

**ORDEN DE TRABAJO N° 17148**

**Informe N°: 19L-007**

***ESTUDIO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO DEL REPOSITORIO DE SÓLIDOS URBANOS (RSU) DE LA MUNICIPALIDAD DE RADA TILLY. CHUBUT.***

*Identificar el contexto geológico general del Repositorio de Sólidos Urbanos (RSU) de la Municipalidad de Rada Tilly y de las condiciones geotécnicas básicas de la excavación, a los efectos de evaluar las condiciones de permeabilidad del mismo.*



**Centro de Investigación en Geología Aplicada (CIGA)**

**Ggo. CRAVERO Roberto**

**Mayo 2019**

**ORDEN DE TRABAJO**

**17148**

UNIDAD TECNICA: **CIGA- LABCOR**

Fecha: 31/05/2019

Solicitante: **MUNICIPALIDAD DE RADA TILLY**

Domicilio: **Av. Julio A. Roca 651**

CUIT/CUIL: 30-99929871-7

Localidad: Rada Tilly. Chubut

Tipo de Empresa: Organización Gubernamental

Cód. de Cliente: 20070

Servicio: **Asistencia Técnica**

Tel/fax: 0297-445318

Contacto: Vanessa Baudino Romero

Cód. de Informe: 19L-007

***ESTUDIO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO DEL REPOSITORIO DE SÓLIDOS URBANOS (RSU) DE LA MUNICIPALIDAD DE RADA TILLY. CHUBUT.***

**1. OBJETIVO**

*Identificar el contexto geológico general en que se encuentra el Repositorio de Sólidos Urbanos (RSU) de la Municipalidad de Rada Tilly y las condiciones geotécnicas básicas de la excavación, a los efectos de evaluar las condiciones de permeabilidad del mismo.*

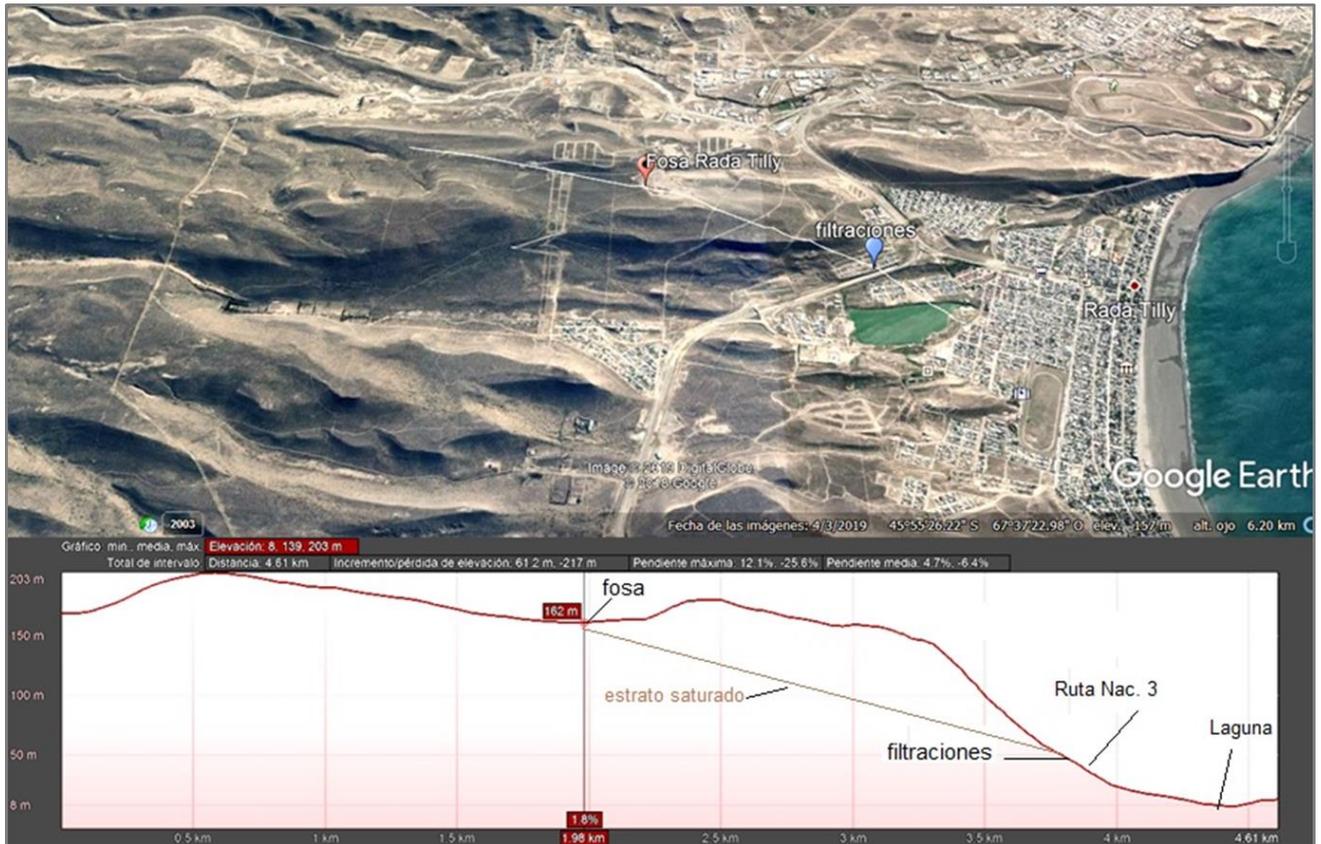
*Definir los estudios y acciones recomendables para asegurar la estanqueidad del mencionado RSU.*

**2. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA GENERAL**

El área cuenta como antecedente el Estudio Medioambiental de Mansilla N. y Salvador N. de mayo de 1996, que le dio la factibilidad al área para la deposición final de residuos sólidos de la Municipalidad de Rada Tilly, con un plan de uso y control de rigor.

La excavación del repositorio de sólidos urbanos objeto de ese estudio, se encuentra al nor-oeste de la localidad de Rada Tilly, a unos 1800 m de la zona urbanizada. Geomorfológicamente se encuentra en la parte superior de la meseta patagónica, y en las cercanías del borde oriental de la misma. Se caracteriza por estar formada por depósitos sedimentarios de carácter marino con yacencia subhorizontal, con una suave inclinación sudoriental. Se encuentra en una pequeña cuenca hidrológica, con una divisoria de aguas localizada a unos 1500 m aguas arriba hacia el Oeste (Fig. Nº 1).

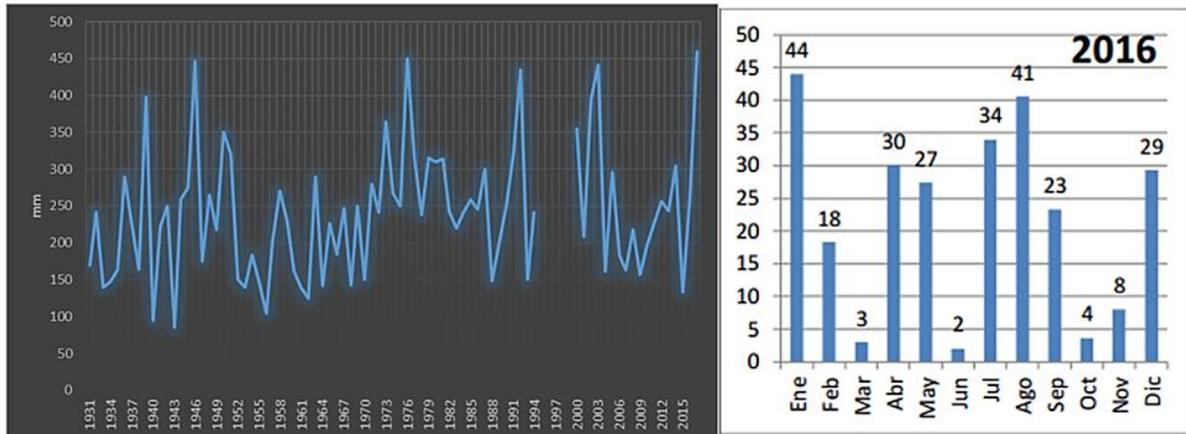
En este contexto, es acotada la influencia de agua de escorrentía, sin la presencia de cursos de agua en superficie, aunque con una cubierta de regolito que favorece la infiltración del agua de lluvia.



**Fig. Nº 1.** Vista de la ubicación del RSU en cota 150 msnm, y su relación geomorfológica-topográfica con la zona urbanizada (cota 50 a 10 msnm). A la izquierda de la imagen se observa el borde de la cuenca hidrológica local, ello se destaca en el perfil topográfico. La línea blanca en la imagen indica la ubicación del perfil de elevación y se visualiza en la parte inferior de la imagen, donde muestra la posición del estrato permeable que contiene el agua subterránea local. Esc HZ: :7100 Esc. V: 1:2000

Desde el punto de vista pluviométrico se considera a Rada Tilly como parte del entorno de Comodoro Rivadavia, en la cual se tienen datos del Servicio Meteorológico Nacional, que muestra una alta variabilidad interanual, pero con un promedio anual de precipitaciones históricas (1930-2016) es de sólo 237 mm y con máximos del orden de 450 mm (Fig. Nº 2).

Estos datos no incluyen la tormenta de Marzo de 2017, pero por observaciones in-situ y por testimonios de fuentes locales, no tuvo incidencia mayor en esta subcuenca.



**Fig. Nº 2.** Valores totales anuales de pluviometría en Comodoro Rivadavia 1931-2016 y los registros mensuales de 2016. (INTA)

No se obtuvieron registros de perforaciones del agua subterránea en el área, pero la excavación realizada atravesó un estrato arenoso de unos 20 a 40 cm de espesor que presenta filtraciones de agua, con un caudal de goteo, igual y/o inferior a la capacidad de evapotranspiración de la región, dado que no se alcanza a acumular en los lugares donde aflora (Fig. Nº 3).

En la zona, se observaron filtraciones similares a las que se presentan en la excavación, a unos 1600 m aguas abajo, en la inmediaciones de la Ruta Nº 3, a una cota de aproximadamente 55 msnm (ver perfil de elevación de la Fig. Nº1).

El paisaje arriba citado se halla desarrollado principalmente sobre afloramientos de la Formación C° Chenque (también llamada Fm Patagonia), que en este sector presenta dos componentes principales, arcillitas y areniscas marinas en la parte inferior y areniscas arcillosas en la parte superior, ambas con alternancia de areniscas calcáreas y cineritas.



**Fig. Nº 3.** Vista general de la cava, con la arenisca cinerítica gris claro en los 2/3 iniciales y la arenisca arcillosa que predomina en superficie y en el tramo final. En el talud N-E, de la derecha de la imagen, se observa la presencia de las filtraciones de agua subterránea. Se indican la ubicación de los ensayos RSU1 a RUS3.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE LA CAVA DEL RSU

La excavación se realizó en los estratos de areniscas arcillosas, moderadamente competentes, de color pardo claro, débil a moderadamente meteorizadas, que se encuentra en intercalación sucesiva con otra arenisca cinerítica de grano fino, de color gris plomizo claro, competente, con una débil meteorización y fracturación normal a los planos de estratificación. Ambas presentan mayor meteorización, cuando están aflorando.

Chequeos de campo permiten asociar la arenisca arcillosa de color pardo claro, a niveles similares, donde estudios de laboratorio (INTEMIN, 2002) determinaron la presencia abundante

de minerales arcillosos del grupo de las esmectitas, lo que le confiere a esta litología una gran plasticidad y capacidad de expansión, que llega a generar presiones del orden de 0.03 KN (3 kg/cm<sup>2</sup>). Esto fue determinante en la respuesta de la muestra sometida a una saturación, produciéndose la desintegración de la misma (Ver Fig. Nº 4 b y c). Estas características le dan a esta litología una gran susceptibilidad a la erosión así como problemas a estructuras cuando están en superficie, pero en este caso, al estar confinada, predomina su carácter arcilloso, confiriendo impermeabilidad a la zona, lo cual fue parcialmente reflejado en los estudios.

Las litologías mencionadas se intercalan con espesores variables, pero por lo observado, el componente de arenisca cinerítica predomina en dos tercios desde la entrada mientras que, la arenisca arcillosa predomina en el sector noroeste, al extremo de la excavación (Fig. Nº 3 y en detalle en la Fig. Nº 4).

A tales efectos se seleccionaron tres sectores para analizar la excavación en toda su extensión. Los trabajos de campo se desarrollaron en buenas condiciones climáticas y sin influencia de agua subterránea; los ensayos se denominaron RSU 1; RSU 2 y RSU3.

La posición subhorizontal regional de la Fm Chenque, con un ligero buzamiento hacia el sudeste, fue confirmada en la locación con un rumbo submeridional (154-161 N) y buzamiento al Este de 3º a 5º, lo cual es particularmente manifiesto por el estrato permeable saturado, que actúa como un débil acuífero, y aflora en las inmediaciones de la Ruta Nacional Nº 5 (Fig. Nº 3).

La excavación de forma rectangular tiene aproximadamente 15 m de ancho por 90 m de largo, con un rumbo general de N145º (Fig. Nº 3). La profundidad de excavación varía desde unos 5 m aproximadamente en el sector NW a 3 o 4 m en el sector SE. Fue excavada mediante retroexcavadoras generando taludes del orden de 60º, los cuales no tienen problema de estabilidad.



**Fig. Nº 4.b** Muestras día 21/5



**Fig. Nº 4c** Muestras día 22/5

**Fig. Nº 4a:** Perfil de la excavación, con la intercalación de litologías. Las Fig 4b y 4c muestran la desintegración de la arenisca arcillosa por efecto de las arcillas smectíticas.

#### 4. ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN

Se trata de analizar las condiciones de permeabilidad del macizo rocoso en el que se ejecuta la excavación de la RSU, para lo cual se realizaron determinaciones en los dos componentes litológicos presentes, la arenisca arcillosa y la arenisca cinerítica.

Los ensayos de infiltración se realizan en un horizonte en cota inferior de la excavación, a una cota aproximada de 150 msnm, y fuera de la influencia de las filtraciones antes mencionadas.

#### 4.1 METODOLOGÍA DEL ENSAYO

El desarrollo del ensayo se realizó con igual procedimiento en tres lugares. La excavación de los pozos de infiltración tuvo que realizarse mediante la utilización de martillo neumático, dada la resistencia del substrato.

Luego de excavados los pozos, se niveló la superficie y se removió el material suelto remanente; el material extraído fue cuidadosamente acumulado para su posterior pesada. Luego se procedió a colocar una membrana impermeable para revestir todo el pozo y a colmatar la cavidad con agua, hasta quedar a la cota de diseño del terreno, tomando medida del volumen colocado. Posteriormente se extrajo la membrana impermeable, se controló el nivel del agua y se fue midiendo su descenso, en las primeras dos horas; esta fue una etapa de saturación previa, para luego de 24 hs, proceder a ejecutar el ensayo propiamente dicho.

Se comenzó con la restitución del nivel de agua y se procedió a la medición del descenso de la superficie libre debido a la infiltración a través del fondo y las paredes; se midió el tiempo de descenso del nivel del agua por medio de una regla graduada.

Para el cálculo de la capacidad de infiltración ( $f$ ) se consideran los siguientes parámetros:

R: es el radio de la excavación,

$h_1$  y  $h_2$ : alturas de agua en el pozo en distintos instantes

$t_1$  y  $t_2$ : tiempo inicial y final respectivamente

El cálculo se realiza aplicando la ecuación:

$$f = \frac{R}{2(t_2 - t_1)} \ln \frac{2h_1 + R}{2h_2 + R}$$

En estos casos de estudios de filtración en macizos rocosos, donde la permeabilidad no es matricial como el caso de suelos, sino que es por fisuras, cuando el tiempo de ensayo es prolongado, se puede considerar la tasa de infiltración ( $f$ ) como representativa de la conductibilidad hidráulica del terreno ( $K$ ).

#### 4.1.1 ENSAYO de INFILTRACIÓN “RSU 1”

Ubicación: 45 54'57.3 S      67 55' 53.7 W

Material: Arenisca arcillosa pardo rojiza.

Fue realizado en la parte media, a unos 7 m del borde NW de la excavación. Se encuentra en la zona con predominio de la arenisca arcillosa parduzca, aunque la excavación para el ensayo involucró el contacto con la arenisca cinerítica grisácea (Fig. N° 3).

En este sitio se realizó una excavación de aproximadamente 0.30 m de diámetro, hasta a una profundidad de 0.40 m, de la cual luego fueron eliminados el material suelto cercano a la superficie, siendo la geometría final la indicada en el detalle del estudio.

Obra: <b>RSU RADA TILLY</b>						Ensayo N°: <b>RSU 1</b>						
Ubicación sitio de ensayo: 45 54' 57.3 S 67 55' 53.7 W						Fecha: 21-22/05/2019						
cota: 150 msnm												
Radio equivalente: 14,80 cm												
Tiempo		Lec inicial	Lectura final	Descenso parcial	Des total	2h+R					Tasa infiltración	
seg	hs	cm	cm	cm	cm	R/2*t	2h1+R	2h2+R	Ln (b/c)	a*d	mm/h	cm/s
t					h	a	b	c	d	e		
0	0	30,00	30		0					mm/s		
2940	0,82	30,00	19,5	10,50	10,50	0,003	74,80	53,8	0,3295	0,00083	2,99	<b>8,29E-03</b>
10980	3,05	30,00	3,5	16,00	26,50	0,001	74,80	21,8	1,2329	0,00113	4,09	<b>1,13E-02</b>
82320			0	3,50		0,000	74,80	14,8	1,6202	0,00015	0,54	<b>1,51E-03</b>
		30,00	30	0,00								
720	0,20	30,00	28,00	2,00	2,00	0,010	74,80	70,8	0,0550	0,00056	2,03	<b>5,65E-03</b>
2280	0,63	30,00	21,00	7,00	9,00	0,005	74,80	56,8	0,2753	0,00131	4,70	<b>1,31E-02</b>
3360	0,93	30,00	19,50	1,50	10,50	0,007	74,80	53,8	0,3295	0,00226	8,13	<b>2,26E-02</b>
12060	3,35	30,00	7,00	12,50	23,00	0,001	74,80	28,8	0,9544	0,00081	2,92	<b>8,12E-03</b>
79380	22,05?	30,00	0 (*)	7,00	30,00	0,000	74,80	14,8	1,6202	0,00018	--	--
(*) No valido. Descenso total previo a la medición.											<b>f:</b>	<b>1,24E-02</b>
											<b>K:</b>	<b>8,12E-03</b>

Fig. N° 5.a Tabla de cálculo ensayo de infiltración RSU 1.

En este sitio, el ensayo fue controlado por el contacto entre las dos litologías, marcando una alta capacidad de infiltración  $f = 1.24 \times 10^{-2}$  cm/s (0,0123512 cm/s) lo que motivo que las lecturas a largo plazo fueran afectadas al llegar al cero durante la noche, por lo que no se tuvo el dato concreto del tiempo final. La dispersión de resultados muestran esta doble incidencia (Fig. 5a y b).

En cuanto a la conductibilidad hidráulica se asume al valor con mayor tiempo  $K = 8,12 \times 10^{-3}$  cm/s (0,00812 cm/s), aunque de dudosa representatividad.

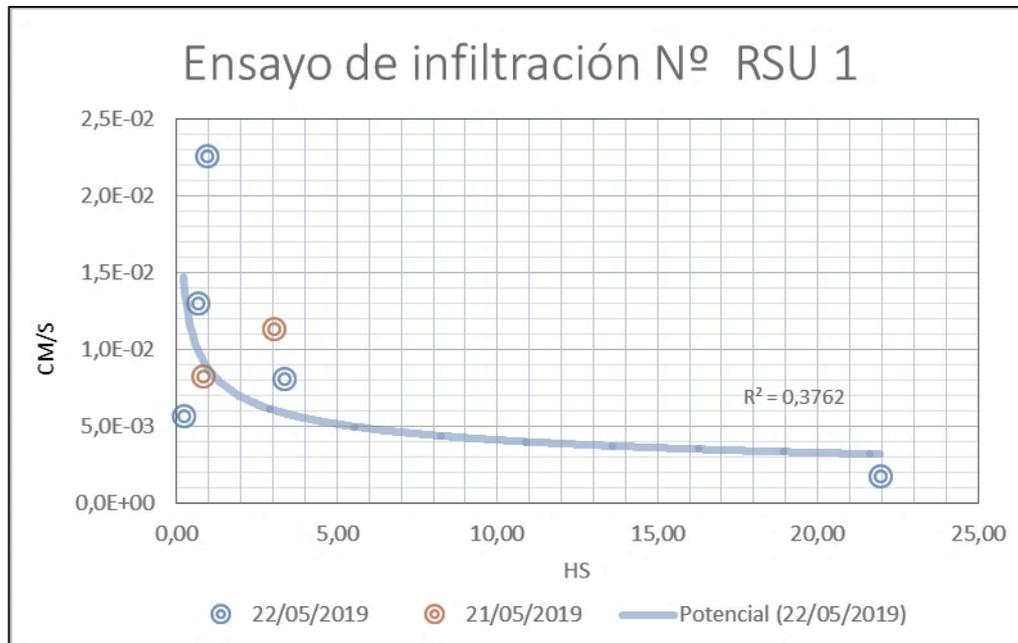


Fig. Nº 5.b Gráfico de valores del ensayo de infiltración RSU 1.

#### 4.1.2 ENSAYO de INFILTRACIÓN “RSU 2”

Ubicación: 45 54'58.1 S      67 35' 52.9 W

Material: Arenisca cinerítica gris claro.

Este ensayo se realizó en la parte media de la excavación a unos 7 m del borde lateral y a unos 30 m del borde longitudinal NW (Fig. Nº 3).

En este sitio se realizó una excavación con martillo neumático de un pozo de diámetro de 0.30 m y con una profundidad de 0.35 m, de los cuales se eliminó el material suelto en superficie previo a la realización del ensayo, siendo la geometría final la indicada en el detalle del estudio. A diferencia del ensayo anterior, fue posible tener valores luego de más de veinte horas de ensayo, lo que nos permite tomar este valor, de  $K = 2.90 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$  ( $0,0029024 \text{ cm/s}$ ) representativo de la permeabilidad del terreno, mientras que el coeficiente de infiltración es de  $f = 9.91 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ , ( $0,009907458 \text{ cm/s}$ ), aunque inferior, sigue siendo elevada (Fig. 6a y b).

Obra: <b>RSU RADA TILLY</b>						Ensayo N°: <b>RSU 2</b>						
Ubicación sitio de ensayo: 45 54'58.1 S 67 35' 52.9 W						Fecha: 21-22/05/2019						
cota: 150 msnm												
Radio equivalente: 14,40 cm												
Tiempo		Lec inicial	Lectura final	Descenso parcial	Des total	2h+R					Tasa infiltración	
seg	hs	cm	cm	cm	cm	R/2*t	2h1+R	2h2+R	Ln (b/c)	a*d	mm/h	cm/s
t					h	a	b	c	d	e		
0	0	27,00	27		0							
2700	0,75	27,00	19,5	7,50	7,50	0,003	68,40	53,4	0,248	0,0007	<b>2,38</b>	<b>6,60E-03</b>
11160	3,100	27,00	14,7	4,80	12,30	0,001	68,40	43,8	0,446	0,0004	1,37	<b>3,79E-03</b>
81960	22,767	27,00	11	3,70	16,00	0,000	68,40	36,4	0,631	0,0001	0,21	<b>5,73E-04</b>
0	0,000	27,00	27,00	0,00	0							
1080	0,30	27,00	24,00	3,00	3,00	0,007	68,40	62,4	0,092	0,0006	<b>2,20</b>	<b>6,12E-03</b>
2700	0,75	27,00	21,50	2,50	5,50	0,004	68,40	57,4	0,175	0,0008	<b>2,81</b>	<b>7,79E-03</b>
3660	1,02	27,00	20,50	1,00	6,50	0,008	68,40	55,4	0,211	0,0016	<b>5,69</b>	<b>1,58E-02</b>
12240	3,40	27,00	17,00	3,50	10,00	0,001	68,40	48,4	0,346	0,0003	<b>1,04</b>	<b>2,90E-03</b>
											<b>f:</b>	<b>9,91E-03</b>
											<b>K:</b>	<b>2,90E-03</b>

Fig. N° 6.a Tabla de cálculo ensayo de infiltración RSU 2.

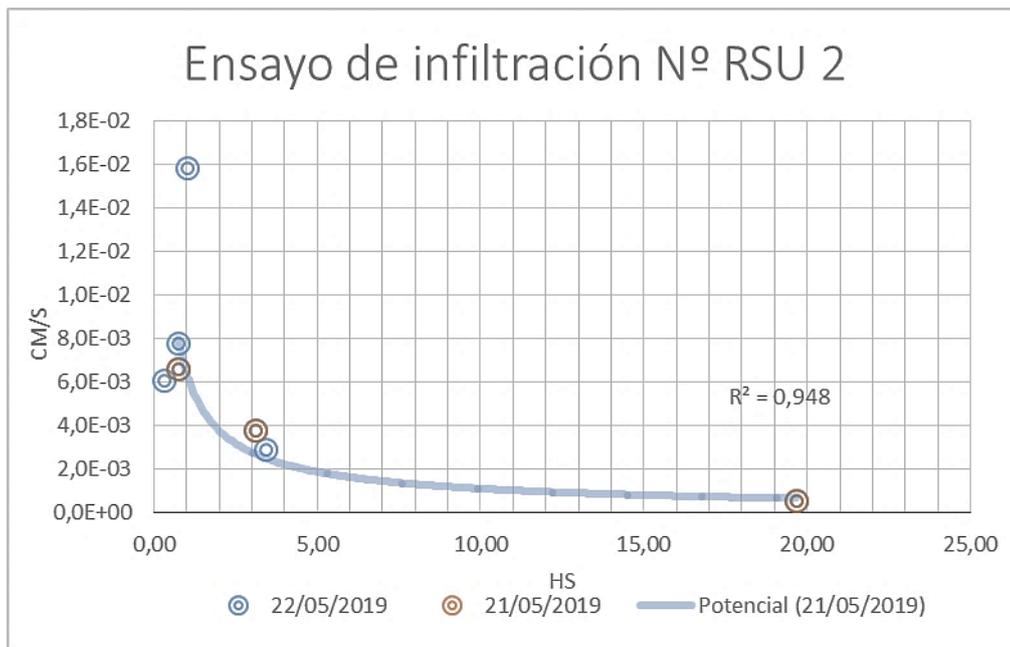


Fig. N° 6.b Gráfico de valores del ensayo de infiltración RSU 2

#### 4.1.3 ENSAYO de INFILTRACIÓN “RSU 3”

Ubicación: 45 54'58.9 S      67 35' 52.3 W

Material: Arenisca cinerítica gris claro.

Al igual que los anteriores, la ejecución del pozo se realizó con martillos neumáticos y en la parte media de la excavación a unos 7 m del borde longitudinal y a unos 55 m del borde NW, en la arenisca gris plomizo (Fig. N° 3).

El pozo fue excavado con aproximadamente 0.40 m de diámetro y con una profundidad 0.35 m, repitiéndose el proceso de extraer el material suelto, resultando las dimensiones finales las indicadas en la planilla de cálculo.

Obra: <b>RSU RADA TILLY</b>						Ensayo N°: <b>RSU 3</b>						
Ubicación sitio de ensayo: 45 54'58.9 S      67 35' 52.3 W						Fecha: 21-22/05/2019						
cota: 150 msnm												
Radio equivalente: 18,8 cm												
tiempo		Lec inicial	Lectura final	Descenso parcial	Desc. total	2h+R					Tasa infiltración	
seg	hs	cm	cm	cm	cm	R/2*t	2h1+R	2h2+R	Ln (b/c)	a*d	mm/h	cm/s
t					h	a	b	c	d	e		
0	0	34,00			0							
2940	0,82	34,00	30	4,00	4,00	0,003	86,80	78,8	0,0967	0,0003	1,11	<b>3,09E-03</b>
11460	3,183	34,00	27,5	2,50	6,50	0,001	86,80	73,8	0,1622	0,0002	0,64	<b>1,79E-03</b>
70680	19,633	34,00	26	1,50	8,00	0,000	86,80	70,8	0,2037	0,0000	0,12	<b>3,23E-04</b>
0		34,00										
1320	0,37	34,00	31,00	3,00	3,00	0,007	86,80	80,8	0,0716	0,0005	1,84	<b>5,10E-03</b>
2700	0,75	34,00	29,00	2,00	5,00	0,007	86,80	76,8	0,1224	0,0008	3,00	<b>8,34E-03</b>
4020	1,12	34,00	28,50	0,50	5,50	0,007	86,80	75,8	0,1355	0,0010	3,47	<b>9,65E-03</b>
11760	3,27	34,00	27,50	1,00	6,50	0,001	86,80	73,8	0,1622	0,0002	0,71	<b>1,97E-03</b>
77820	21,62	34,00	25	2,50	9,00	0,000	86,80	68,8	0,2324	0,0000	0,12	<b>3,31E-04</b>
											<b>f:</b>	<b>6,26E-03</b>
											<b>K:</b>	<b>3,31E-04</b>

Fig. N° 7.a Tabla de cálculo ensayo de infiltración RSU 3.

Los resultados muestran un índice de infiltración moderada, inferior a los anteriores, del orden de  $f=6.26100.3 \text{ cm/s}$  ( $0,006264678 \text{ cm/s}$ ) y se puede asumir una conductibilidad hidráulica igual a  $K= 3.311 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$  ( $0,00033067 \text{ cm/s}$ ) lo que indica un valor moderado (Fig. 7a y b).

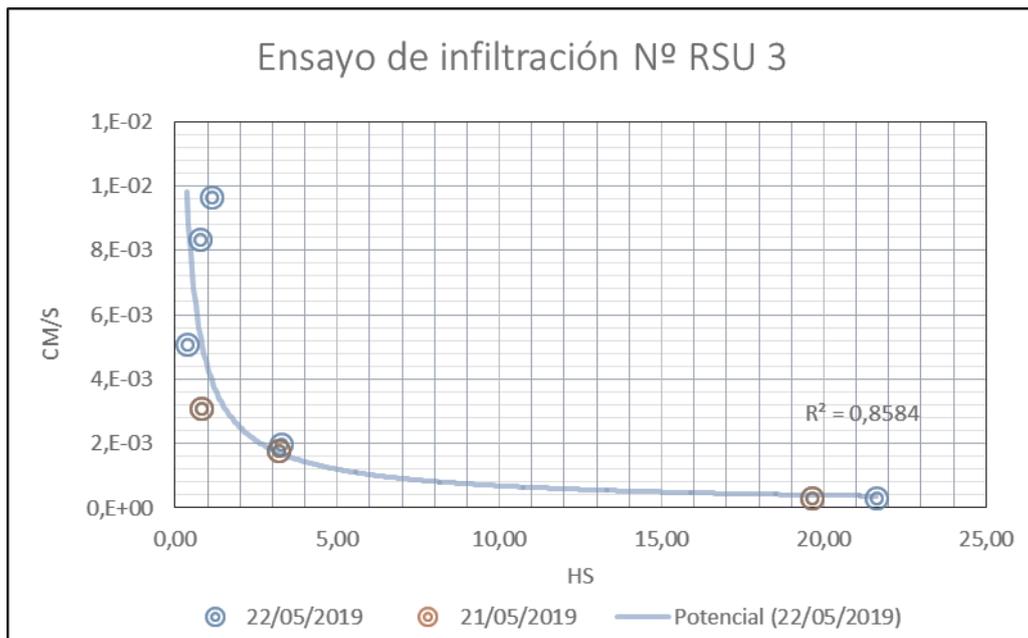


Fig. Nº 7.b Gráfico de valores del ensayo de infiltración RSU 3

#### 4.2 DENSIDAD NATURAL IN-SITU

Potenciando la utilidad de los trabajos realizados, se procedió a determinar el peso unitario de las litologías, mediante la medición del volumen excavado y la recuperación y pesado de todo el material extraído, tal lo mencionado previamente. Los resultados indican valores de  $1,92 \text{ g/cm}^3$  para la arenisca arcillosa, aunque cabe mencionar que como fue una zona de contacto, el test involucró parte de la arenisca cinerítica, los otros ensayos que fueron exclusivamente en esta litología dieron un valor promedio de  $2,047 \text{ g/cm}^3$  para la arenisca cinerítica (Fig. Nº 8).

## 5. CONCLUSIONES

El área cuenta como antecedente el Estudio Medioambiental de Mansilla N. y Salvador N. de mayo de 1996, que le dio la factibilidad al área para la deposición final de residuos sólidos de la Municipalidad de Rada Tilly, con un plan de uso y control de rigor.

La excavación de la cava para la colocación de los residuos sólidos urbanos (RSU) de la Municipalidad de Rada Tilly, Chubut, se encuentra emplazada en un macizo rocoso que es parte de la Formación Chenque, formada por una sucesión de distintos estratos sedimentarios de origen marino, pero que a escala del estudio está integrado principalmente por dos estratos una arenisca arcillosa, de color pardo rojizo, débilmente competente y otro estrato formado por una arenisca cinerítica, de color grisáceo, mas competente, y con una densidad ligeramente mayor que la anterior, como se detalla en la Fig. N° 10.

Un factor importante a considerar es la posición geoespacial de estos estratos. La Fm Chenque es subhorizontal con una ligera inclinación general hacia el sudeste. En la zona de la cava se midió una orientación de  $N154 \pm 7^\circ$  y un buzamiento  $3^\circ \pm 2$  SE. En este contexto, el estrato permeable que contiene agua y genera filtraciones en la cava, tiene una expresión local aguas abajo, en los taludes de la Ruta Nacional N° 3.



**Fig. N° 9.** Detalle de la Fig. N° 3, en la que se visualiza el estrato permeable saturado, en el que se moviliza el agua subterránea de la subcuenta, vinculando la cava y la Ruta Nacional N° 3. (Relación aproximada de escalas: Esc V: 1:2000; Esc. H: 1:7100)

En el perfil inserto de la Fig. N° 3, que se reitera arriba, se puede observar la orientación espacial del estrato permeable contenedor del agua subterránea, con vertientes y caudales similares en la cava de RSU y en la Ruta N°3. Cabe mencionar que, a los efectos de mejorar la visualización, el perfil tiene una relación distorsionada (3.5) del componente vertical con el horizontal.

Los ensayos realizados para determinar las condiciones de filtración de la fundación indicaron valores que se detallan en la Fig. N° 10 a saber:

Test	Litología	Indice de Filtración		Coeficiente de Conductibilidad		Densidad in-situ
		<i>f</i>		K		$\delta$
		cm/s	cm/h	cm/s	cm/h	tn/m <sup>3</sup>
<b>RSU 1</b>	Arenisca arcillosa	1,24E-02	44,46	1,79E-03	6,45	1,928
<b>RSU 2</b>	Arenisca cinerítica	9,91E-03	35,67	2,90E-03	10,45	2,053
<b>RSU 3</b>	Arenisca cinerítica	6,26E-03	22,55	3,31E-04	1,19	2,042

**Fig. N° 10.** Síntesis de los valores de los ensayos de infiltración y de densidad natural in-situ.

Dada las condiciones geométricas de la excavación, y la ubicación de los ensayos, se considera que los mismos son representativos fundamentalmente de la litología predominante, como lo es la arenisca cinerítica, roca sedimentaria, competente, con permeabilidad por fisuras.

Los valores generales indican que la fundación de la cava presenta una velocidad de infiltración alta, promedio de  $f= 30$  cm/h y una conductibilidad hidráulica moderada a alta,  $K= 2.9 \times 10^{-3}$  a  $3.31 \times 10^{-4}$  cm/s.

En este contexto es importante considerar la respuesta que ha mostrado el área durante más de 20 años de operación en las condiciones actuales, en la cuales no se observa la presencia de agua o filtraciones aguas abajo de las zonas de acumulación de residuos.

Se observan que los mismos son en su gran mayoría secos o con muy bajo contenido de agua, que se acumulan en un ambiente donde la evapotranspiración es elevada, lo que contribuye al secado de la misma.

Otro factor positivo, es que la ubicación del repositorio se encuentra en una subcuenca hídrica pequeña, por lo que presenta menor riesgo de las influencias de lluvias extraordinarias, aunque por su ubicación aguas arriba y tiene una pendiente de 5% hacia aguas abajo y la zona urbana.

El contexto general y los valores de infiltración ( $f$ ) como de conductibilidad hidráulica ( $K$ ) son indicadores que demandan la necesidad de recurrir a un recubrimiento de la fundación con un material con menores condiciones de permeabilidad mínima,  $K \leq 10^{-6}$  cm/s, para asegurar la estanqueidad del RSU.

### **5.1 COMENTARIOS Y SUGERENCIAS.**

A los efectos de asegurar tanto la funcionalidad así como las condiciones de seguridad ambiental del Repositorio de Sólidos Urbanos de la Municipalidad de Rada Tilly , se puede potenciar los aspectos positivos del contexto ambiental y neutralizar o minimizar los componentes negativos, fundamentalmente la hidrología superficial como subterránea; mediante acciones de implementación relativamente simples y con una buena relación costo-beneficio.

1. Se puede utilizar la arenisca arcillosa parda superior, que presenta un elevado tenor arcilloso -puede haber estratos donde el contenido de arcilla sea superior al arenoso.

Aprovechando que la fracción arcillosa tiene un alto porcentaje de arcillas esmectíticas, que aseguran una baja conductibilidad hidráulica, se puede utilizar esta litología para colocar una capa de 0.30 a 0.40 m de espesor en la base de la excavación, distribuidas con palas cargadoras y luego desmenuzadas y compactadas con rodillo pata de cabra, finalizando con una nivelación con motoniveladora y luego un riego abundante para generar la activación de la arcillas smectíticas. Obviamente, que esta secuencia constructiva puede ser reemplazada por cualquier otra que genere un resultado similar.

2. Previo a la ejecución mencionada, se debe ejecutar un ensayo de permeabilidad, para controlar la eficacia de la metodología y comprobar efectivamente si se alcanzan condiciones de conductibilidad hidráulica del orden de  $K=10^{-6}$  cm/s o mejor.
3. En el eventual caso que no se alcance el valor de K deseado, a la propia arenisca arcillosa, antes mencionada se le puede adicionar arcilla bentonítica entre un 5 y 8 % en peso, repetir el ensayo para verificar las condiciones de permeabilidad.
4. Dado la presencia del horizonte permeable con agua subterránea, aunque débil, pero es un potencial medio conductivo, de modo que es necesario neutralizarlo, lo cual se puede lograr de varias maneras, a saber:
  - a) Asegurando que no se llegue a colocar residuos por sobre este nivel, por lo cual es necesario profundizar la excavación de la cava, pero dada la competencia de la arenisca, se debe prever maquinaria con mayor energía de escarificadora, tipo topadora D8K o similar.
  - b) En el caso que la alternativa anterior no sea posible, tratar el talud Este, aguas abajo, con revestimiento de geo-sintéticos impermeables de alta resistencia, cubiertos con una capa de arenisca arcillosa, a modo de protección y cobertura del talud.

- c) Como técnicas preventivas complementarias, se debe incluir el monitoreo la composición química del agua que emerge actualmente en la excavación; simultáneamente en el afloramiento inmediato a la Ruta Nacional N° 3 y como referencia extrema la laguna aguas abajo. Esto es al solo efecto de generar una constancia de la situación ambiental de base, para luego hacer seguimiento anual o con la periodicidad que definan los especialistas.-

## 6. Antecedentes

- Mansilla N. y Salvador N, 1996. Estudio Medioambiental para la deposición final de residuos sólidos de la Municipalidad de Rada Tilly. Chubut
- SEGEMAR IGRM. Sciuto et al. (2008). Hoja Geológica 4569-IV Rada Tilly.
- Erica N. Colombani “La variabilidad climática al extremo: análisis de precipitaciones en la Provincia de Chubut durante el año 2016”. Área Agrometeorología INTA Chubut.
- KESSLER, J. y OOSTERBAAN, R. Principios y aplicaciones del financió este estudio a través del proyecto FONDEF D00I1011, drenaje. Vol. III. Estudios e investigaciones. Holanda, 1977



Ggo. Roberto I. Cravero  
a/c LabCor - INTEMIN

## INDICE

*Orden de Trabajo N° 17148 - INFORME N° 19L-007*

***ESTUDIO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO DEL REPOSITORIO DE SÓLIDOS URBANOS (RSU) DE LA MUNICIPALIDAD DE RADA TILLY. CHUBUT.***

<b>Tema</b>	<b>Pág.</b>
1. Objetivo	1
2. Descripción Geológica General	1
3. Descripción del Área de la Cava del RSU	4
4. Estudios de Infiltración	6
4.1 Metodología del Ensayo	7
4.1.1 Ensayo de Infiltración "RSU 1"	8
4.1.2 Ensayo de Infiltración "RSU 2"	10
4.1.3 Ensayo de Infiltración "RSU 3"	12
4.2 Densidad Natural In-Situ	14
5. Conclusiones	15
5.1 Comentarios y Sugerencias.	17
6. Antecedentes	19

ENCUESTA  
ATENCIÓN Y SERVICIOS



IRAM certifica que:

**SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO - SEGEMAR**

Av. General Paz 5445 Edificios 14 y 25 - (1650) - San Martín - Pcia. de Buenos Aires - República Argentina  
Celso Barrios 1712 - (5014) - Barrio Jardín Espinoza - Córdoba - Pcia. de Córdoba - República Argentina

posee un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con los requisitos de la norma:

**IRAM - ISO 9001:2015**

Cuyo alcance es:

**EDIFICIO 14:**

Realización de análisis, ensayos, estudios técnicos y emisión de informes en: rocas, minerales, aguas, concentrados minerales, materiales inorgánicos, calidad del aire, residuos sólidos, efluentes líquidos y emisiones gaseosas.

**EDIFICIO 25:**

Confección de las hojas geológicas.

**DELEGACIÓN DE CÓRDOBA DEL SEGEMAR:**

Realización de ensayos físicos de rocas.

Certificado de Registro N°: 9000-4202  
Vigencia Desde: 23/11/2017  
Hasta: 15/07/2020  
Emisión: 12/12/2017



Este certificado es válido siempre que la organización mantenga en operación, en condiciones satisfactorias, su Sistema de Gestión de la Calidad y que cumpla con el Acuerdo de Certificación DC-R 010 y el Procedimiento DC-PG 096.

*[Firma]*  
Gerencia de Área de Certificación  
de Sistemas de Gestión

*[Firma]*  
Gerencia de División



IRAM | Perú 552/6 | C1068AAB | Buenos Aires, República Argentina | certificacion@iram.org.ar | www.iram.org.ar

Empresa :		OT N°:			
Opinión sobre el trabajo que realizó en nuestro Instituto. Insumo necesario para la mejora continua. Carta Compromiso con el Ciudadano, Normas de Calidad IRAM – ISO.					
	Deficiente	Regular	Buena	Muy buena	Excelente
La atención recibida fue					
El tiempo de realización de ensayo fue					
El costo del ensayo fue					
El informe fue					
Comentarios y/o sugerencias:					
Apellido y Nombre:					
Correo electrónico:					
Por favor completar y enviar a Atención al Cliente: Tel. / Fax: 011-4754-4070 Correo Electrónico: info.intemin@segemar.gov.ar Av. General Paz 5445 – Edificio 14 – SEGEMAR - INTEMIN – CC 149 - San Martín - B1650 WAB <i>“Recuerde, su respuesta es muy importante para nosotros, nos permitirá la mejora de nuestros servicios”.</i>					

CERTIFICADO DE SISTEMAS DE GESTIÓN