperatura es otro factor destacable que influye en la solubilidad del CO₂, disminuyendo en agua templada, por lo tanto, disminuye la solubilidad del CaCO₃, (Birkeland, 1984), dejando de ser móvil y precipitando. La pérdida de agua a través de evaporación es considerada el principal mecanismo de precipitación del carbonato pedogenético, (Rabenhorst et al., 1984). Concordante, se describió un paquete de 5,20 m de conglomerado polimictico, clastos de diversos granulometrías (4 mm hasta 13 cm de Ø medidos en eje mayor) orientados y no orientados, de formas redondeadas subredondeadas y planares, en ocasiones imbricados, niveles con o sin gradación, coloración en general grisácea a castaña clara o combinación de



ellas según el contenido de arena y finos. Se encuentran aglutinados por una matriz arenosa gruesa-mediana y fina (granos de 1/16 mm hasta 1 mm), se determinó un bajo contenido de limo, arcilla y materia orgánica en aquellos niveles de menor granulometría, cementados de forma parcial por materiales carbonáticos en los niveles superiores, estructuras en general masivas, semi-consolidados a friables, grados de humedad variables incrementando hacia la base del paquete psefítico. Entre los 5,20-5,60 mbnt se observó un nivel de arena mediana y gruesa (granos del 1/4 mm a 1mm) algo limosa, escasa arcilla y M.O, color castaño amarronado, estructura masiva y de grado friable, húmedo, representante de un paleocauce demostrando ambiente de baja energía. Estos niveles arenosos en menor cuantía y espesor se reconocieron en las paredes verticales de algunas trincheras abiertas, sobre el fondo de las mismas, demostrando actividad fluvial remanente. El perfil de sedimentos culmina a los 7,20 mbnt, se localizó una roca arcillosa, arcillita compacta de color castaño y verdoso, presenta clara laminación diferenciada por color, óxidos de hierro y manganeso depositado en los planos de estratificación, leve contenido de M.O. En la base del perfil se observó una arcillita de coloración castaño clara algo grisácea. El paquete arcilloso se encontró húmedo en la porción superficial.

Comportamiento Hidráulico del Suelo

En cada uno de los sitios ensayados se obtuvo I_b , se aplicó la ecuación (1), se consideró al medio ensayado bajo las premisas de Darcy, se despreció el fenómeno de histéresis deducido por la ecuación de Philip. La conductividad hidráulica en suelo saturado (K_s) se determinó a través del método simple de cálculo in-situ cuando la velocidad de infiltración (V_i) tiende a ser constante. Los valores de I_b calculados separaron dos grupos de terrenos, aquellos que se localizan en sedimentos psefíticos y el suelo natural, en las gráficas de cada ensayo (Imagen 3) se aprecia claramente la curva de infiltración establecida por T_i en función de T_a . Las condiciones francas del horizonte A, permitió mayor infiltración que los niveles de rodados de matriz arenosa fina, algo limosa y ligeramente cementados con carbonato cálcico.

$$I_b = a * t^b \quad (1)$$

Dónde:

I_b : infiltración básica, expresada en mm/h

b: B-1

a: $A * B * 60$

t: tiempo de infiltración, expresado en horas

A y B: parámetros de ajuste (pendiente de la recta)

Los valores anómalos que se observa en la gráfica de EI-3 (Imagen 2) al inicio del de ensayo, corresponde a la extracción de material por apertura de trinchera, la movilización del piso rompe la estructura del suelo, deja material suelto y genera una apariencia de gravas disgregadas muy permeables efecto que se aprecia en las primeras mediciones, razón que condujo a despreciar las lecturas hasta el minuto 30. El análisis de las curvas de infiltración llevó a diferenciar el material psefíticos en dos grupos: EI-2 y EI-4 pertenecen a gravas de granulometrías medias y alternancia con granulometrías gruesas, matriz arenosa-limosa y abundante carbonato cálcico que actúa como cemento reduciendo la capacidad de infiltración, diferentes grados de compactación. EI-3 muestra gravas de granulometrías medianas y finas, matriz arenosa fina algo limosa compactada.

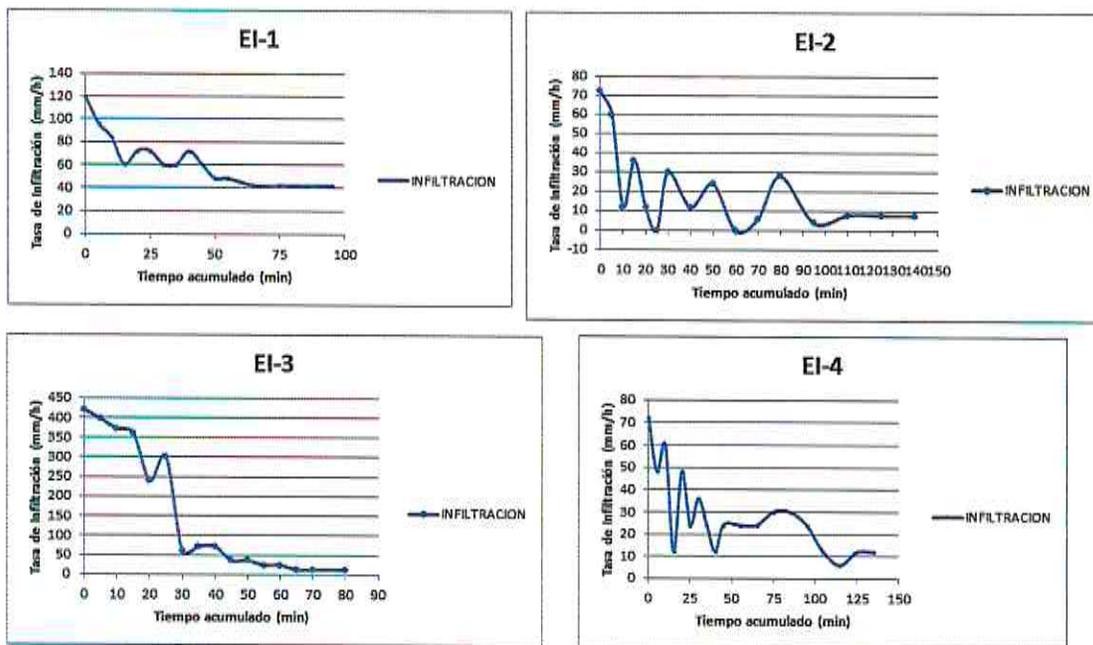


Imagen 2. Grafías de tasa de infiltración en función de tiempo acumulado.

En la Tabla 3, se muestran los valores obtenidos de I_b a través de la ecuación (1), valores de K_s , vinculados a diferentes tipos de suelo según Custodio y Llamas (1983), Robertson (2010) y Soil Conservation Service, (1951).

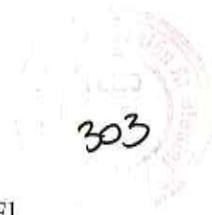
Tabla 3. Vinculación de valores de I_b y K_s , con tipos de suelo y grado de permeabilidad

	Unidades	Ensayos			
		EI-1	EI-2	EI-3_partell	EI-4
Kostiakof (1932)	I_b (mm/h)	43,369	6,930	21,018	17,110
	I_b (cm/seg)	1,21 e-3	1,92 e-4	5,8 e-4	4,75 e-4
	I_b (m/día)	1,040	0,166	0,503	0,411
Método simple determinación in-situ	K_s (cm/seg)	1,16 e-3	2,22 e-4	3,33 e-4	3,33 e-4
	K_s (m/día)	1,008	0,192	0,288	0,288
Tipo de suelo Custodio y Llamas (1983)	(cm/seg)	Areno-limoso	Limo-areno-arcilloso		
Tipo de suelo Robertson (2010)	(cm/seg)	Mezcla de arena y limo. Muy denso/rigidez del suelo			
Grado de permeabilidad S.C.S (1951)	(cm/h)	Moderada	Moderadamente lenta	Moderadamente lenta	Moderadamente lenta

Modelo Hidrogeológico

El modelo conceptual hidrogeológico se elaboró a partir del método inductivo, el análisis de datos puntuales, geología, geomorfología e hidrogeología construyó la hipótesis del medio subterráneo. Se estableció las condiciones de borde: lateral y vertical.

El borde lateral Sur y sudoeste se caracterizó por afloramientos de basamento rígido, aproximadamente a 50 km, rocas que conforman la Fm Marfil o Complejo Volcánico Marfil,



de edad Jurásica media (Malvicini y Llambías, 1972, en SEGEMAR, 2005). El comportamiento dinámico de estas rocas es acuífugo, se encontrarían cerrando la transferencia lateral y vertical de acuíferos: libre o bajo confinamiento.

La escarpa sur del valle del Río Chubut conforma un semi-arco que inicia su radio al Oeste y se cierra al Noreste. Los afloramientos presentes identificaron rocas del Paleógeno, formaciones Salamanca y Río chico, y la sucesiva secuencia vulcano-sedimentaria descripta. El conjunto rocoso se presentó desde el punto de vista hidrolitológico, bajo diferentes comportamientos dinámicos. Las fracciones arenosas de las formaciones Salamanca (1), Río Chico (2), tobas arenosas y areniscas tobáceas de la formación Puerto Madryn (3) constituyeron medios de potencialidad acuífera. El resto de rocas que forman las unidades estratigráficas se determinaron como acuitardos y/o acuíclados. Según el comportamiento hidráulico las formaciones 1 y 2 se encuadran en acuífero cautivo de porosidad primaria y/o secundaria, la formación 3 acuífero semiconfinado de porosidad secundaria.

El borde lateral Este, se encuentra formado por afloramientos de rocas Neógenas y sedimentos cuaternarios: depósitos aluviales, coluviales y eólicos, presentan un medio de porosidad primaria. Como nivel de base de cuencas hidrográficas y cierre lateral-vertical se localizó el mar Argentino. Pueden alojarse en sedimentos arenosos de playa y dunas, acuíferos colgados y/o libres localizados.

A través del análisis de los datos obtenidos en campo se estableció el borde vertical en cada uno de los niveles hidrolitológicos que actúan de acuitardo o acuíclado, pertenecientes a los materiales arcillosos, arenas margosas, arenas tobáceas o tobas de las formaciones 1 y 2, localizados aproximadamente a entre las cotas 165-170 msnm y -15-20 msnm. Se fijó al complejo volcánico Marifil como el basamento hidrogeológico de todos los posibles sistemas acuíferos suprayacentes.

Hidrogeología Regional

Se establecieron dos sistemas acuíferos: *Acuífero Semiconfinado de Porosidad Secundaria (ASPS)* y *Acuífero Confinado de Porosidad Primaria y/o Secundaria (ACPP-S)*.

Las descripciones efectuadas por los encargados de campo, puntos GPS 18 y 19, manifiestan que al limpiar el pozo durante el mantenimiento extraen una tosca de color blanco. Este material se descarta como tosca propiamente dicha, la roca no se reconoció a través de afloramientos, falta descripción en la hoja geológica 4366-IV, la zona carece de las condiciones geológicas y ambientales de formación. La posición topográfica de las unidades estratigráficas estableció a la Fm. Puerto Madryn como portador del sistema ASPS, ubicado entre las cotas 160-165 msnm, la litología probablemente se encuentre representada por areniscas tobáceas de color blanquecino con diferente grado de consolidación. Se atribuye condición de semi-confinamiento considerando la litología del paquete suprayacente de condición acuitarda y la posición sub-superficial del nivel estático. A la recarga es posible asignarle varias condiciones; Diferida, a través de recarga vertical por goteo. Diferida, proveniente de un acuífero libre alojado en la pampa de Monte Mayor ubicado al sur-sudoeste en cotas elevadas. Directa, a través de los afloramientos presentes en la barda sur del valle del Río Chubut, escarpa este que limita el mar. Es posible seguir mencionando hipótesis las cuales deben ser experimentadas y comprobadas, siendo análisis de otro documento. El sistema posee carácter Semi-Regional (no comprobado) de extensión hacia el sur-sudoeste-sudeste determinada por el flujo subterráneo, o carácter Local, supeditado al fracturamiento de una zona puntual en la roca mencionada.



El sistema ACPP-S se encontraría alojado en los medios permeables basales de la Fm. Río Chico o estratos superiores de la Fm. Salamanca. La diferencia de altura entre el nivel estático y la profundidad de pozo medida en el punto GPS 21 es de 25 metros aproximadamente, demostró que para un pozo de gran diámetro se produjo un ascenso significativo de la columna de agua, evidencia de una gradiente hidráulico destacable. La recarga se interpreta como Directa y alcotana asociada a los afloramientos de estas rocas ubicados hacia el oeste, la descarga se direcciona al mar.

CONCLUSIONES

Los ensayos de infiltración muestran la baja permeabilidad de los sedimentos que componen las trincheras. El bulbo de humedad alcanzará extensión vertical como máximo hasta la roca arcillosa, entre 3-4 metros bajo piso de trinchera. Esta roca, constituye el hidroapoyo de los sedimentos gravo-arenosos, contexto geológico de extensión semi-regional. En sentido lateral el bulbo de humedad logrará cubrir algunos metros, el mayor desarrollo será en la dirección del gradiente topográfico, contenido en parte por absorción de raíces.

El paquete psefítico desde el punto de vista litológico se presenta prácticamente homogéneo, posee gran distribución areal, aspecto tabular apoyado de forma discordante sobre rocas neógenas, espesor promedio de 6 metros, granulometrías heterogéneas con matriz arenolimsa parcialmente cementados con carbonatos.

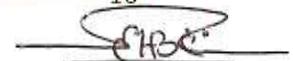
Las características texturales, estructurales y grado de permeabilidad de los rodados reducen la movilidad del agua y condicionan la aparición de un acuífero libre en la zona del proyecto y áreas cercanas.

La observación en cotas de referencia relacionadas con manifestaciones de agua subterránea, vinculadas a descarga a través de manantiales, excluye a la zona del proyecto del acuífero semiconfinado de porosidad secundaria. La afirmación es sustentada por la dirección de flujo subterráneo, la cual es coincidente con la inclinación de bloques del fallamiento regional hacia el sur-sudeste.

El acuífero profundo ACPP-S, se localiza a más de 200 metros de profundidad del sector más alto del proyecto.

FUENTES CONSULTADA

- Ameghino, C., (1890).** "Exploraciones Geológicas en la Patagonia". Bol. Instituto Geográfico Argentino, XI, Bs. As.
- Beltramone, C. y Meister, C., (1993).** "Paleocorrientes de los Rodados Patagónicos tramo comodoro-Trelew". RAGA, 47 (2): 147-152.
- Bianchi, e., H., (2016).** "Estudio Hidrogeológico – Aporte al conocimiento de las aguas subterráneas – Bajo El salitral (Bajo V) y áreas de influencia". Anexo de Proyecto: IAP – "Pluvial Trelew – Desviación de los cuencos receptores de líquidos pluviales de la ciudad de Trelew". Informe final.
- Bianchi, E., H., (2016).** Hidroar S.A. "Estudio Hidrogeológico en Área del Futuro Parque Eólico El Llano y Laudonio" – Infá – Dpto. de Biedma – Provincia del Chubut. Informe final.
- Birkeland, P., (1984).** "Soil and Geomorphology". Oxford University Press, p: 372. New York.
- Bouza, P., J., (2012).** "Génesis de las acumulaciones de carbonatos en aridisoles nordpatagónicos: su significado paleontológico". RAGA, 69 (2): 300-315. Buenos Aires.
- Custodio, E.; Llamas, M., (1983).** "Tratado de Hidrología Subterránea". Ed. Omega, tomo I – II. Edición 2ª, 2.418 pag.
- Giaconi, L., M., Cabrerros, J., Hernández, M., A., (1994).** "Síntesis Geoambiental para su Aplicación en el Ordenamiento Territorial de los Alrededores de la Ciudad de Trelew, Prov. Del Chubut". Segundo





Congreso Latinoamericano de Hidrología Subterránea. Chile.

Feruglio, E., (1949-1950). “Descripción Geológica de la Patagonia. Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Tomo I-II-III. Ed. CONI. Bs. As.

Fidalgo, F., y Riggi, J., C., (1979). “Consideraciones geomórficas y sedimentológicas sobre los Rodados Patagónicos”. RAGA, 25 (4): 430-443. Bs. As.

Franchi, M., R., (1977). Descripción geológica de la Hoja 45 g. Monte Triste. Serv. Geol. Nac. Inf. Inéd., Buenos Aires.

Haller, M., J. y Mendía, J., E., (1980). “Las sedimentitas del ciclo Patagoniano en el litoral atlántico norpatagónico”. Coloquio “R. Wichmann”. Asociación Geológica Argentina.

Hillel, D., 1971. “Soil and water. Physical principles and processes”. Ed. Academic Press INC. First Edition, 304 pag.

Lambe, W., T., Whitman, R., V., (2004). “Mecánica de Suelos”. Ed. Limusa – Mexico, 582 pag.

Landani, E., M., Martínez, D., Días, H., Soza, E., Agnes, D., Sainato, C., (2007). “Modelos de infiltración y funciones de pedotransferencia aplicados a suelos de distintas texturas”. Ed. CI. Suelo, 25 (2): 123-131. Bs. As.

Rabenhorst, M.C., Wilding, L.P y West, L.T, (1984). “Identification of pedogenetic carbonates using stable carbon isotope”. Soil Science Society of American Journal, 48: 125-132.

Robertson, P. K., (2010). “Estimating in-situ Soil Permeability from CPT y CPTu”. Proceedings of the 2nd International Symposium on Cone Penetration Testing, California State Polytechnic University Pomona, Ca.

SEGEMAR, (2005). Boletín 289. Descripción geológica, Hoja 4366-II – Puerto Madryn – Provincia de Chubut. Haller, M., J.; Meister, C., M.; Monti, A., J.; Weiler, N.; Ardolino, A.

SEGEMAR, (2007). Boletín 291. Descripción geológica, Hoja 4366-III – Las Plumas – Provincia de Chubut. Sacomani, L., E.; Panza, J., L.; Parizi, C.; Pezzuchi, H.; Ardolino, A.

SEGEMAR, (2009). Boletín sin número. Hoja geológica 4366-IV – Rawson – Provincia de Chubut. Martínez, H., Parizi, C., Pezzuchi, H.

United States Department of Agriculture – Soil Conservation Service, (1951). “Soil Permeability Determinations for use in soil and Water Conservation”. Bennett Chief, H., H.; Uhland, R. E.; O’Neal, A., M. SCS-TP-101, Washington D.C.

Links

<https://earthexplorer.usgs.gov/>

<https://earthdata.nasa.gov/>

ERICO HERNAN BIANCHI
Lic. en GEOLOGIA
M.P. 225



ANEXO I



PLANILLA DESCRIPCIÓN DE SUELO

Información General

Técnico de levantamiento (nombre)	Érico Bianchi
Nombre Superficialario o Paraje	ARCANTE
Fecha	06-06-18
Estado de tiempo	Llovizna
Localidad	Trelew
Coordenadas	Lat.: 43°21'41.16"S Long.: 65°18'15.65"O Cota: 184 msnm
Punto GPS	004 y 011
Geoforma	Cantera
Microrelieve	No
Posición (pendiente)	No
Orientación calicata o perfil natural	Cara de observación N
Vegetación del sitio de muestreo	No
Uso del suelo del sitio de muestreo	Cantera
Drenaje natural	No
Inundación	No
Profundidad del nivel freático (m)	No
Erosión actual	Eólica
Pedregosidad	Si
Rocosidad	Si, en la base del perfil
N° de Foto	11 a 18 y 31 a 38
Observaciones	

Descripción del Perfil Calicata N° 1

Nivel	Prof.	Espes.	Color	Humed.	Textura	Estructura	Concrec.	Consolid.	Motea	Raíces
1	0-38	38	Castaño oscuro	No	Franco arenoso	En parte migajosa-masiva	No	Semi-consolid.	No	Si
2	38-142	104	Blanco	No	Limosa	Masivo	Carb-cálcico	Semi-consolid y muy consolid	No	Si
3	142-200	58	Gris-Blanco	No	Grava mediana y fina, matriz arenosa	Masivo	Carb-cálcico-pulverulento	Friable	No	Si
4	200-310	110	Grisáceo	No	Grava mediana, matriz arenosa	Masivo	No	Semi-consolid	No	Si pocas



5	310-420	130	Grisáceo	Leve	Gravas gruesas, matriz grava-arena	Masivo	No	Semi-consolid	No	No
6	420-500	80	Grisáceo	Leve	Grava variadas, matriz arenosa	Masivo	Si chorreras	Semi consolid	No	No
7	500-560	60	Castaño	Si	Arena	Masivo	No	Friable	No	No
8	560-610	50	Gris-castaño	Leve	Grava fina, matriz arenosa	Masivo	No	Semi-consolid	No	No
9	610-640	30	Grisáceo	Si	Grava gruesa, matriz arenosa	Masivo	No	Friable		No
10	640-700	60	Grisáceo	Si	Grava mediana y fina, matriz arenosa	Masivo	No	Friable	Si óxidos amarillos	No
11	700-830	130	Castaño oscuro, verdoso	Si	Arcilla, láminas de M.O y Óxidos	Masivo	No	Muy consolid	No	No
12	830-840	10	Castaño claro	Si	Arcilla	Masivo	No	Muy consolid	No	No

Observaciones:



PLANILLA RELEVAMIENTO - INVENTARIO DE PUNTOS

GPS	REF. de CAMPO	SITUACION GEOGRAF. ESTABL. NOMBRE SUPERF.	USO	Lat.	Long.	COTA APROX. (msnm)	Parámetros físico-químicos						Observaciones	Foto
							NIVEL DE AGUA (mbnt)	NIVEL DE AGUA CORREG. (msnm)	PROF. (mbnt)	BROCAL (cm)	pH T (°C)	Cond (µs/cm)		
2	ensayo infil_1			43°22'6.69"S	65°18'38.29"O	191								1 a 6
3	ensayo infil_2			43°21'42.74"S	65°18'17.74"O	188								7 a 10
4	descripción perfil			43°21'41.04"S	65°18'15.64"O	190								11 a 18 y 31 a 38
5	ensayo infil_4			43°21'49.18"S	65°18'52.11"O	187								19 a 23
6	ensayo infil_3			43°21'48.36"S	65°18'43.30"O	186								24 a 30
7	afloramiento	Arcante		43°21'37.22"S	65°18'19.21"O	182								39 a 42
8	afloramiento			43°21'37.03"S	65°18'19.99"O	180								43
9	afloramiento			43°21'36.97"S	65°18'20.31"O	179								44 a 46
10	afloramiento			43°21'37.20"S	65°18'21.28"O	176								47-48

[Handwritten signature]





11	piso de cantera	43°21'41.16" S	65°18'15.65" O	184	piso del perfil descrito en cantera	
12	afioramiento	43°21'49.82" S	65°18'55.22" O	183	afioramiento de toba arenosa color castaño claro algo verdosa, manchas de óxidos de hierro color anaranjado, ubicado a unos 5 metros aprox., bajo el nivel de rodados	49
13	afioramiento	43°21'49.81" S	65°18'55.36" O	182	afioramiento ubicado a 1 metro por debajo del punto 12, contacto entre arena tobácea gris verdosa clara y arcillita compacta de color verde oscuro, la arcillita presenta laminación con MO y diferencia de coloración castaños claros y oscuros, óxidos de hierro, levemente húmeda	50 a 53
14	afioramiento	43°21'50.08" S	65°18'56.03" O	181	identifica secuencia descrita en el punto 09, falta la arenisca basal, la cota es la misma 180±181 msnm	54
15	afioramiento	43°21'50.64" S	65°18'56.08" O	179	arenisca de grano fino y muy fino (1/16-1/4) con intercalaciones de grano grueso (1-2 mm) y grava fina (2-4 mm), color grisáceo clara, estratificación cruzada y en artesa, bancos acunados, espesor del paquete aprox., 2 m, seca, muy friable	55 a 58
16	afioramiento	43°21'51.12" S	65°18'56.71" O	178	intercalación de bancos de arenisca limosa de color castaño y marrón claro-arenisca color verdosa algo azulada-toba arenosa blanquecina, el cuerpo posee forma lenticular, posiblemente un cuerpo lagunar, se observó en corte natural, red de drenaje, laminación de pequeño espesor de coloración verdosa y amarillenta en areniscas limosas algo arcillosas	59 a 64
17	medida del piso trinchera	43°21'48.27" S	65°18'46.95" O	190	medición desde superficie de trinchera hasta el fondo, 5,95 mbnt, se observa un perfil de suelo natural franco arenoso-banco calicheo, rodados de diferentes granulometrías de matriz areno-gravosa, no se alcanzó la roca	
18	pozo excavado	43°25'59.70" S	65°17'56.91" O	192	calzado hasta la base con anillos de homigón, cuando el pozo se limpia sacan una tosca, posible toba o arenisca tobácea, acifero semi-confinado	335
19	pozo excavado	43°30'54.14" S	65°18'10.77" O	201	calzado hasta el fondo, cuando se limpia el pozo se extrae una tosca según poblado, posiblemente una toba o arenisca tobácea, acifero semi-confinado	431
20	afioramiento	43°20'57.15" S	65°14'55.49" O	87	afioramiento de toba blanquecina, nódulos algo verdosos de toba fina	66
						693
						794
						14.6
						40.05
						40,00
						39,35
						28,10
						35,00
						7.50
						13.98
						24,24
						167,76
						165,90

[Handwritten signature]

310
5



21	pozo excavado	Est. El Gran Cacique-Medina	sin uso	43°20'26.86" S	65°12'39.44" O	58	50,74	7,26	77,00	10,00					según poblador, el agua se dejó de utilizar por condiciones de salinidad, no servía para animales, cortaba el javón, etc. El pozo está descaizado hasta la base, se observan los primeros metros rodados	68
22	afioramiento	Arcante		43°21'50.37" S	65°19'1.98" O	172									afioramiento de arenisca verdosa algo azulada, sobre corte natural en red de drenaje, levemente húmeda	69-70
23	afioramiento			43°21'49.73" S	65°19'2.60" O	170									Ostreas de variado tamaño	
24	afioramiento			43°21'46.14" S	65°19'8.13" O	160									toba arenosa color blanquecina a verde claro, manchas de óxidos de hierro anaranjado, seca y muy friable	
25	afioramiento			43°21'42.11" S	65°19'10.61" O	151									toba color grisacea-blanquecina muy meteorizada	
26	afioramiento			43°21'38.76" S	65°19'13.65" O	144									toba gris blanquecina, compacta	
27	punto de obs.	Medina		43°22'22.91" S	65°17'47.65" O	186	7,85	2,2	582	300					depresión de pequeñas dimensiones, cuenca arreica, vegetación coliron dominante, suelo franco arcilloso, alimentación agua de lluvia y artificial por manguera desde acueducto Uscudum	72
28	afioramiento			43°22'6.52" S	65°17'2.45" O	178									afioramiento de arenisca color gisácea verdosa algo azulada, tamaño de grano mediano y grueso (1/4-1 mm),	73-74
29	punto de obs.			43°23'6.77" S	65°15'56.45" O	165									punto situado sobre red de drenaje a medio faideo	
30	punto de obs.	43°23'17.09" S	65°15'37.75" O	156									punto de observación en busca de manantiales, valle			

311 6



312

ANEXO II



ENSAYO DE INFILTRACION EI-1

FECHA: 04-06-2018		VEGETACION: coirón, mata negra, mata perro, molle, gramíneas							
PROPIETARIO: ARCANTE		HUMEDAD DEL SUELO: humedad superficial debido a helada, seco							
LOCALIDAD: TRELEW		FOTO: 1 a 6							
SUELO: Franco arenoso		PUNTO GPS: 002							
SERIE	HORA	TIEMPO PARCIAL (Min)	LECTURA (mm)	RELLENO A CERO	LAMINA PARCIAL (mm)	Ti (mm/h)	LAMINA ACUMULADA (mm)	TIEMPO ACUMULADO (min)	VELOCIDAD INFILTRACION (cm/h)
1	12:00	0	0	0	0	0	0	0	0
	12:05	5	10		10	120	10	5	12
	12:10	5	18		8	96	18	10	9,6
	12:15	5	25		7	84	25	15	8,4
	12:15			0					
2	12:20	5	5		5	60	30	20	6
	12:25	5	11		6	72	36	25	7,2
	12:30	5	17		6	72	42	30	7,2
	12:30			0					
3	12:35	5	5		5	60	47	35	6
	12:40	5	10		5	60	52	40	6
	12:45	5	16		6	72	58	45	7,2
	12:50	5	21		5	60	63	50	6
	12:50			0					
4	12:55	5	4		4	48	67	55	4,8
	13:05	10	12		8	48	75	65	4,8
	13:15	10	19		7	42	82	75	4,2
	13:15			0					
5	13:25	10	7		7	42	89	85	4,2
	13:35	10	14		7	42	96	95	4,2
	13:45	10	21		7	42	103	105	4,2

ENSAYO DE INFILTRACION EI-2

FECHA: 04-06-2018		VEGETACION: No							
PROPIETARIO: ARCANTE		HUMEDAD DEL SUELO: seco							
LOCALIDAD: TRELEW		FOTO: 7 a 10							
SUELO: Mixto		PUNTO GPS: 003							
SERIE	HORA	TIEMPO PARCIAL (Min)	LECTURA (mm)	RELLENO A CERO	LAMINA PARCIAL (mm)	Ti (mm/h)	LAMINA ACUMULADA (mm)	TIEMPO ACUMULADO (min)	VELOCIDAD INFILTRACION (cm/h)
1	14:50	0	0	0	0	0	0	0	0
	14:55	5	6		6	72	6	5	7,2
	15:00	5	11		5	60	11	10	6
	15:05	5	12		1	12	12	15	1,2
	15:10	5	15		3	36	15	20	3,6
	15:15	5	16		1	12	16	25	1,2
				0					
2	15:20	5	0		0	0	16	30	0
	15:30	10	5		5	30	21	40	3
	15:40	10	7		2	12	23	50	1,2
	15:50	10	11		4	24	27	60	2,4
	16:00	10	11		0	0	27	70	0
				0					
3	16:10	10	1		1	6	28	80	0,6
	16:25	15	8		7	28	35	95	2,8
	16:40	15	9		1	4	36	110	0,4
	16:55	15	11		2	8	38	125	0,8
	17:10	15	13		2	8	40	140	0,8
	17:25	15	15		2	8	42	155	0,8



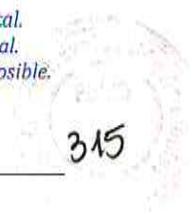
Relevamiento Geológico-Hidrogeológico-Edafológico
 Ensayos de infiltración. – ARCANTE S.A. Dpto. Rawson - Chubut
 Ref: Nota N°.../DGEA-DEP/18 – Expte. 1313/17-MAYCDS/DAP

ENSAYO DE INFILTRACION EI-3

FECHA: 05-06-2018		VEGETACION: No							
PROPIETARIO: ARCANTE		HUMEDAD DEL SUELO: húmedo							
LOCALIDAD: TRELEW		FOTO: 24 a 30							
SUELO: Grava-arenoso		PUNTO GPS: 006							
SERIE	HORA	TIEMPO PARCIAL (Min)	LECTURA (mm)	RELLENO A CERO	LAMINA PARCIAL (mm)	Ti (mm/h)	LAMINA ACUMULADA (mm)	TIEMPO ACUMULADO (min)	VELOCIDAD INFILTRACION N (cm/h)
1	15:05	0	0	0	0	0	0	0	0
	15:10	5	35		35	420	35	5	42
	15:15	5	68		33	396	68	10	39,6
				0					
2	15:20	5	31		31	372	99	15	37,2
	15:25	5	61		30	360	129	20	36
				0					
3	15:30	5	20		20	240	149	25	24
	15:35	5	45		25	300	174	30	30
				0					
4	15:40	5	5		5	60	179	35	6
	15:45	5	11		6	72	185	40	7,2
	15:50	5	17		6	72	191	45	7,2
				0					
5	15:55	5	3		3	36	194	50	3,6
	16:00	5	6		3	36	197	55	3,6
	16:05	5	8		2	24	199	60	2,4
	16:10	5	10		2	24	201	65	2,4
	16:15	5	11		1	12	202	70	1,2
				0					
6	16:25	10	2		2	12	204	80	1,2
	16:35	10	4		2	12	206	90	1,2

ENSAYO DE INFILTRACION EI-4

FECHA: 05-06-2018		VEGETACION: No							
PROPIETARIO: ARCANTE		HUMEDAD DEL SUELO: levemente húmedo							
LOCALIDAD: TRELEW		FOTO: 18 a 23							
SUELO: Grava-arena		PUNTO GPS: 005							
SERIE	HORA	TIEMPO PARCIAL (Min)	LECTURA (mm)	RELLENO A CERO	LAMINA PARCIAL (mm)	Ti (mm/h)	LAMINA ACUMULADA (mm)	TIEMPO ACUMULADO (min)	VELOCIDAD INFILTRACION (cm/h)
1	11:05	0	0	0	0	0	0	0	0
	11:10	5	6		6	72	6	5	7,2
	11:15	5	10		4	48	10	10	4,8
	11:20	5	15		5	60	15	15	6
				0					
2	11:25	5	1		1	12	16	20	1,2
	11:30	5	5		4	48	20	25	4,8
	11:35	5	7		2	24	22	30	2,4
	11:40	5	10		3	36	25	35	3,6
	11:45	5	12		2	24	27	40	2,4
				0					
3	11:50	5	1		1	12	28	45	1,2
	12:00	10	5		4	24	32	55	2,4
	12:10	10	9		4	24	36	65	2,4
	12:20	10	13		4	24	40	75	2,4
				0					
4	12:30	10	5		5	30	45	85	3
	12:40	10	10		5	30	50	95	3
	12:50	10	14		4	24	54	105	2,4
	13:00	10	16		2	12	56	115	1,2
				0					
5	13:10	10	1		1	6	57	125	0,6
	13:20	10	3		2	12	59	135	1,2
	13:30	10	5		2	12	61	145	1,2



ANEXO III



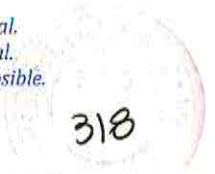
PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
NIVEL	COTA (m.s.n.m)	UNIDAD LITO-ESTRATIGRÁFICA		DESCRIPCIÓN	DISEÑO DE PERFIL
1	190----182	Fm. Monte Mayor		Paquete psefítico, compuesto por alternancias de clastos de variado tamaño, aglutinados por una matriz arenosa de grano grueso y mediano, presentan consolidación variable, carbonato cálcico pulverulento y cementado. Estrato superior Hz A, por debajo caliche.	
2	182----181	Fm. Puerto Madryn ?	Fm. Isla Escondida ?	Arcillita de color castaño clara y oscuro, laminada con óxidos de hierro y manganeso, muy compacta.	
3	181----179			Intercalaciones de arcillita, arenisca tobacea, arenisca limosa, variada coloración, presencia de óxidos de hierro	
4	179----170			Arenisca de grano fino y muy fino (1/16-1/4) con intercalaciones de grano grueso (1-2 mm) y grava fina (2-4 mm), color grisáceo clara algo azulado, estratificación cruzada y en artesa, bancos acuñados, laminación, muy friable.	
5	170----167	Fm. Puerto Madryn		Arenisca mediana y fina-limosa, color castaño claro, algo amarillento algo verdosa, <i>Ostreas patagónicas</i> enteras y rotas, paquete consolidado en partes friable	
6	167----160			Arenisca tobácea de color blanquecino a verde claro, manchas de óxidos de hierro anaranjado, muy friable	
7	160----151			Arenisca tobácea de color blanquecina-grisácea muy meteorizada. Toba areniscosa de color gris-blanquecino muy compacta	
8	151----144	Fm. Gaiman		Toba de grano muy fino, color blanquecina algo grisácea, consolidada	
9	110?-87-40?	Fm Sarmiento		Toba de grano fino, color blanquecina, nódulos de toba arcillosa color verdoso, muy consolidada	
REFERENCIAS					
Rodados Patagónicos		Toba areniscosa			
Arcillita laminada		Toba de grano muy fino			
Intercalaciones de rocas		Toba de grano fino			
Arenisca de grano fino					
Arenisca fosilifera					
Arenisca tobácea					

2



PERFIL LITOLÓGICO				
NIVEL	PROFUNDIDAD (m)	LITOLÓGÍA	DESCRIPCIÓN	DISEÑO DE PERFIL
1	0	Horizonte A	Suelo natural textura franca arenosa, algo limosa, escasa M.O, color castaño claro a oscuro	
	20			
	40			
2	60	Caliche o Calcrete	Texturas limosas y arcillosas, carbonato cálcico pulverulento y compacto, gravas medians dispersas, color prinicipal blanco	
	80			
	100			
	120			
	140			
3	160	Grava mediana y fina	Clastos polimícticos de 4 mm a 3 cm Ø, matriz arenosa, color grisáceo algo cataño, carbonato cálcico blanquecino	
	180			
	200			
4	220	Grava mediana	Clastos polimícticos de 1 a 4 cm Ø, matriz arenosa, color grisáceo,	
	240			
	260			
	280			
	300			
5	320	Grava gruesa	Clastos polimícticos de 5 a 13 cm Ø, clastos planares imbricados, matriz arena gruesa-grava fina, color grisáceo	
	340			
	360			
	380			
	400			
6	420	Grava mediana y fina	Clastos polimícticos de 0,5 mm a 3 cm Ø, matriz arenosa algo limosa, color grisáceo algo castaño	
	440			
	460			
	480			
7	500	Arena	granos de 1/8 a 1 mm, subredondeados y subangulosos, limos y arcillas escasos, color castaño amarronado, M.O	
	520			
	540			
8	560	Grava fina	Clastos polimícticos de 6 mm a 1 cm Ø, matriz arenosa fina algo limosa, grisáceo	
	580			
9	600	Grava gruesa	Clastos polimícticos de 4 a 8 cm Ø, clastos planares imbricados, matriz arena mediana	
	620			
10	640	Grava mediana y fina	Clastos polimícticos de 3-4 mm a 2 cm Ø, matriz de arena mediana y fina algo limosa, color grisáceo algo castaño	
	660			
	680			
11	700	Arcillita oscura	Estratificación visible, diferencia de color verdoso y castaño claro-oscuro, óxidos de hierro y manganeso en planos de estratificación, leve contenido de M.O	
	720			
	740			
	760			
	780			
12	800	Arcillita	Laminación, diferencia de color castaños	
	820			
	840			

REFERENCIAS			
Horizonte A		Arena	
Caliche		Arcillita oscura	
Grava gruesa		Arcillita clara	
Grava mediana			
Grava mediana y fina			
Grava fina			



ANEXO IV



Imagen 1. Instalación de infiltrómetro, EI-1



Imagen 2. Ensayo de infiltración, EI-1

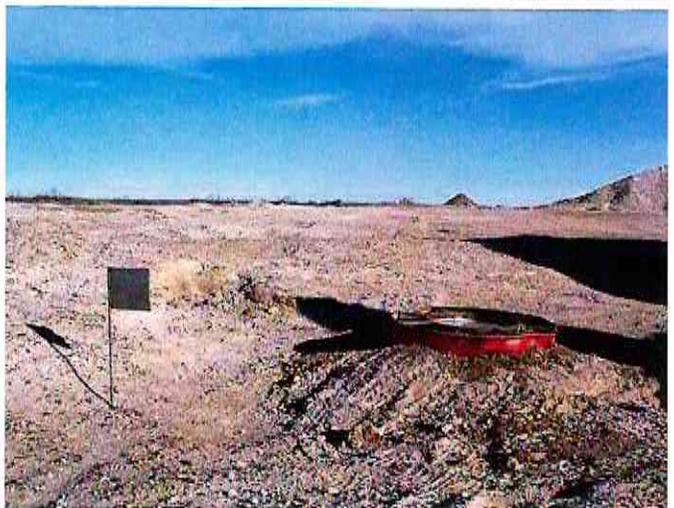


Imagen 3 a y b. Ensayo de infiltración en EI-2



Imagen 4. Instalación de infiltrómetro, EI-4



Imagen 5. Ensayo de infiltración, EI-4



Imagen 6. Instalación de infiltrómetro, EI-3

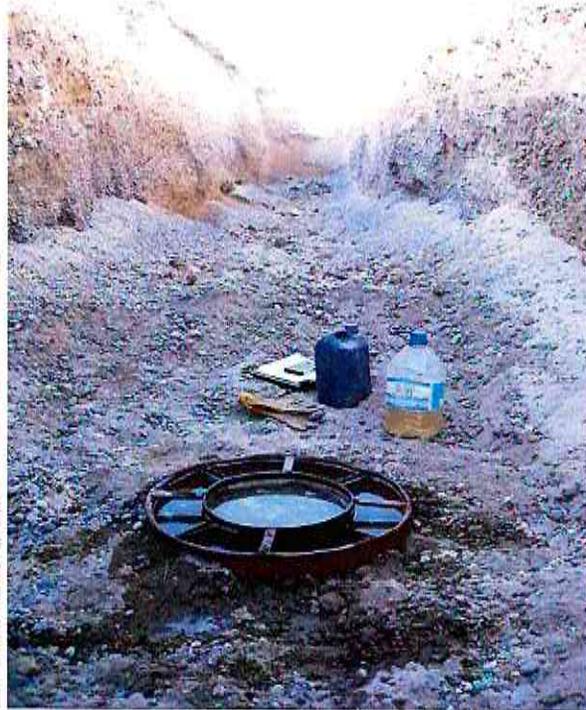


Imagen 7. Ensayo de infiltración, EI-3



Imagen 8. Perfil de cantera, tramo superior



Imagen 9. Perfil de cantera, tramo medio

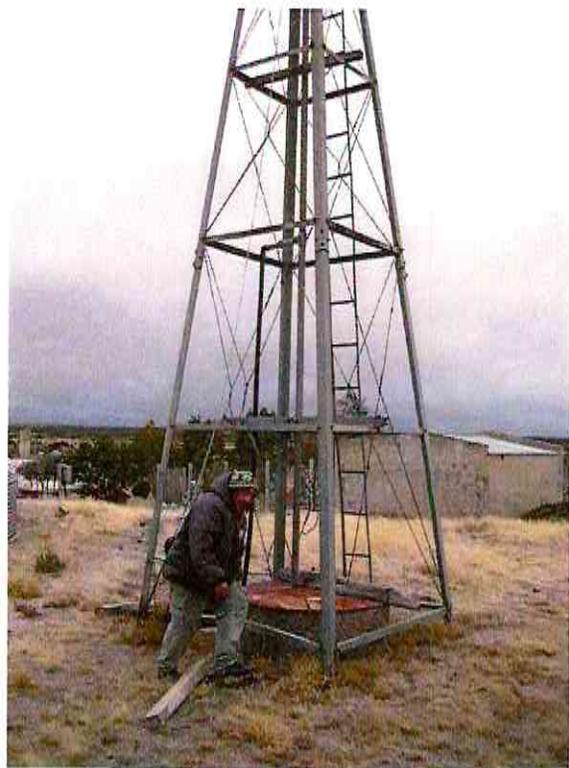


Imagen 10. Pozo excavado. Aguirre



Imagen 11. Pozo excavado. Fernández



Imagen 12. Pozo excavado. Medina



Imagen 13. Bajo superficial anegado

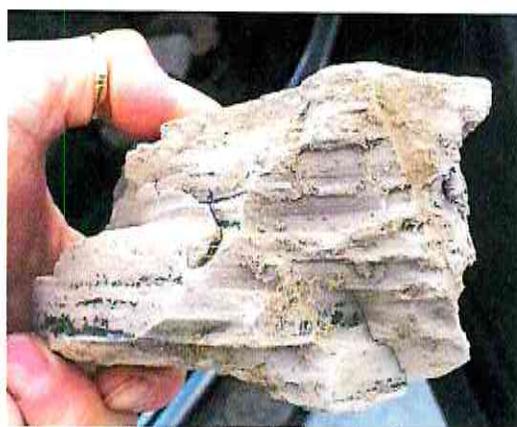


Imagen 14. Roca, Arcillita, piso de cantera



Imagen 15. Afloramiento de arenisca gris azulada



Imagen 16. Afloramiento alternancia vulcano-sedimentaria



Imagen 17. Afloramiento de arenisca fosilífera



Imagen 18. Afloramiento de toba meteorizada

ANEXO II

INFORME VIABILIDAD AGRONOMICA

PROYECTO PRODUCTIVO

AGROPECUARIO/FORESTAL

ARCANTE S.A.

Chubut, Mayo 2018

1. INTRODUCCION

El presente anexo del informe de viabilidad agronómica elaborado en el mes de mayo del corriente, ha sido realizado a solicitud de la empresa ARCANTE S.A. a fin de presentar aproximaciones técnicas de posibles alternativas en caso de no contar a la brevedad necesaria con la autorización para toma de agua para riego desde el acueducto agropecuario necesarias para la producción agrícola, ganadera y/o forestal factibles de ser implementadas en el predio que la empresa dispone en Sección B III; Fracción C, Lote C6; del Departamento Rawson de la Provincia del Chubut.

2. OBJETIVO

Identificar formas alternativas de provisión de agua para riego de un proyecto productivo complementario que incorpore como insumo el material estabilizado proveniente del proceso de compostaje de residuos orgánicos derivados de la industria pesquera.

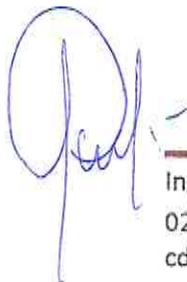
3. SISTEMA DE RIEGO

Como se mencionara tanto en el Proyecto Productivo, como en su correspondiente Anexo presentado; la inversión en tecnología de riego complementario será orientada a la implementación de sistemas presurizados, considerando que es viable obtener eficiencias en la aplicación de laminas de alrededor del 90 % o superiores.

Frente a las demoras en las gestiones que permitan contar con agua del acueducto agropecuario, y a solicitud de la empresa responsable de la ejecución del proyecto, previendo poder dar inicio a las tareas de plantación deberá tenerse en cuenta la realización de las inversiones que a continuación se detallan.

3.1. INSTALACION DE RESERVORIOS PARA ACOPIO DE AGUA

Según lo descrito en el Anexo I, la unidad de parcelamiento se planteará sobre la unidad de hectárea y las primeras zonas de intervención debieran ubicarse en proximidades de la zona actual de acopio de material a fin de favorecer la capacidad instalada y la disponibilidad de mano de obra para las tareas de riego y mantenimiento de los ejemplares forestales en la etapa de implantación. Por estas mismas consideraciones, se sugiere la instalación del reservorio de agua en esta misma zona.



Soluciones integrales para la producción patagónica

Los materiales y tecnologías disponibles en el mercado, ofrecen una amplia gama de posibilidades, dependiendo la elección de la disponibilidad económica-financiera de la empresa. A manera orientativa el reservorio puede ser realizado con:

Materiales de rezago de actividades viales y de transporte en general (tanque/s cisterna en desuso)

Tanque australiano convencional (chapas, Premoldeados)

Tanque australiano portátil

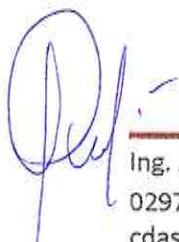
Tanque plástico rígido horizontal

Tanque flexible ("flexitank")

Excavación en terreno y revestimiento con aislamiento plástico

En cualquiera de las alternativas tecnológicas deberá considerarse que estando definida la unidad de producción potencial en la hectárea, y habiéndose establecido como prioritario avanzar con la implantación de cortinas forestales, resulta necesaria la siguiente tabla de requerimientos en volumen de agua por hectarea de cortina forestal implantada.

Mes	Jul	Ag	Sept	Oct	Nov	Dic	Enero	Febrero	Mar	Abr	May	Jun
Días	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	30	30
Coef Kc	0	0	0,53	0,65	0,76	0,85	0,88	0,85	0,80	0,74	0	0
m3 / ha x mes	0	0	339,20	658,06	1018,40	1404,63	1511,93	1102,79	795,60	373,70	0	0
m3/ha/día	0	0	11,31	21,23	33,95	45,31	48,77	39,39	25,66	12,46	0	0
Máxima Demanda diaria												



Ing. Agr. Carola G. Dasovich
0297-154-365979
cdasovich@hotmail.com

Soluciones integrales para la producción patagónica

Por ello se sugiere como unidad modular de reservorio una capacidad de 50 m³ o su equivalente a fin de simplificar iniciada la operación del sistema de riego las estimaciones de recarga.

3.2. INSTALACION DE SISTEMA DE BOMBEO, FILTRADO, MANIFOLD Y CONDUCCION

Independientemente del sistema de acopio implementado, a la salida del mismo se instalará:

- 1 Tablero eléctrico
- 2 Controlador de automatismo
- 3 Una bomba presurizadora
- 4 Un sistema de filtrado
- 5 Medidor de presión
- 6 Electroválvula/s
- 7 Cañerías principales
- 8 Cañerías secundarias
- 9 Líneas de goteo

3.3. FUENTE DE AGUA PARA RIEGO

Es responsabilidad del solicitante articular los medios necesarios para disponer en el sitio de acopio del volumen de agua detallado anteriormente, lo cual se entiende podrá realizarse sin inconvenientes mediante el traslado mediante tanque/s cisternas hasta el predio del emplazamiento.



CAROLA G. DASOVICH
Ingeniera Agrónoma
M.N. 17374