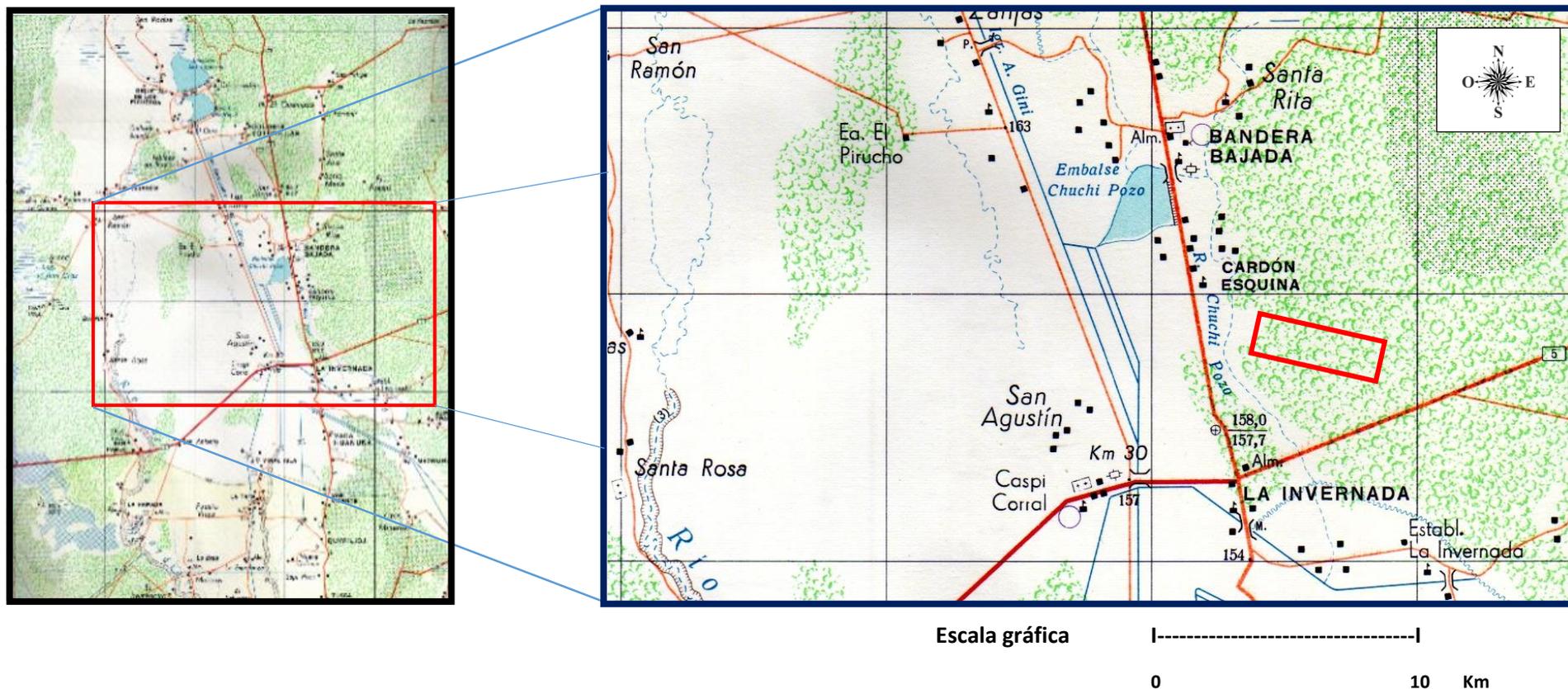


Descripción territorial alrededor de la localidad de Cardón Esquina en el Dpto. Figueroa, Santiago del Estero

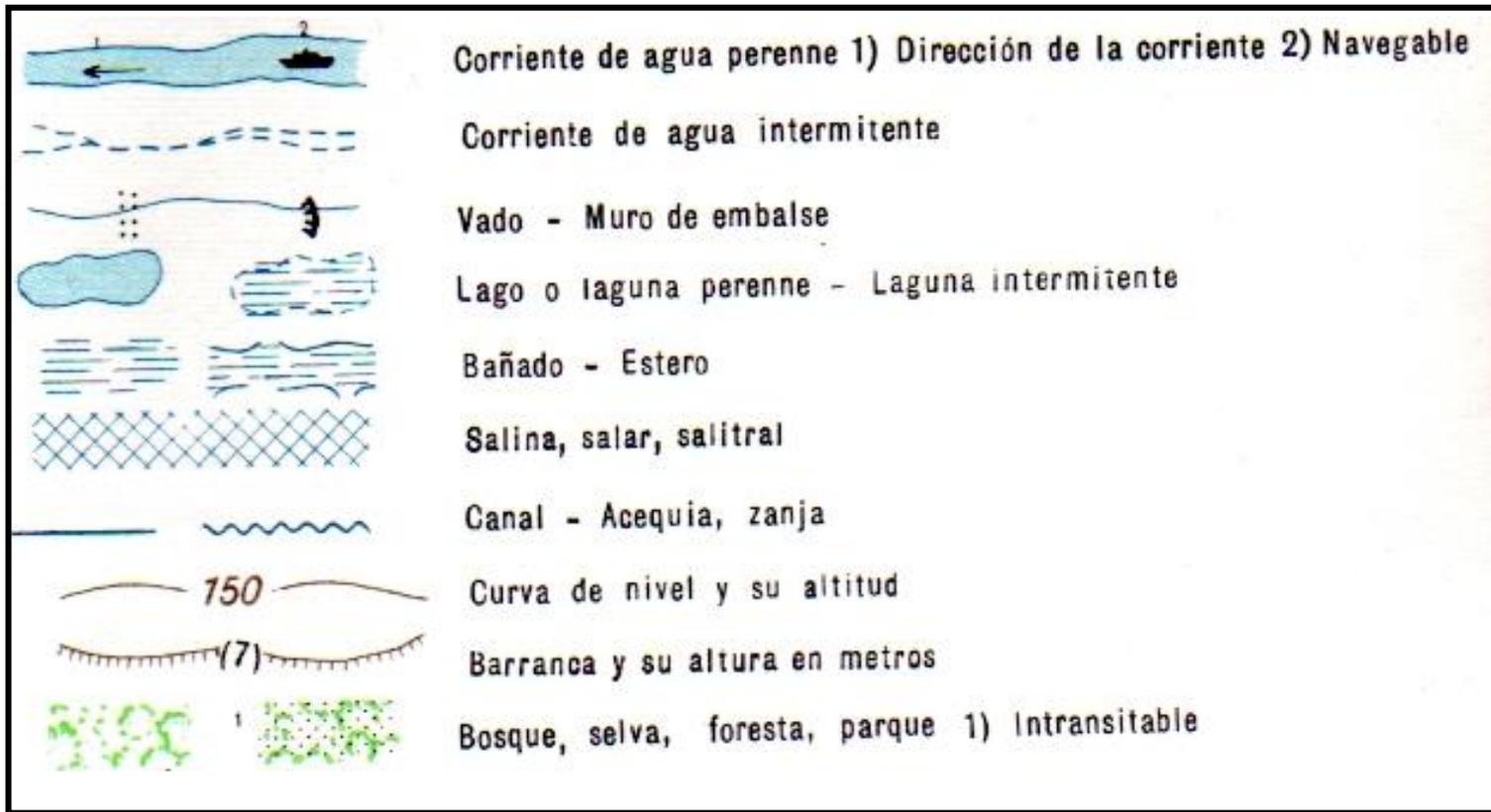
Confeccionó Juan Tasso EEA SE

En la siguiente imagen, recorte parcial de la **Carta Topográfica Hoja 2763 – III Santiago del Estero**, escala 1:250.000, levantamientos años 1964 y 1965, puede observarse en **rectángulo rojo** el lote de interés del grupo investigación del INTA, con proyecto MBGI, en proximidad a la localidad de Cardón Esquina, en el dpto. Figueroa, provincia de Sgo del Estero.

Imagen 1.-



Las referencias de la Carta, indican dos grupos de información específicos: Uno de ellos son las relacionadas con las obras de arte de la carta, es decir todos aquellos rasgos que indican obras humanas: rutas, caminos, poblaciones, diques, puentes, puestos y canales. El otro grupo describe rasgos naturales del paisaje: cursos de agua y vegetación.

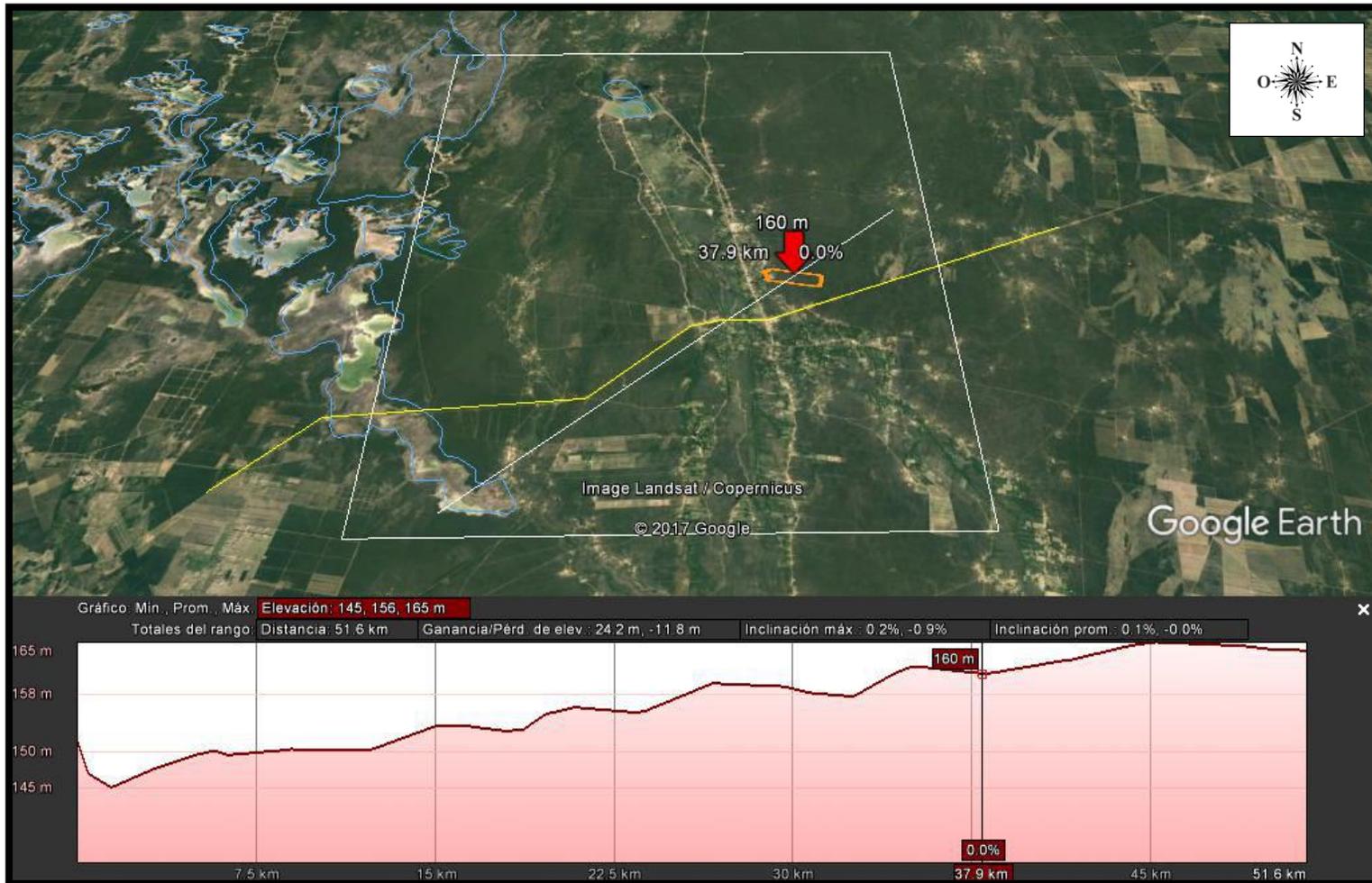


En el caso de los rasgos mas sobresalientes al ambiente donde se encuentra delimitada la superficie de interés en rojo, pueden verse dos trazas específicas relacionadas a la cobertura superficial de la topografía. Una zona blanquecina, sin vegetación que denota zona de abras y vegetación arbustiva y poco densa. Y una zona con verdes, que denotan vegetación arbórea, o como dicen sus referencias: **Bosque, selva, foresta, parque..** y si el verde es más intenso, más oscuro, como es el caso de la zona al noreste del lote: **1) Intransitable.**

También hacia la región del poniente de la Carta pueden verse las trazas de los cursos de agua intermitentes que se encuentran asociado al río Salado, que en el tramo de extracto de la Carta se encuentra canalizado desde antes del Embalse denominado Cuchi Pozo (Poso del Cuchi) y aguas abajo de él, siguiendo al sur luego de atravesar las latitudes de la localidades de Caspi Corral (Corral de palos) y La Invernada.

Realicé una observación en las imágenes del Google Earth sobre la misma zona, advirtiendo la fidelidad de la construcción de la carta en sus principales rasgos naturales y antrópicos. Por ejemplo adviértase la traza verde que denota bosque, que como lengua en la Carta se representa en torno a la Ea. El Pirucho en el sector noroeste del recorte principal, por margen derecha del río Salado.

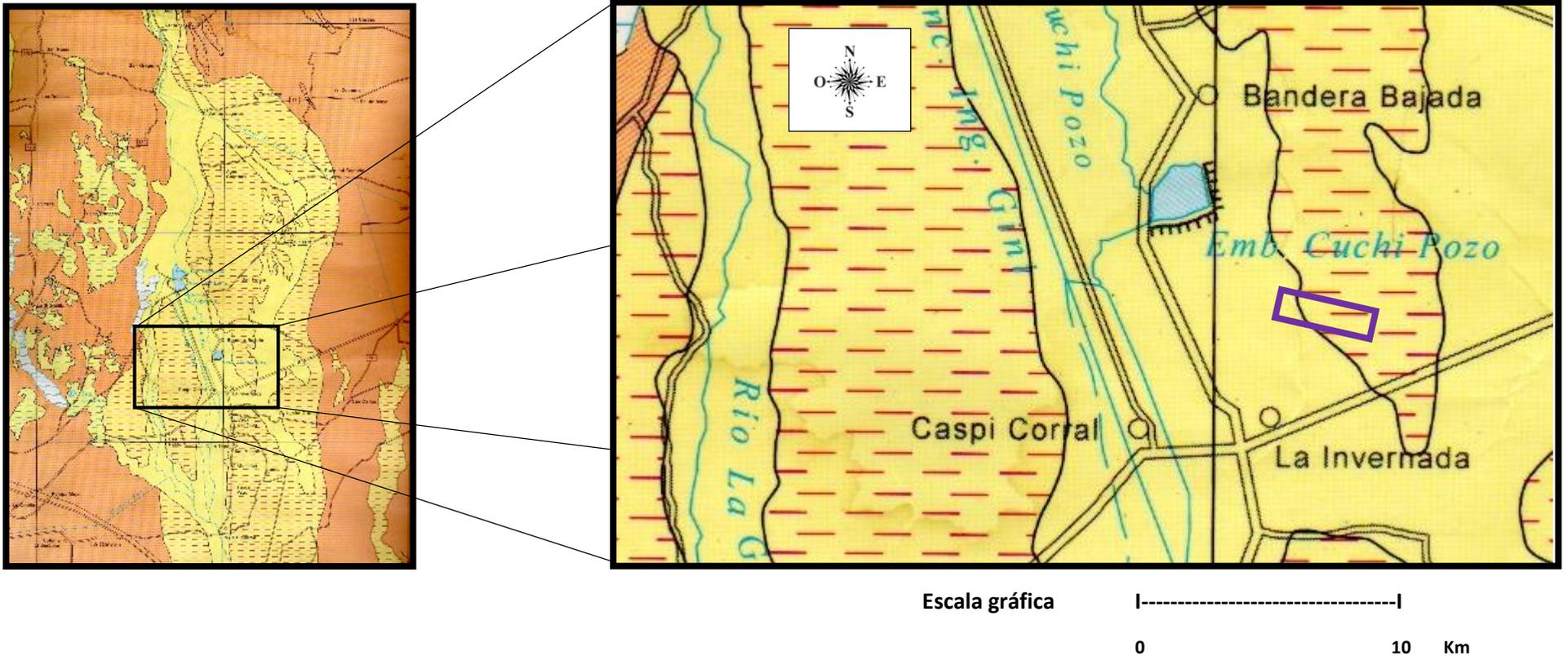
Observando sobre las imágenes del Google Earth y solicitando la herramienta de perfil de elevación: puede notarse como el drenaje superficial posee dirección sur - suroeste para la región donde se encuentra delimitado el Lote rectangular.



En resumen, considero a la superficie comprendida por la demilitación del lote de rectángulo Rojo como un sector transicional de bosque próximo a la ribera del río Salado, en un área transicional del sector inferior de bañados: los bañados de Figueroa. Que las circunstancias de crecidas extraordinarios ya no ocurren periódicamente debido a las obras de embalse en la zona. Que el lote se encontraría por regla general en un sector topográficamente más elevado en el margen izquierdo del río, próximo a la localidad de Cardón Esquina. Que la margen derecha del río, donde la cartografía indica topografías más bajas, vegetación achaparrada (presencia de Abras naturales) y huellas de cursos transitorios de agua, conducen los excedentes hídricos de cualquier origen hacia el Río La Guardia, que junto a el drenaje de la lagunas de Huyamampa, desaguarán nuevamente sobre el curso del río Salado, debido al obstáculo topográfico que significa el relleno aluvional del abanico del Río Dulce.

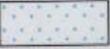
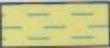
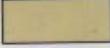
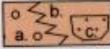
En la siguiente imagen, recorte parcial del **Mapa Geológico de la Provincia de Sgo. del Estero**, escala **1:400.000**, levantamientos años **1964 y 1965**, puede observarse en **rectángulo violeta** el lote de interés del grupo investigación del INTA, con proyecto MBGI, en proximidad a la localidad de Cardón Esquina, en el dpto. Figueroa, provincia de Sgo del Estero.

Imagen 2.-



Las referencias del Mapa, indican dos grupos de información específicos: Uno de ellos son las relacionadas con las obras de arte de la carta, es decir todos aquellos rasgos que indican obras humanas: rutas, caminos, poblaciones, diques, puentes, puestos y canales. El otro grupo describe rasgos naturales del paisaje: cursos de agua y tipo de material litológico del sustrato.

El lote estaría definido sobre material de edad Holocena: **Depósitos aluviales actuales (río Dulce, Salado, Saladillo, Horcones, etc.) a)- Llanura de derrames e inundación temporaria.**

REFERENCIAS GEOLÓGICAS		
HOLOCENO		Depósitos evaporíticos.
		Depósitos salinos y bajos con inundación temporaria.
		Depósitos aluviales actuales (Río Dulce, Salado, Saladillo, Horcones, etc.). a)- Llanuras de derrames e inundación temporaria.
PLEISTOCENO		Depósitos eólicos (loessoides) pirogénicos.
		Depósitos aluviales y bajadas antiguas. a) Proximal conglomerática cubierta por loes - b) Distal arenolimosas - c) Paleocauces.
		Depósitos aluviales de la Dorsal Charata.
		Conglomerado polimíctico. F. Choya.

A modo de conclusión sobre las particularidades de la zona que comprende a Cardón Esquina, mencionaría que geomorfológicamente la zona es de tránsito lento respecto del agua superficial, baja pendiente, al punto tal que **el río Salado se encuentra canalizado**, producto de disponer de un caudal que de otro modo perdería carácter permanente en superficie probablemente, al menos en épocas de estiaje.

Que los diques al curso del río Salado en la zona, casos del Dique de Figueroa o Nestor Carlos Kirchner, y Dique Cuchi Pozo, junto a los diques en la cuenca alta (Cabra Corral y El Tunal en la Provincia de Salta) han restringido el sistema de inundaciones estivales que modelaron el paisaje que se intenta desentrañar. Los rastros de su pasado reciente están constituyendo su sustrato, pero su modelamiento ya se encuentra interrumpido, salvo excepcionales años en que por causas que pueden obedecer a excesos pluviales o manejo de erogación antrópica sobre los diques, los caudales alcanzan a superar los habituales y ocurren inundaciones sectorizadas.

Que la pendiente topográfica que manifiesta el perfil de elevación del Google Earth y las referencias de la Carta topográfica, hacen pensar que en caso de ocurrir crecidas extraordinarias del río Cuchi Pozo (que posee aguas arriba un dique embalse), éstas podrían significar el sector a partir del cual se manifestarán anegamientos de superficie próximas al lote (hacia el nacimiento de su perímetro). Se advierte por las imágenes satelitales que la región de principal influencia hídrica superficial es el valle central contenido entre el río Cuchi Pozo y la traza canalizada del río Salado llamada **Canal encauzador Ing. Gini**.

Que por lo que se conocen de ambientes de estas características (un curso fluvial y zona de planicies amplias de inundación asociados) las aguas subterráneas freáticas serían de esperar hallarse próximas a superficie y de calidades semejantes a la fuente de aporte, es decir de la calidad del agua del río en ese sector, quizás un poco más mineralizadas que el propio río, por tratarse de ambiente de descarga de aguas subterráneas del tipo **Efluente**¹.



¹ https://www.google.com.ar/search?q=rio+influyente+o+efluente&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjuh-PXz_zVAhVBHZAKHXh_CtEQ_AUICigB&biw=1008&bih=629#imgrc=jS3-DepmWXcHM:

Transcribo a continuación un texto de construcción reciente, a propósito del acercamiento a la caracterización de un lote de experimentación próximo a la localidad de Herrera que fuera ocasión de solicitud en el marco de un proyecto que coordinara en ese momento Adriana Gómez. Lo transcribo tal como lo escribí, pues la intención de su construcción fue describir el proceso, mediante el cual, este tipo de ambiente sedimentario alcanza conformarse en estrecha vinculación a una fuente de aporte y modelamiento como lo es una corriente superficial, un río.

La **Referencia** que arroja el Mapa Geológico sobre el ambiente del Lote MBGI en Cardón Esquina (Figueroa) es la misma a la referida en el Lote de experimentación próximo a la localidad de Herrera (Avellaneda), por ello transcribo aquellos párrafos, por si arrojarán algún aporte al conjunto de este aporte.

Llanuras de derrames e inundación temporaria

Este tipo de ambiente geomorfológico es el resultado del modelamiento fluvial. Una corriente fluvial es la responsable de tres procesos sucesivos que pueden variar en magnitud, según sea el tramo donde se analice. Estos procesos son **erosión, transporte y depositación**².

Estos procesos son sucesivos, y en ocasiones simultáneos, y pueden reiniciarse más de una vez a lo largo de toda la corriente, considerando a ella como la trayectoria total de una línea de flujo desde las nacientes de una cuenca a la corriente colectora final de evacuación en su último nivel de base (natural o artificial).

El proceso de **erosión** de una corriente es el más preponderante allí donde son altos el gradiente de la pendiente, la forma e irregularidad del cauce, y el caudal de la corriente. Este conjunto de factores confluyentes favorecen un tipo de flujo turbulento que incrementa los mecanismos de erosión en la cabecera cuencal, sector que recibe la mayor recarga pluvial que es conducida rápidamente sobre un sustrato de alta impermeabilidad, por presencia de roca, minimizando la infiltración al subsuelo.

Estas condiciones descritas aportan importantes cantidades de material de acarreo superficial, incrementando paulatinamente, y por confluencia de corrientes afluentes (+ caudal y + energía), la prevalencia del siguiente proceso respecto de los otros dos: el **transporte** de material.

Cuando las condiciones de gradiente topográfico se reducen bruscamente, la corriente fluvial realiza un primer **depósito** de material, debido al cambio en su condición de **competencia** (máxima granulometría de material capaz de transportar). En la zona de cuenca media, donde la corriente discurre por una topografía de llanura, los factores de gradiente, cauce y caudal se modifican favoreciendo el proceso de transporte principalmente: el gradiente disminuye provocando una homogeneidad del material a transportar, el cauce se suaviza favoreciendo un flujo laminar y el caudal aumenta (aumentando la energía de la corriente) realizando un transporte de material más seleccionado, u homogéneo en cuanto a granulometría, aumentando así su **capacidad** de transporte (máximo volumen de material capaz de transportar).

Finalmente donde la corriente alcanza, o está próxima a su nivel de base, prevalecen los procesos de **depositación** de material. Esto ocurre principalmente por pérdida de energía de la corriente, aún a caudales importantes. La imposibilidad de mantener una velocidad de flujo, ya sea por minimización de gradiente o reducción drástica de caudal, provoca que la carga de transporte se acumule por gravedad allí donde la masa de agua comienza a detenerse.

Los tipos de transporte de una corriente son de tres tipos: **carga disuelta** (aportado principalmente por la disolución de materiales solubles del suelo, el sustrato rocoso y el aporte de las aguas subterráneas en aquellas zonas donde la corriente fluvial es de carácter efluente³ (cuando una corriente está por debajo del nivel

² TARBUCK E. J.; LUTGENS F. K. **Ciencias de la Tierra**. (2005). Ed. Pearson S.A., España.

³ Cartilla técnica, 2011. Aguas Subterráneas-Acuíferos. Sociedad Geográfica de Lima. Enlace web: http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Varios/Aguas_Subterranas.pdf

freático y, por tanto, recibe aportes de agua subterránea de los mantos de la laderas) que suele rondar aproximadamente el 28 % de la carga total de una corriente. La **carga de fondo**, que es aquel material que viaja por rodamiento o saltación en el fondo del cauce, aproximadamente un 5 % de la carga total. Y la **carga en suspensión** (limos y arcillas) que son transportadas en el seno de la masa de agua en movimiento, aproximadamente el 67 % restante.

Así, cuando una corriente, por aumento de caudal y energía, sale de su cauce, inundando la vasta planicie de su valle conductor, dispersa y deja la ganancia previa de energía y material sobre la vasta superficie anegada, provocando una sucesiva acumulación de materiales finos, de gran selección granulométrica, que llamamos depósitos de llanura de inundación.

Para la totalidad del paisaje fluvial así modelado, nos falta referir acumulaciones muy sectorizadas de los materiales más gruesos que admite su competencia, que se localizan en los márgenes de la corriente, al momento de esta realizar sus desbordes. Por fuerzas de gravedad el material más grueso de transporte (**carga de fondo**) es la que se detiene más próximo al cauce de la corriente, formando lo que llamamos albardón, o dentro del cauce mismo: depósitos de barra de meandros.

De estos tres procesos, factores influyentes y tipo de cargas de corriente, en nuestra zona de interés encontramos procesos de **transporte** (actividad principal de la corriente encauzada) y **depositación** (actividad principal de la corriente por mermas de caudal conducido o por des-encausamiento por exceso de caudal sin conducción).

Procesos favorecidos por los factores de **gradiente mínimo, cauces suaves con flujo laminar, abundante carga en suspensión, y caudales altos sin posibilidad de conducción.**

El régimen del Río Salado, y también del río Dulce, es estacional, con crecidas estivales, que aunque mayormente contenidas artificialmente, producen sus evacuaciones periódicas a finales del verano. Esto repercute en aumento de caudal de la corriente (aumento de energía) y por sectores pérdida de gradiente para conducir estos máximos volúmenes. Como los cursos afluentes de estas principales corrientes ya han dejado el material más grueso en aquellas zonas de cambio de pendiente abrupto, el tramo de corriente que analizamos atraviesa el paisaje ejecutando fundamentalmente dos de los tres procesos que describimos: el transporte de grandes cantidades de material con un alto grado de selección (alta capacidad y baja competencia) y la depositación sectorizada (una nueva selección) del material de transporte: albardón y barras de meandro (granulometrías medias) y llanuras de inundación (granulometrías finas).

Antecedentes Bibliográficos⁴

Respecto de la Información bibliográfica disponible al momento de la confección de este informe transcribimos un extracto del trabajo de **Zonificación hidrogeológica de Santiago del Estero** (Martín R. et al, 2003) el lote de interés se encuentra ubicado en la zona 5.1 – *Llanura aluvial y derrame del río Salado*.

Dice el texto del trabajo sobre esta zona:

Comprende las zonas aledañas al río Salado donde la pendiente general del 0.1 %, condiciona el movimiento de las aguas superficiales y freáticas. En su desplazamiento hacia su nivel de base el río Salado crean zonas lagunares y bañados en los períodos de máxima precipitación de Noviembre a Marzo. La dirección general del escurrimiento es NS, NO y SE, encontrando el flujo superficial como impedimento físico en su trayectoria la Dorsal Occidental Santafesina, obstáculo que desvía el escurrimiento hacia el NE. Dicha Dorsal

⁴ Martín R. et al, 2003. Zonificación hidrogeológica de Santiago del Estero. Centro de Estudios Hidrogeológicos. Departamento de Geología y Geotecnia. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías. Universidad Nacional de Santiago del Estero. En INTA SigSE.

produce una especie de endicamiento parcial de las aguas superficiales y freáticas que saturan el terreno desde -0.5 a -1 m de profundidad en los puntos no aflorantes.

El paquete sedimentario del Cuaternario con un espesor entre 30 y 50 m está caracterizado por limos arcillosos calcáreos, en profundidad aumenta la proporción de yeso.

El rendimiento del acuífero libre es $1.5 \text{ m}^3/\text{h}$, si la extracción excede este valor se produce la salinización de los pozos debido a la diferenciación por densidades donde el agua dulce flota sobre la más salada

El nivel freático se encuentra entre 0.5 y 4.5 m de profundidad, aumentando en general la misma a medida que se aleja del río Salado. El aumento del Residuo Seco también varía en este sentido. El quimismo de las aguas subterráneas indica una predominancia de Cloruradas y Sulfatadas sódicas, en algunos pozos se ha detectado la presencia de Flúor y Arsénico los que sobrepasan los límites admitidos.

En una perforación realizada en la localidad de Tras Lagunas, próxima al río Salado (Dpto. Belgrano), se encontraron aguas Carbonatadas Sódicas, con contenido de Residuo Seco de 1 g/l posiblemente por su proximidad al río.

En la localidad de Bandera (Dpto. Belgrano) la D.N.G. y M. realizó una perforación que atravesó 3 acuíferos: el primero de -8.2 a -11.1 m con Residuo Seco de 32.1 g/l, el segundo de -37.7 a -41.2 m con Residuo Seco de 34.9 g/l y el tercero de -65.8 a -69.6 m con 39.5 g/l de Residuo Seco.

La perforación Real Sayana N°1 (Dpto. Avellaneda) realizada por la D.M. y G. atravesó 6 acuíferos hasta la profundidad de 250 m. En los tres primeros el Residuo Seco fue de: 58.6, 85 y 107.4 g/l respectivamente.

Antecedentes del Archivo de Análisis Químicos de la EEASE⁵

Referencias

Tipo de Fuente	Residuo Seco	Observaciones: Contaminantes insalubres
Superficial de canal o represa	Baja en sales totales	Apta
Subterránea de Pozo Calzado	Alta en sales totales	No apta (para consumo humano) por exceso de Sales totales
Subterránea de Pozo Calzado	Baja en sales totales	Apta
Subterránea de Pozo Calzado	Alta en sales totales	No apta (para consumo humano) por exceso de Arsénico y/o Flúor y Sales totales

⁵ INTA EEASE. Informe final de avance del 4° trimestre 2015. Confeccionó Tasso, Juan.

Nº análisis	Tipo de fuente	Lugar	Residuo Seco	Profundidad de la obra	Fecha de análisis	Uso	Propietario o referente	Quién muestreo	F ⁻	As ⁻	observaciones
Departamento Figueroa											
10191	Canal vecinal, margen izquierda	La Invernada, ruta 5	733		19/10/2011			INTA	0.02	0.01	
10190	Canal Raed I	Invernada sur, ruta II0 y canal	795		19/10/2011			INTA		0.01	
8820	Represa	Minerva	1166		28/11/2008		Sra. Carolina	INTA	0.32	0.01	
8817	P. Calzado	Minerva	2015		28/11/2011		Sra. Carolina	INTA	0.65	0.03	
8634	Pozo	El Salvador	838	6 m	4/9/2008		Juan Dominguez	INTA	0.55	0.02	
7995	Pozo	Jumialito 27° 36' 63° 20'	4803		3/7/2007		Comunal, pozo norte	INTA	0.68	0.01	
7994	P. Calzado	Jumialito 27° 36' 63° 20'	2216	9 m	3/7/2007		Comunal, pozo sur	INTA	0.92	0.01	
7821	Pozo	El Negrito 27° 20' 63° 15'	2029	6 m	20/3/2007		Comunitario	INTA	2.18	0.02	Excedido en Flúor
7491	P. Calzado	San Francisco 27° 20' 63° 28'	2479	6 m	15/9/2006		Comunitario, pro-agua	Fernández	1.84	0.08	Excedido en Flúor y Arsénico
7495	P. Calzado	San Francisco 27° 20' 63° 28'	57975	5.3 m	15/9/2006		Comunitario, pro-agua	Fernández	2.24	0.02	Excedido en Flúor
7019	Pozo	El Negrito 27° 20' 63° 15'	767	15 m	18/1/2006		Comunitario	Basán	0.52	0.02	
6530	Pozo	Santa Catalina	990	5 m	16/6/2005		Comunitario		0.35	0.02	
6529	Pozo	San Felipe	4260	7 m	16/6/2005		Comunitario		0.57	0.02	
6528	Pozo	El Devastadero	80100 de conductividad	5 m	16/6/2005		Comunitario		1.47		

11 pozos calzados; 3 superficiales
6 fuentes potables