



COMISION ADMINISTRADORA DEL RIO URUGUAY

Paysandú, 26 de febrero de 2014.
CARU-SET-205/14-UR

Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA)
Sr. Director Nacional
Ing. Daniel González.

Con fecha 5 de diciembre de 2013 ingresó en la C.A.R.U. una nota, de la Delegación Uruguaya, conteniendo vuestra comunicación de fecha 11 de noviembre, por la cual se solicitaba a la Comisión información referente al estado de situación del Río Uruguay a la altura del balneario Los Pinos en Bella Unión, Depto. de Artigas, debido a la preocupación que la DINARA (MVOTMA - ROU) y la IMA (ROU) tienen en relación a la erosión de la Rambla del balneario y su posible contención.

La solicitud de referencia fue tratada por la Comisión en la sesión del mes de diciembre de 2013, decidiéndose en dicha instancia comunicar tanto a la Dirección Nacional de Aguas (ROU), así como al Instituto Correntino del Agua y el Ambiente (RA) la intención de trabajar en forma conjunta para identificar la causa de la erosión de las márgenes en las cercanías de las ciudades de Monte Caseros (RA) y Bella Unión (ROU), así como una posible solución de la problemática.

En lo que respecta a la cooperación institucional se destaca que la decisión tomada por la DINAGUA y la CARU viene a ratificar la colaboración que, en efecto, ya se está llevando a cabo, como por ejemplo a través de la ejecución de actividades de capacitación y utilización de equipos de aforo líquido (ADCP – Perfiladores de efecto Doppler), así como de la ejecución de campañas de relevamiento topobatimétrico y obtención de muestras en las zonas de interés (Monte Caseros y Bella Unión).



COMISION ADMINISTRADORA DEL RIO URUGUAY

A los efectos que se estimen convenientes se adjunta a la presente nota la siguiente información:

- Informe de la visita de campo a las ciudades de Monte Caseros (RA) y Bella Unión (ROU) llevada a cabo los días 13 y 14 de mayo de 2013.
- Informe de avance de fecha 20 de agosto de 2013.
- Memorando HID-013-2014, conteniendo el informe de relevamiento topobatimétrico y obtención de cateos, llevados a cabo entre el 17 y el 19 de diciembre de 2013.

Asimismo, se hace notar que se encuentra en elaboración un documento en el que se presentará un análisis de toda la información obtenida hasta la fecha (incluyendo los resultados de la última campaña efectuada), identificando algunos de los factores responsables de la erosión en ambas márgenes, como parte del Diagnóstico de la problemática de referencia, así como un primer planteo de eventuales medidas de mitigación.

Con la seguridad de continuar coordinando esfuerzos para la realización de estudios y actividades conjuntas vinculados con el Río Uruguay, le saluda muy atentamente,

Lic. FERNANDO GAUNA
Secretario Técnico-CARU

**INFORME DE VISITA DE CAMPO A LAS CIUDADES DE
MONTE CASEROS (RA) Y BELLA UNIÓN (ROU)
EROSIÓN DE MÀRGENES DEL RÍO URUGUAY (ROU)
13 Y 14 DE MAYO DE 2013**

Participantes:

Ing. Guillermo López, Ing. Alejandro Arcelus, Daniel Pérez (asistencia en tareas de campo). Se previó la participación del Ing. Daniel Brea, quien por razones particulares no pudo asistir a la visita, no obstante intervino en la revisión del presente informe.

I- TAREAS REALIZADAS

Día 1 (13 de mayo)

- 1) Visita municipalidad Monte Caseros (Reunión con el representante de la Municipalidad – Mario Vallejos)
- 2) Recorrida por tierra de los tramos afectados por erosión y de interés municipal
- 3) Navegación y reconocimiento fluvial de las principales zonas afectadas
- 4) Obtención del campo de velocidades en 5 secciones transversales al Río, en el área de interés.

Día 2 (14 de mayo)

- 5) Visita a la Ciudad de Bella Unión (reunión con el Alcalde Wilson Cressieri)
- 6) Recorrida por tierra de los tramos afectados por la erosión, y que resultan de interés municipal (Julio Tarino).
- 7) Reunión con integrantes de GRUPAMA.
- 8) Navegación y reconocimiento fluvial de las principales zonas afectadas

II – RESULTADOS OBTENIDOS

a) Recopilación de información en sitio:

Durante la visita a la ciudad de Monte Caseros (RA), se obtuvo información climatológica e hidrométrica de dicha ciudad –Niveles, Pluviometría, Velocidad y dirección de viento.

Se manifestó al personal de la Municipalidad la necesidad de contar con relevamientos planialtimétricos de la zona afectada. Se solicitaron fotografías de distintas épocas con las que se pueda documentar e identificar la evolución el retroceso de la costa a lo largo del tiempo. Personal de la Municipalidad se ocupará de realizar dicha tarea.

Durante la visita a la ciudad de Bella Unión, se insistió en la necesidad de contar con la información climatológica pendiente (ya solicitada). Se obtuvieron de la ONG GRUPAMA, fotografías de distintas épocas que documentan tasas de retroceso de la costa al norte de la ciudad, así como un video de un vuelo amateur donde se puede observar toda la zona afectada.

b) Generación de información en sitio:

En ambas ciudades se llevó a cabo un relevamiento fotográfico de las zonas afectadas.

Asimismo, para las condiciones hidrodinámicas presentes los días de la visita (Caudal promedio de $3.153 \text{ m}^3/\text{s}$ y nivel 2,10m al cero de la escala de Montecaseros – lo que ha sido estimado como un nivel medio a bajo) se obtuvieron los archivos del campo de velocidad en cinco secciones transversales al Río.

III - PRIMERAS CONSIDERACIONES DE LA VISITA

Previo al desarrollo integral del estudio a llevarse a cabo, a continuación se presentan algunas consideraciones preliminares como resultado de la visita, a saber:

En Monte Caseros la problemática se localiza en dos zonas ubicadas aguas arriba y aguas abajo de la ciudad. En la zona central (sobre la ciudad) existe un muro de protección costera, no pudiendo ser posible identificar a priori si el problema de erosión allí existe o si es que el muro genera, en dicho sitio, una mitigación de la problemática.

En Bella Unión el problema se encuentra más generalizado y extendido, en zonas con menor desarrollo urbanístico (pero que afecta el balneario y zona recreativa de la ciudad). Particularmente el tramo afectado comienza en el balneario Los Pinos y se extiende hacia aguas abajo por aproximadamente 8km hasta el puerto de Bella Unión.

En el anexo I se adjunta un mapa con la identificación de las zonas afectadas en cada una de las ciudades, así como algunas fotografías ilustrativas de las consecuencias de los procesos que se pretenden identificar y caracterizar.

En el anexo II se presentan las secciones transversales y campo de velocidades correspondientes a las mediciones realizadas in situ.

ANEXO I

**IDENTIFICACIÓN DE ZONAS AFECTADAS EN
MONTE CASEROS Y BELLA UNIÓN**



IMÁGENES DE LA ZONA MC-1



IMÁGENES DE LA ZONA MC-2



IMÁGENES DE LA ZONA BU-1



IMÁGENES DE LA ZONA BU-2



14.05.2013



14.05.2013

ANEXO II

SECCIONES TRANSVERSALES Y CAMPO DE VELOCIDADES DE LOS AFOROS REALIZADOS EL 13 Y 14 DE MAYO DE 2013.

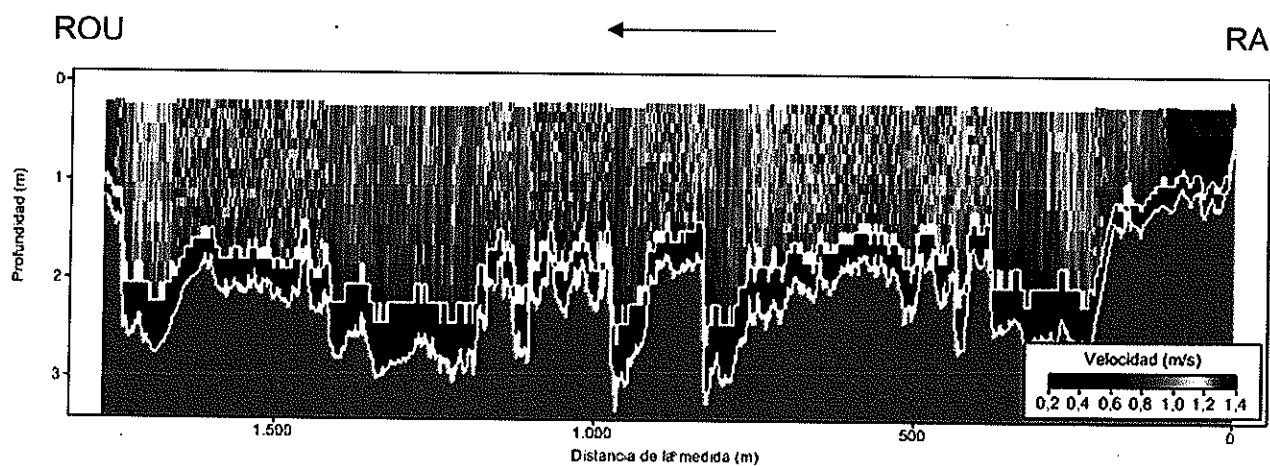


AFORO 1 - $Q = 3.069 \text{ m}^3/\text{s}$

Fecha -Hora: 13-05-2013; 14:56

Sentido de la trayectoria de relevamiento en campo:

De margen derecha (RA) a margen izquierda (ROU)

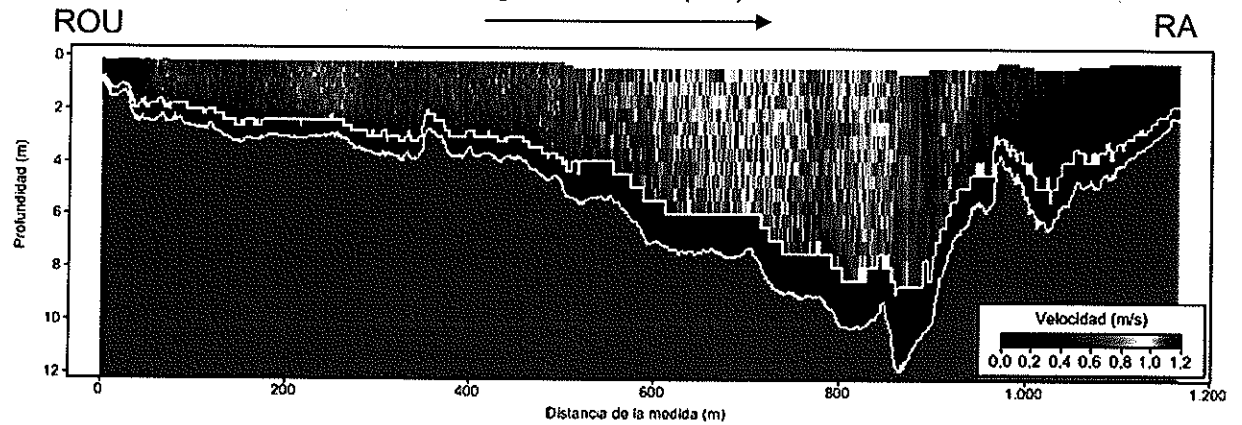


AFORO 2 - $Q = 3.327 \text{ m}^3/\text{s}$

Fecha -Hora: 13-05-2013; 15:51

Sentido de la trayectoria de relevamiento en campo:

De margen izquierda (ROU) a margen derecha (RA)

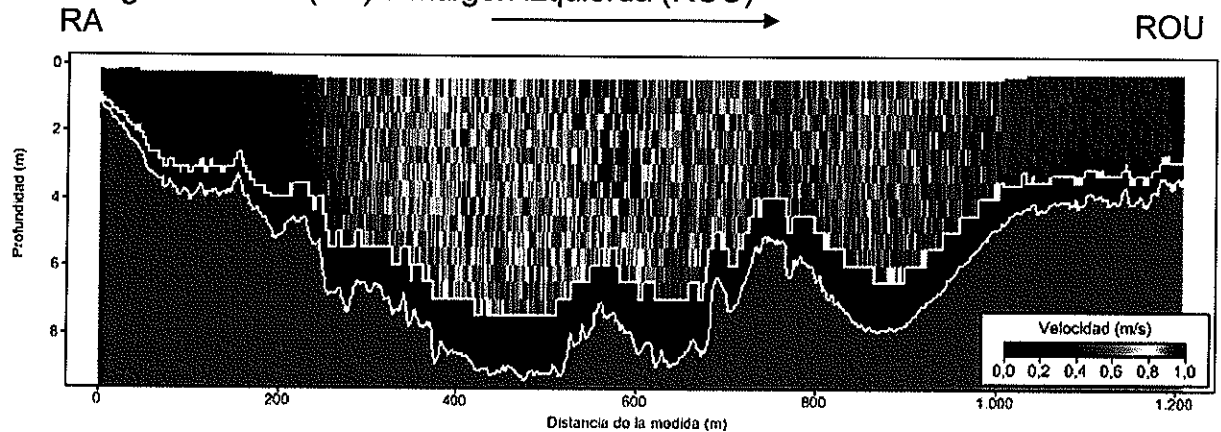


AFORO 3 - $Q = 3.052 \text{ m}^3/\text{s}$

Fecha -Hora: 13-05-2013; 16:18

Sentido de la trayectoria de relevamiento en campo:

De margen derecha (RA) a margen izquierda (ROU)

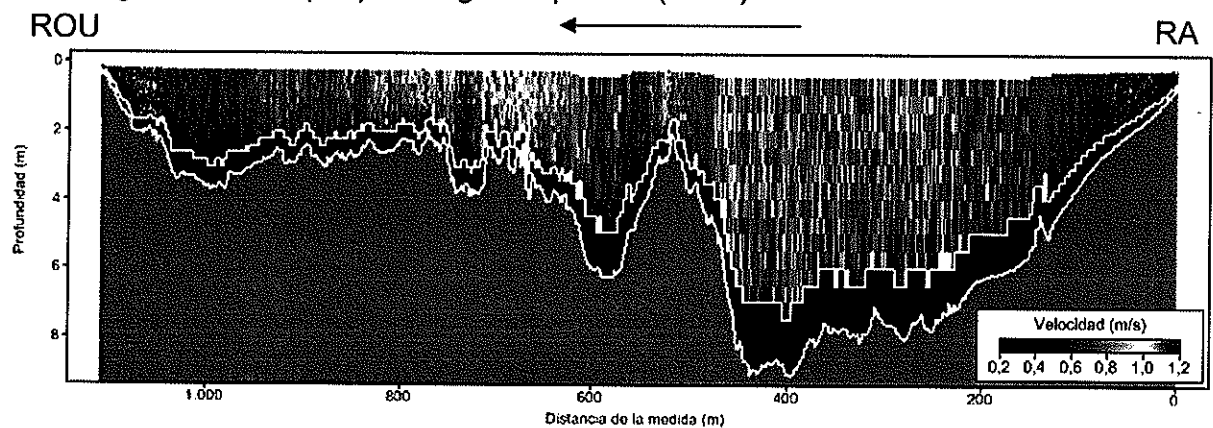


AFORO 4 - $Q = 3.018 \text{ m}^3/\text{s}$

Fecha -Hora: 13-05-2013; 16:57

Sentido de la trayectoria de relevamiento en campo:

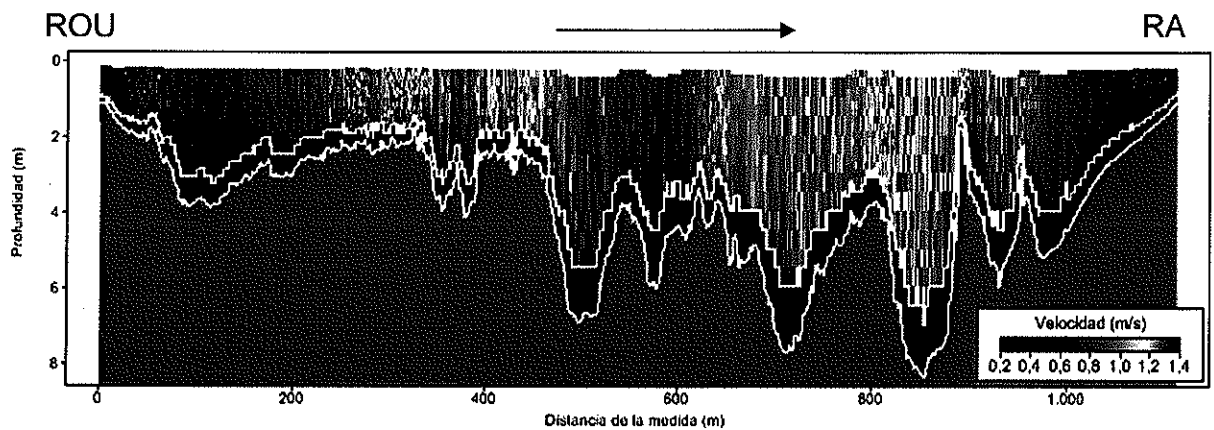
De margen derecha (RA) a margen izquierda (ROU)



AFORO 5 - $Q = 3.177 \text{ m}^3/\text{s}$

Fecha -Hora: 13-05-2013; 17:14

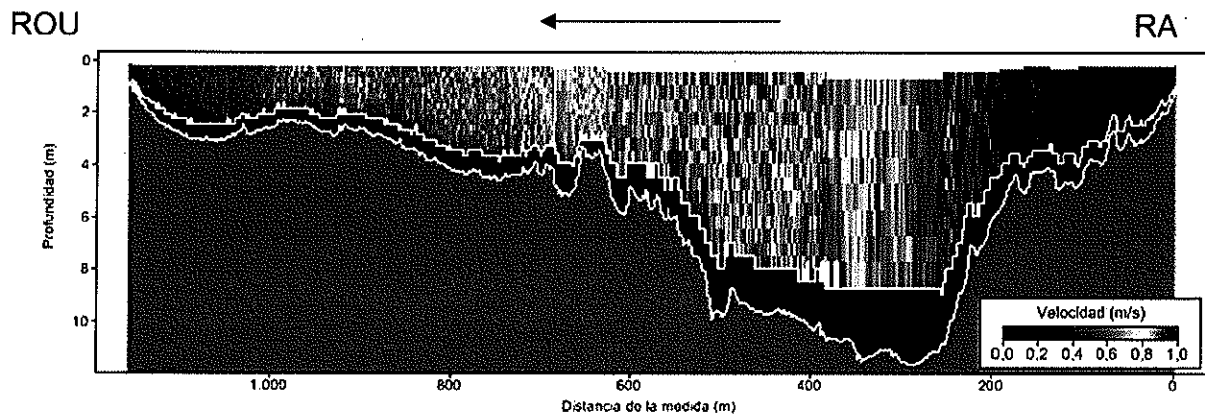
Sentido de la trayectoria de relevamiento en campo:
De margen izquierda (ROU) a margen izquierda (RA)




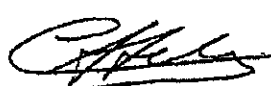
AFORO 6 - $Q = 3.275 \text{ m}^3/\text{s}$

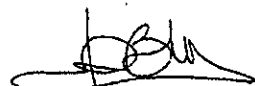
Fecha -Hora: 14-05-2013; 08:30

Sentido de la trayectoria de relevamiento en campo:
De margen derecha (RA) a margen izquierda (ROU)




Ing. Guillermo López


Ing. Alejandro Arcelus


Ing. Daniel Brea

EROSIÓN DE MÁRGENES DEL RÍO URUGUAY

MONTE CASEROS (RA) Y BELLA UNIÓN

INFORME DE AVANCE

Agosto 2013 (20/08/13)

1 ANTECEDENTES

La CARU ha recibido de la Municipalidad de Bella Unión la solicitud de realizar los estudios relativos a la erosión que viene afectando la costa de dicha ciudad desde hace años. Esta situación también ha sido manifestada a la Comisión por los habitantes y asociaciones ambientalistas de la localidad de Bella Unión (ROU) en el pasado.

Como una primer aproximación al tema, con fecha 13 y 14 de mayo se realizó una visita a la zona de estudio donde se llevó a cabo la recopilación de parte de la información existente, así como capturas fotográficas de las zonas afectadas y una campaña en la que se aforó y se obtuvo información hidrodinámica del Río Uruguay.

En Monte Caseros la problemática se localiza en dos zonas ubicadas aguas arriba y aguas abajo de la ciudad. En la zona central (sobre la ciudad) existe un muro de protección costera, no pudiendo ser posible identificar a priori si el problema de erosión allí existe o si es que el muro genera, en dicho sitio, una mitigación de la problemática.

En Bella Unión el problema se encuentra más generalizado y extendido, en zonas con menor desarrollo urbanístico (pero que afecta el balneario y zona recreativa de la ciudad). Particularmente el tramo afectado comienza en el balneario Los Pinos y se extiende hacia aguas abajo por aproximadamente 8km hasta el puerto de Bella Unión.

Afectación en zona Norte de Montecaseros



Afectación en zona Sur de Montecaseros



Afectación en Bella Unión



Afectación en Bella Unión



2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DISPONIBLE

Desde que la Comisión encomendó la realización del estudio, se ha obtenido la siguiente información:

Información hidrometeorológica.

- Precipitación diaria en Monte Caseros desde enero de 1980 a abril de 2013.
- Dirección y velocidad de viento horaria en Monte Caseros desde enero de 1980 a abril de 2013.
- Información de caudales diarios de aporte al embalse de Salto Grande de 1898 a 2012.
- Niveles del río correspondientes al puerto de Bella Unión desde 1980 a 2013.

Se está a la espera de la siguiente información.

- Niveles del río previos al año 1980. (Esta información ha sido solicitada y aún no ha sido recibida).

Información topobatimétrica:

Se ha obtenido información batimétrica del cauce del río correspondiente al año 2010. Aún no se cuenta con información topográfica correspondiente a ambas márgenes.

Asimismo, se cuenta con información batimétrica de la carta del Ministerio de Obras Públicas (RA) del año 1905 desde la desembocadura del Río Cuareim hasta la actual Bella Unión (Anexo I).

3 ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

Niveles y caudales

Se llevó a cabo el procesamiento de los datos de niveles y caudales en la zona de estudio. En lo concerniente a los niveles, se realizó un análisis de frecuencia a partir de series de datos medidos de la estación limnimétrica localizada en Bella Unión. En relación a los caudales, se realizó un análisis de frecuencia con los datos obtenidos de la Represa de Salto Grande en el ingreso al embalse.

El análisis de frecuencia de niveles diarios fue realizado en base a una serie de 30 años de datos diarios medidos en el período 1980-2010, de la Estación limnimétrica de Bella Unión. El resultado obtenido se presenta en la Tabla 1 y en la Figura 1. En la

Tabla 2 se presentan los valores máximos, mínimo y promedio de la serie de niveles diarios.

Tabla 1.- Análisis de frecuencia de niveles diarios en Bella Unión. Cero de la Escala: +33.57 Wh

Frec (%)	0.1	1	5	10	20	40	50	60	70	80	90	95	99
Nivel (m)	9.52	7.90	5.89	5.05	4.11	2.86	2.41	2.04	1.71	1.30	0.86	0.56	0.01

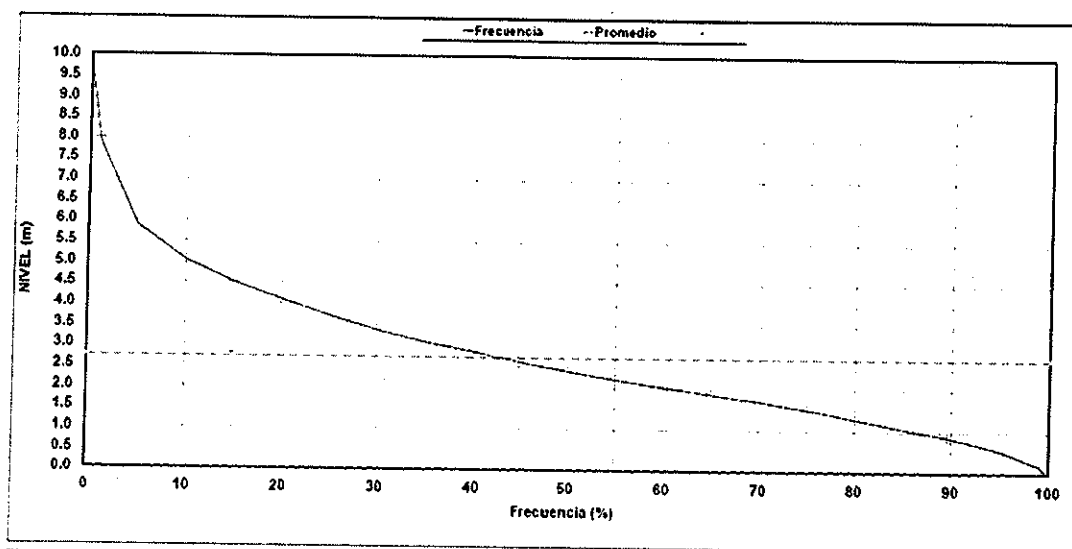


Figura 1.- Curva de frecuencia de niveles diarios en Bella Unión

Tabla 2.- Niveles máximos, mínimo y promedio en Bella Unión. Cero de la Escala: +33.57 Wh

Máximo	Mínimo	Promedio
10.01	-0.08	2.74

De los resultados se desprende que la variación de niveles en la zona de estudio es importante, alcanzando los 10 metros entre el máximo y mínimo de toda la serie. La variación de niveles con mayor frecuencia de ocurrencia (por ejemplo 25% y 75%) en los últimos 30 años alcanza una diferencia que se encuentra en el orden de los 2 metros.

Lo anterior resulta coherente con los valores de los niveles donde se observa la exposición de la barranca de ambos márgenes y por tanto donde se registran retrocesos de las mismas.

El análisis de frecuencia de caudales fue realizado en base a una serie de 114 años de datos diarios medidos en el período 1898-2013. El resultado obtenido se presenta en la Tabla 3.

Los caudales fueron caracterizados a partir de una serie de datos diarios de 114 años de duración (1898-2013). Se realizó un análisis de permanencia a dicha serie, cuyo resultado se presenta en la figura 2. En la Tabla 4 se presentan los valores máximos, mínimo y promedio de la serie de caudales diarios.

Tabla 3.- Análisis de frecuencia de datos de caudales diarios.

Frec (%)	0.2	12	35	59	85	91	97	100
Caudal (m ³ /s)	25000	10000	5000	2500	1000	750	500	200

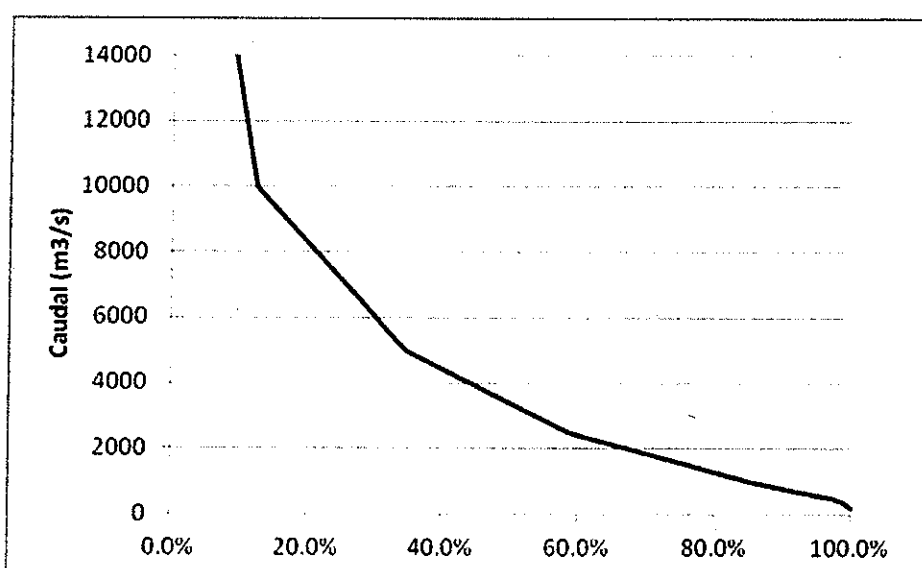


Figura 2.- Curva de frecuencia de caudales diarios

Tabla 4.- Caudal máximo, mínimo y promedio de la serie analizada

Máximo	Mínimo	Mediana	Promedio
37714	109	3216	4728

Aquí se verifica que el caudal medio en la zona de estudio es algo menor a los 5000 m³/s, mientras que la mediana se ubica algo por encima de los 3000 m³/s.

Distribución de Velocidades en el Río

Durante la visita técnica realizada en mayo de 2013, se llevó a cabo la medición del caudal del río en cinco secciones transversales obteniendo un promedio de 3.153 m³/s, para un nivel de 2,00m al cero de escala en Bella Unión. La distribución de velocidades obtenidas en dicha ocasión, mostró en la sección 1 (ver Anexo II) un comportamiento en el que las mayores velocidades (del orden de 1 m/s) se concentran en dos áreas,

una de ellas a 100m de la costa uruguaya. En el resto de las secciones, el comportamiento hidrodinámico resulta más típico, con velocidades mayores (del orden de 1m/s) cercanas al centro de la sección. En una futura campaña, se intentará ratificar o no, dicho comportamiento en un régimen de aguas más altas.

Viento

La información de vientos utilizada corresponde a registros tri-horarios y horarios de vientos registrados en la estación meteorológica de Monte Caseros, para el período 1980-2013.

En la Tabla 5, se presenta la frecuencia de ocurrencia para cada dirección y rango de velocidades de vientos medios diarios.

Tabla 5.- Frecuencia de ocurrencia en porcentaje (Estación Pontón de Recalada).

		Dirección								
Rango Velocidades (km/h)		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	TOTAL
0	10	8.5%	26.7%	17.5%	8.2%	2.6%	0.7%	0.1%	0.0%	64.3%
10	20	0.1%	3.7%	7.2%	8.4%	5.8%	1.8%	0.4%	0.1%	27.6%
20	30	0.0%	0.2%	0.7%	1.4%	2.9%	1.3%	0.3%	0.1%	6.8%
30	40	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.6%	0.2%	0.1%	0.0%	1.1%
40	50	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%
50	60	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
TOTAL		8.6%	30.7%	25.4%	18.1%	12.0%	4.0%	0.8%	0.2%	100.0%

La Figura 3 presenta la rosa de vientos para todas las velocidades, mientras que la Figura 4 presenta la misma información para velocidades mayores a 10 km/h y 30 km/h respectivamente.

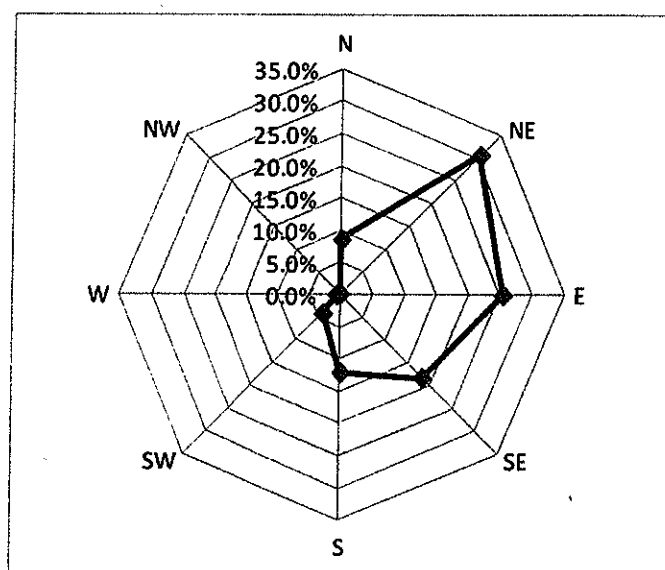


Figura 3.- Rosa de viento considerando todas las velocidades.

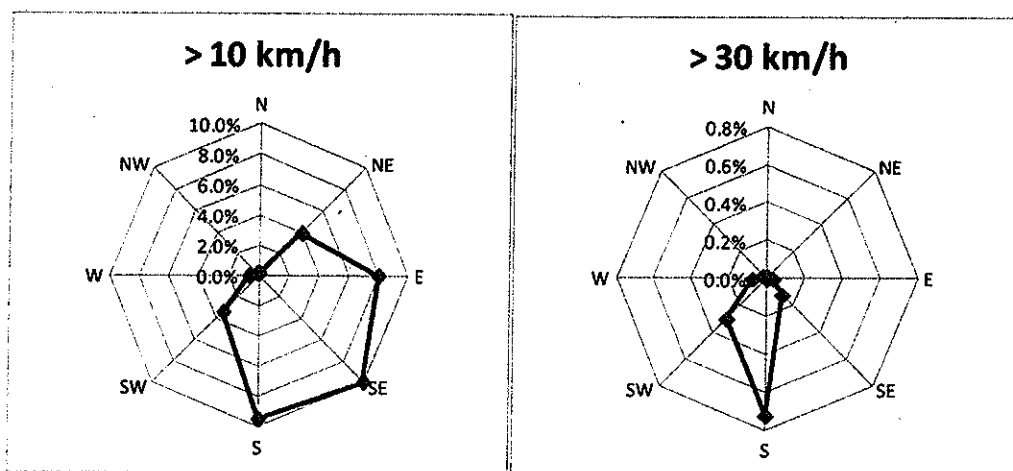


Figura 4.- Rosa de viento para velocidades mayores a 10 y 30 km/h.

Como se observa en el análisis, las direcciones predominantes de vientos considerando todos los rangos de velocidad es el cuadrante NE-SE por lo que es la margen uruguaya la que se encuentra expuesta al viento y oleaje de esa dirección.

Teniendo en cuenta velocidades de viento intensos, mayores a 30 km/h, se observa que la dirección predominante es la Sur, lo que hace que la zona afectada de la

margen argentina al norte de Monte Caseros sea la que quede expuesta al viento y su consecuente oleaje proveniente en esa dirección.

En resumen es posible afirmar que la margen uruguaya está expuesta a vientos de direcciones predominantes asociadas a velocidades moderadas y que la margen argentina (al norte de Monte Caseros) esta expuesta a direcciones predominantes asociadas a velocidades de viento mayores.

Información topobatimétrica

Si bien aún resta la obtención de fotos aéreas correspondientes a vuelos previos a la presa de Salto Grande, de un análisis primario de la información obtenida, no se identifica que se hayan producido cambios significativos de evolución de meandros en el tramo del curso bajo análisis.

4. IDENTIFICACIÓN DE INFORMACIÓN ADICIONAL NECESARIA.

A los efectos de poder profundizar el conocimiento de las áreas afectadas, se ha identificado la necesidad de contar con la siguiente información:

Información topobatimétrica:

En margen argentina 5 perfiles transversales desde la cota 34,50 MOP (Cota Riachuelo - RA), relevando la zona de erosión hasta 30m tierra adentro desde el borde de la barranca. (ver Anexo III)

En margen uruguaya 8 perfiles transversales desde la cota 34,50 Wh (Cota Wharton - ROU), relevando la zona de erosión hasta 30m tierra adentro desde el borde de la barranca. (ver Anexo III)

Información geotécnica:

En margen argentina 2 cateos de 2m de profundidad que brinden información del perfil estratigráfico con clasificación según el Sistema Unificado, para cada tipo de suelo que se encuentre en el perfil. (ver distribución en Anexo III).

En margen uruguaya 3 cateos de 2m de profundidad que brinden información del perfil estratigráfico con clasificación según el Sistema Unificado, para cada tipo de suelo que se encuentre en el perfil. (ver distribución en Anexo III).

Fotografías Aéreas

Fotografías aéreas de la zona de estudio previo a la construcción de la Presa de Salto Grande.

Campaña aforo del río en condiciones medio-alta

Aforo del río en condiciones de niveles cercanas a los 3,5 m (al 0 de la escala en Bella Unión), de manera de poder contar con información sobre el comportamiento de las velocidades del río en aguas altas, en las secciones ya estudiadas.

4. ACCIONES FUTURAS

Una vez que se cuente con la información sugerida, se complementará el análisis de antecedentes y documentación, se realizará el detalle de la caracterización del tramo en estudio (determinación de la afectación del lago de la represa de Salto Grande en la variación del comportamiento del nivel de agua en el tramo de estudio).

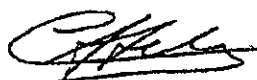
Asimismo, se procederá a la clasificación y evaluación del estado de equilibrio y el análisis de la evolución morfológica (dinámica de meandros).

Finalmente se determinará la afectación del oleaje a los tramos afectados

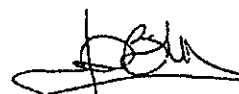
Con toda la información obtenida se elaborará un informe de diagnóstico, en el que se identifiquen los factores responsables de la erosión de márgenes.



Ing. Guillermo López



Ing. Alejandro Arcelus



Ing. Daniel Brea

ANEXOS

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

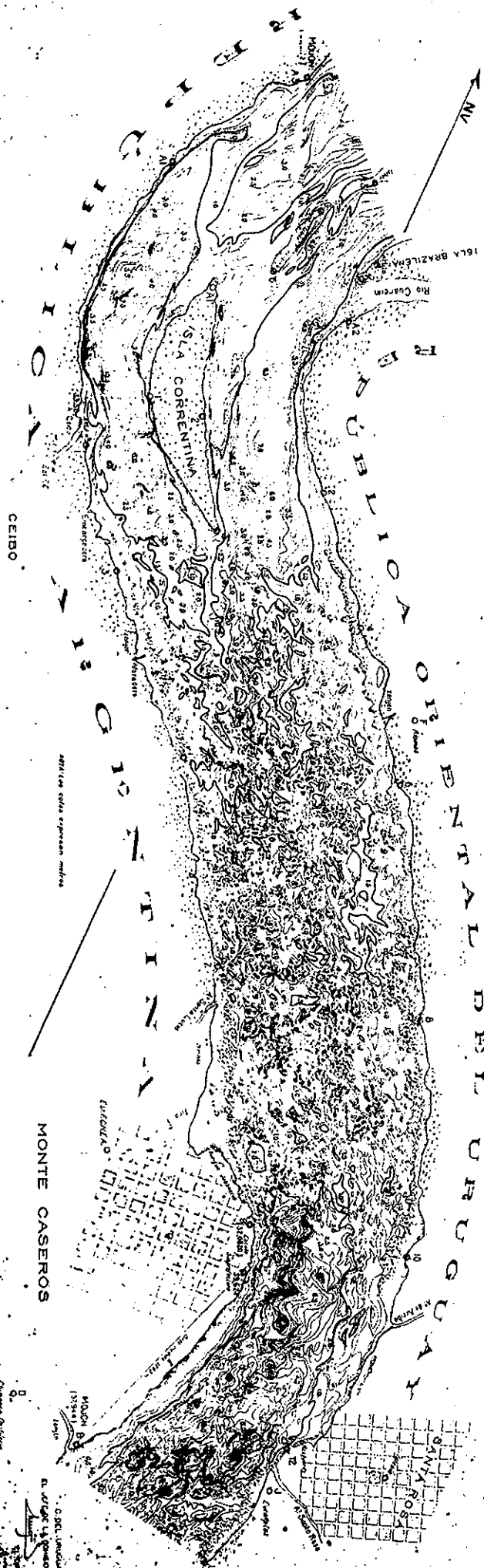
DIRECCION GENERAL DE OBRAS HIDRAULICAS

COMISION DEL RIO URUGUAY

ALTO URUGUAY

DESDE MONTE CASEROS HASTA EL RIO CUAREIM

AÑO 1905



II. SECCIONES TRANSVERSALES – AFORO CAMPAÑA 13 Y 14/05/13

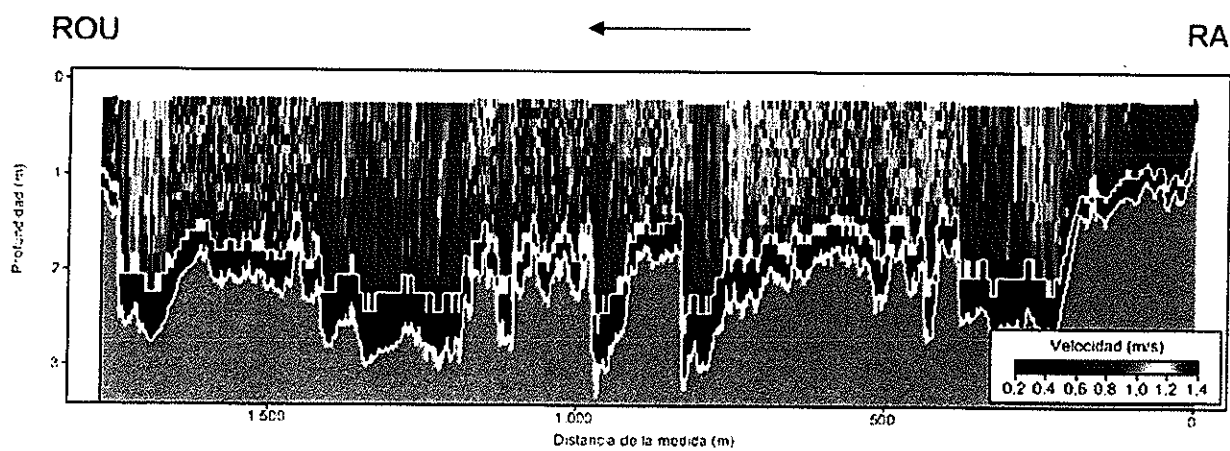


AFORO 1 - $Q = 3.069 \text{ m}^3/\text{s}$

Fecha -Hora: 13-05-2013; 14:56

Sentido de la trayectoria de relevamiento en campo:

De margen derecha (RA) a margen izquierda (ROU)

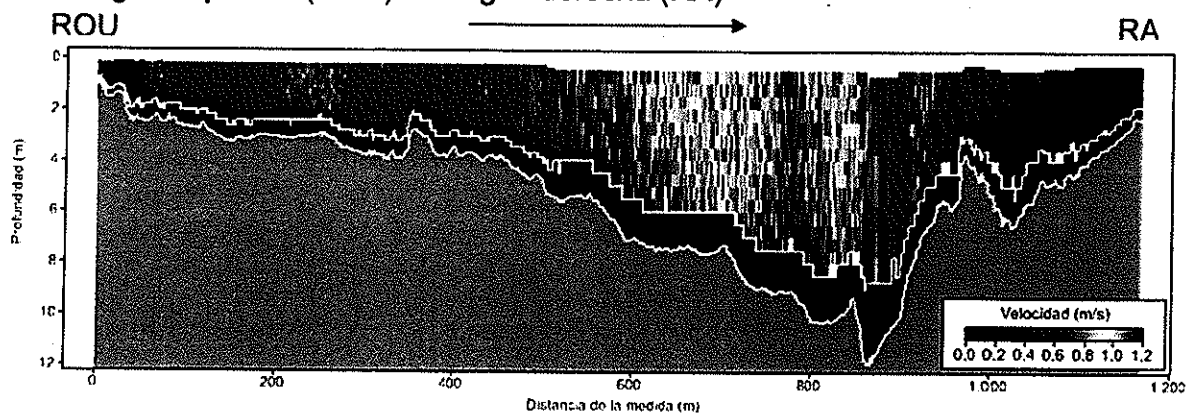


AFORO 2 - $Q = 3.327 \text{ m}^3/\text{s}$

Fecha -Hora: 13-05-2013; 15:51

Sentido de la trayectoria de relevamiento en campo:

De margen izquierda (ROU) a margen derecha (RA)

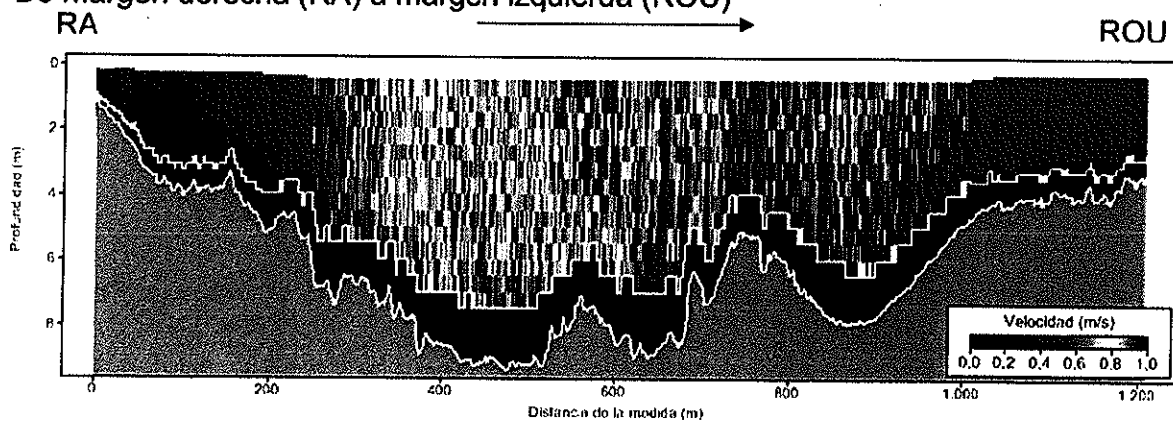


AFORO 3 - $Q = 3.052 \text{ m}^3/\text{s}$

Fecha -Hora: 13-05-2013; 16:18

Sentido de la trayectoria de relevamiento en campo:

De margen derecha (RA) a margen izquierda (ROU)

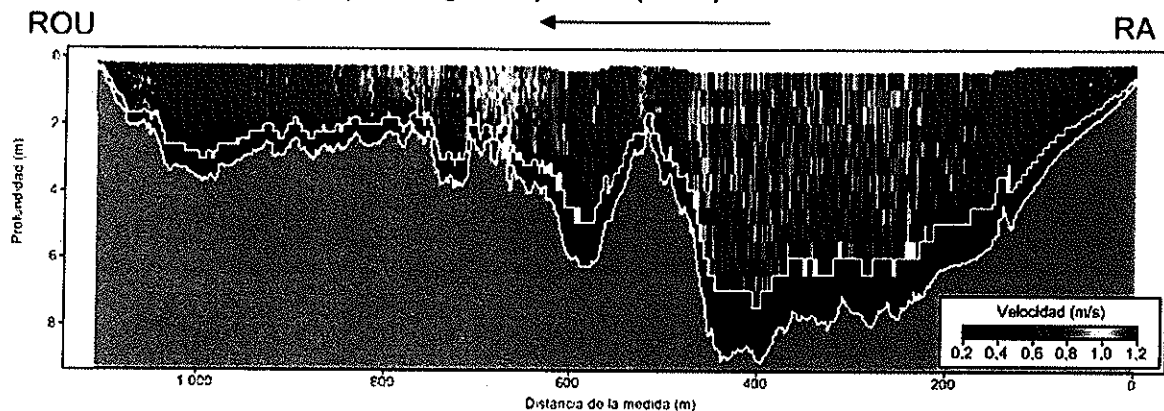


AFORO 4 - $Q = 3.018 \text{ m}^3/\text{s}$

Fecha -Hora: 13-05-2013; 16:57

Sentido de la trayectoria de relevamiento en campo:

De margen derecha (RA) a margen izquierda (ROU)

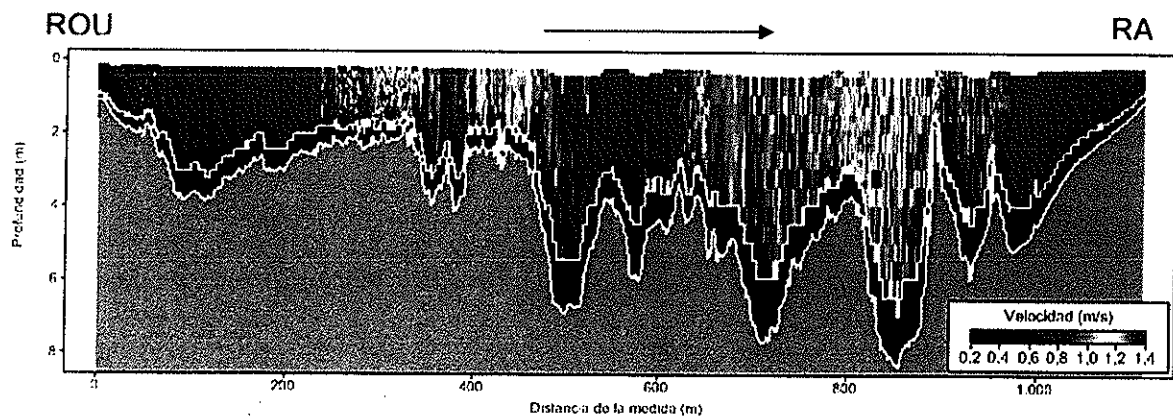


AFORO 5 - $Q = 3.177 \text{ m}^3/\text{s}$

Fecha -Hora: 13-05-2013; 17:14

Sentido de la trayectoria de relevamiento en campo:

De margen izquierda (ROU) a margen izquierda (RA)

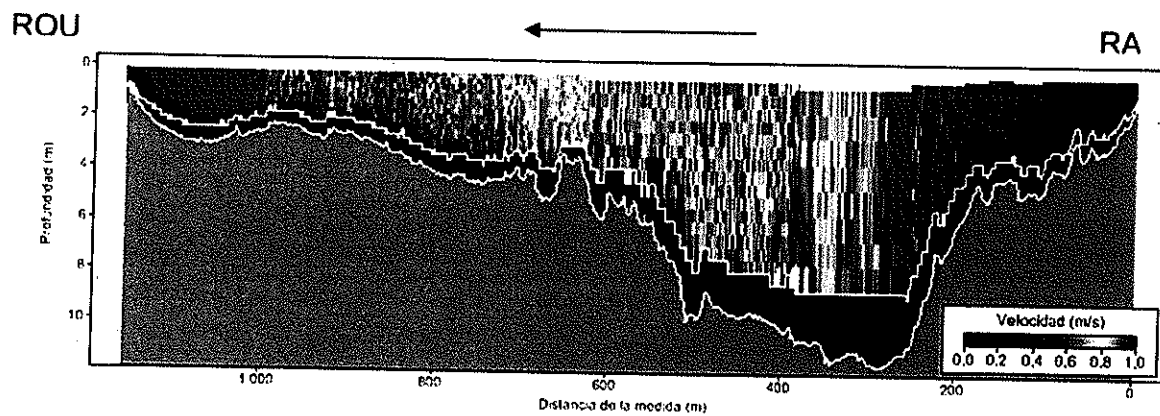


AFORO 6 - $Q = 3.275 \text{ m}^3/\text{s}$

Fecha -Hora: 14-05-2013; 08:30

Sentido de la trayectoria de relevamiento en campo:

De margen derecha (RA) a margen izquierda (ROU)



III. CATEOS Y PERFILES TRANSVERSALES A SOLICITAR.



CATEOS -



PERFILES TRANSVERSALES



Memorándum HID 012-2014



Para: Secretario Técnico (Lic. Fernando Gauna)

De: Departamento de Hidrología

CC:

Fecha: 20.01.14

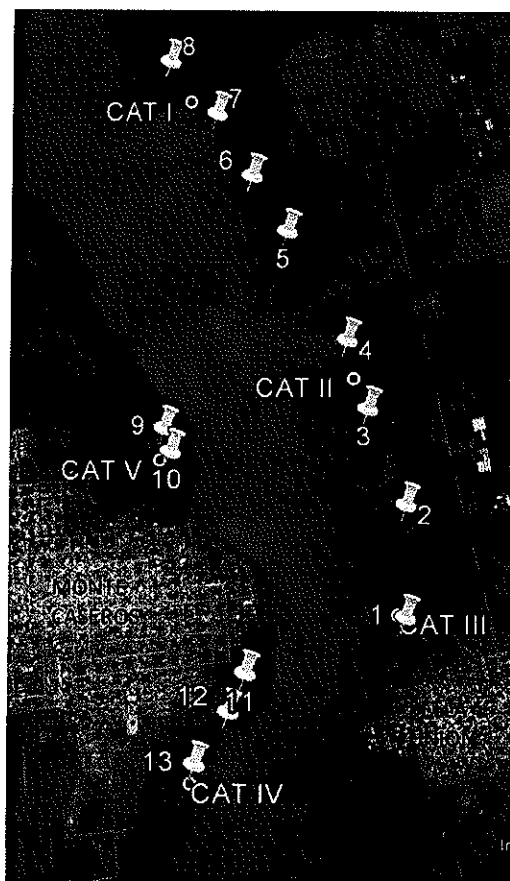
Asunto: **INFORME DE CAMPAÑA – MONTE CASEROS / BELLA UNIÓN**
17 AL 19 DE DICIEMBRE DE 2013 - DEPTO. HIDROLOGÍA

Sr. Secretario Técnico:

A través del presente, se hace llegar el informe correspondiente a las tareas llevadas a cabo los días 17 a 19 de diciembre en las ciudades de Monte Caseros y Bella Unión. Participaron en la misma de CARU el Ing. Alejandro Arcelus, el Sr. José De León, y de la DINAGUA el Téc. Juan Carlos Giacri y el Sr. Roberto Sánchez.

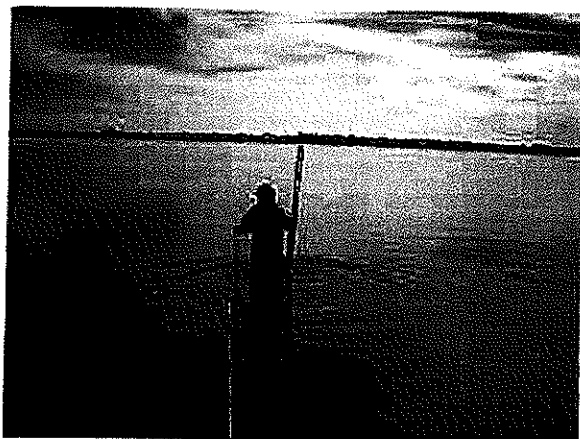
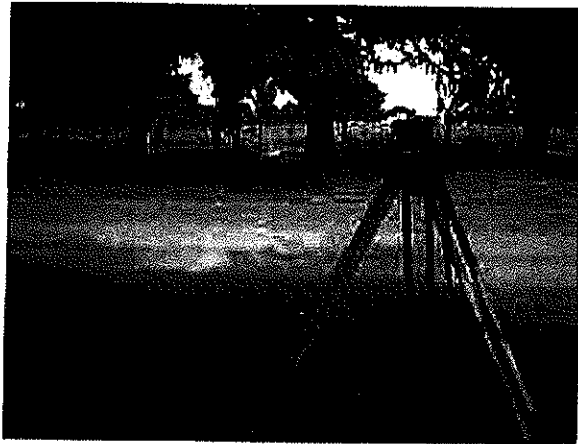
Durante esos días, se obtuvo información topográfica de 8 perfiles transversales al río Uruguay en su margen izquierda (Bella Unión – Perfiles identificados con los números 1 a 8), y de 3 cateos de prospección (Denominados con los números romanos I a III). Asimismo, sobre la margen derecha, se obtuvo información topográfica de 7 perfiles transversales al Río (Monte Caseros – Perfiles identificados con los números 9 a 13) y de 2 cateos de prospección (Denominados con los números romanos IV a V).

En la siguiente figura se muestra un esquema en planta donde se pueden identificar los perfiles y cateos realizados sobre ambas márgenes.



Las actividades de relevamiento de los perfiles se llevaron a cabo utilizando para ello un nivel topográfico Leica y una regla topográfica telescópica.

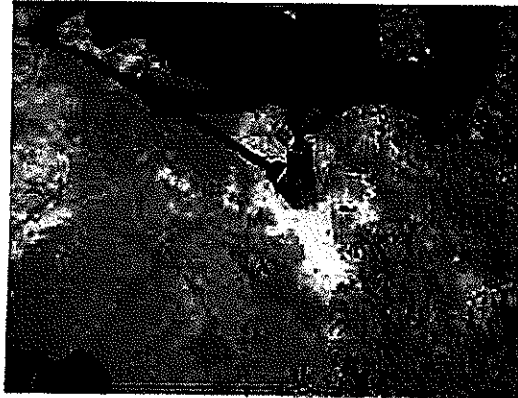
Las distancias y alturas en cada perfil fueron referidas al pelo de agua. Y se registró el nivel del pelo de agua respecto de la regla limnimétrica existente en cada una de las ciudades. Se adjuntan imágenes ilustrativas.



Las tomas de muestras de suelo se llevaron a cabo utilizando una pala americana de 1,70m de longitud.



Del punto de recolección de muestras denominado Cateo I se tomaron 4 muestras (M1 a 1m de profundidad; M2 a 2,1 m; M3 a 0,3 m; y M4 a 2,5m). Del Cateo II se tomaron 4 muestras (M1 entre la superficie y 0,4m; M2 entre 0,4 y 0,7m; M3 entre 0,7 y 1,6m y M4 a 2m). Del Cateo III se tomaron 2 muestras (M1 entre la superficie y 0.4m y M2 luego de 0.7m. Del cateo IV se tomaron 3 muestras (M1 entre la superficie y 1,7m; M2 entre 1,7 y 2,8m y M3 entre 2,8 y 3,45m). Finalmente del cateo V se tomaron 2 muestras (M1 entre la superficie y 1m, y M2 por debajo de 1,9m).



Se adjunta como Anexo I la información del nivel del río Uruguay en las ciudades de Bella Unión y Monte Caseros (días 17 y 18 de diciembre de 2013).

En el Anexo II se presentan los gráficos de los perfiles relevados para Monte Caseros y Bella Unión, donde el 0 corresponde al pelo de agua.

En el Anexo III se adjunta el informe con el análisis de las muestras de suelo obtenidas en cada Cateo.

Finalmente, en el Anexo IV se presenta información correspondiente a los aforos, llevados a cabo durante la tarde del día 18 de diciembre de 2013 (18:30hs), en los que se registraron valores de caudal del Río Uruguay de 3657 y 3691 m³/s. El equipo utilizado para la ocasión fue el Aforador de Efecto Doppler Work Horse Río Grande (RDI instruments) el cual fue utilizado gracias a la colaboración prestada por la DINAGUA (ROU) y su personal.

Ing. Alejandro Arcelus
Departamento de Hidrología
CARU

ANEXO

I

HORA (SOLAR)	BELLA UNIÓN		MONTE CASEROS	
	17/12/2013	18/12/2013	17/12/2013	18/12/2013
01:00	2.5	2.3		
02:00	2.49	2.3		
03:00	2.49	2.29		
04:00	2.48	2.29		
05:00	2.47	2.29		
06:00	2.45	2.28		2.47
07:00	2.44	2.27		
08:00	2.43	2.26		2.47
09:00	2.42	2.26		
10:00	2.42	2.26		2.46
11:00	2.42	2.26		
12:00	2.4	2.25	2.61	2.46
13:00	2.4	2.25	2.6	
14:00	2.4	2.25	2.59	
15:00	2.39	2.25	2.58	
16:00	2.38	2.24	2.57	
17:00	2.37	2.23	2.57	
18:00	2.36	2.22	2.55	
19:00	2.35	2.22	2.54	
20:00	2.34		2.53	
21:00	2.33			
22:00	2.32			
23:00	2.32			
00:00	2.32			

Figure 1 is a line graph showing the relationship between COT (m) on the Y-axis and Time (min) on the X-axis. The Y-axis ranges from 0 to 5, and the X-axis ranges from 0 to 80. Five lines are plotted, each representing a different group. All lines start at (0,0) and show an initial increase in COT, peaking around 20-40 minutes, followed by a decrease. The group represented by solid circles reaches the highest peak COT of approximately 4.5 m at 60 minutes.

Time (min)	Group 1 (Solid Circles)	Group 2 (Solid Squares)	Group 3 (Solid Diamonds)	Group 4 (Crosses)	Group 5 (Open Circles)
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
20	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1
30	3.5	3.2	3.1	3.0	2.9
40	4.0	3.8	3.7	3.6	3.5
50	4.2	4.0	3.9	3.8	3.7
60	4.5	4.3	4.2	4.1	4.0
70	4.0	3.8	3.7	3.6	3.5
80	3.5	3.3	3.2	3.1	3.0

PROGRESIVA (m)

ANEXO

III



ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELOS

**Solicitante: Ing. Alejandro Arcelus
C.A.R.U.**

Enero 2014.-



ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MUESTRAS DE SUELOS

Solicitante: Ing. Alejandro Arcelus
Comisión Administradora del Río
Uruguay (CARU)

**Procedencia
de las
muestras:** Río Uruguay frente a las costas de
Bella Unión (Uruguay) y Monte
Caseros (ARG)

Informe N°: 1212 / 13

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe da cuenta de los ensayos de laboratorio realizados sobre muestras alteradas de suelos suministradas por el solicitante.

Se analizaron un total de 15 muestras, recolectadas en 5 cateos realizados por el solicitante en el Río Uruguay, frente a las costas de Bella Unión (URU) y Monte Caseros (ARG).

La Tabla 1 detalla las muestras analizadas, identificándolas según el cateo y la profundidad a la cual fueron recolectadas. La nomenclatura de las muestras así como su profundidad de recolección fueron indicados por el solicitante.

Tabla 1. Información de referencia de las muestras analizadas

Punto de recolección	Muestra	Margen	Profundidad de muestreo (m)
CAT I	M1	Bella Unión (URU)	1,0
	M2		2,1
	M3		0,3
	M4		4,0
CAT II	M1		0,4
	M2		0,7
	M3		1,6
	M4		2,0
CAT III	M1		0,4
	M2		0,7
CAT IV	M1	Monte Caseros (ARG)	1,7
	M2		2,8
	M3		3,4
CAT V	M1		1,0
	M2		1,9

2. METODOLOGÍA

Las muestras recibidas fueron analizadas en laboratorio a través de los siguientes ensayos:

- determinación de humedad natural,
- análisis granulométrico vía húmeda (tamiz #200) y tamizado mecánico,
- determinación de límites de consistencia (límite líquido y límite plástico).

Los ensayos reseñados fueron realizados siguiendo las recomendaciones de las normas ASTM respectivas ¹.

A partir de la información obtenida a través del análisis granulométrico y las determinaciones de límites de consistencia, se realizó la clasificación de cada muestra procesada mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) ².

En el caso de las muestras que resultaron clasificadas como arenas, se determinó a partir de la curva granulométrica el D_{50} , correspondiente al tamaño de la abertura de tamiz por la cual pasa el 50% del material.

¹ Normas de referencia:

- D 4959 - Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) Content of Soil By Direct Heating
- D 6913 - Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
- D 422 - Method for Particle-Size Analysis of Soils
- D 1140 - Test Method for Amount of Material in Soils Finer than the No. 200 (75µm) Sieve
- D 4318 - Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

² Norma de referencia:

- D 2487 - Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

3. RESULTADOS OBTENIDOS

En este ítem se presentan los resultados obtenidos tanto en los ensayos ejecutados en laboratorio como en los análisis realizados a partir de los datos de laboratorio.

3.1. Resultados de Ensayos de Laboratorio

La Tabla 2 resume los resultados obtenidos, en Anexo se incluyen las curvas granulométricas correspondientes, junto con los valores de los límites de consistencia y la clasificación de suelos.

Tabla 2. Resumen de resultados de los trabajos de laboratorio

Muestra	W _{NAT} (%)	LP	LL	Pasa #200 (%)	Pasa #40 (%)	Pasa #10 (%)	Pasa #4 (%)
CAT I – M1	30,0	28	39	81,6	100	100	100
CAT I – M2	35,7	35	53	87,0	99,4	100	100
CAT I – M3	6,6	NP	19	22,2	100	100	100
CAT I – M4	21,6	17	26	41,3	100	100	100
CAT II – M1	8,9	32	45	54,3	64,1	73,9	86,2
CAT II – M2	34,3	41	74	99,0	99,3	99,9	99,9
CAT II – M3	31,7	25	41	53,4	100	100	100
CAT II – M4	28,1	24	35	48,7	100	100	100
CAT III – M1	34,8	23	36	60,6	100	100	100
CAT III – M2	37,6	33	48	74,5	87,4	97,1	99,9
CAT IV – M1	12,5	16	21	29,9	100	100	100
CAT IV – M2	16,4	14	20	25,6	100	100	100
CAT IV – M3	17,4	NP	16	12,5	100	100	100
CAT V – M1	28,9	34	58	92,2	100	100	100
CAT V – M2	30,9	30	42	66,1	100	100	100

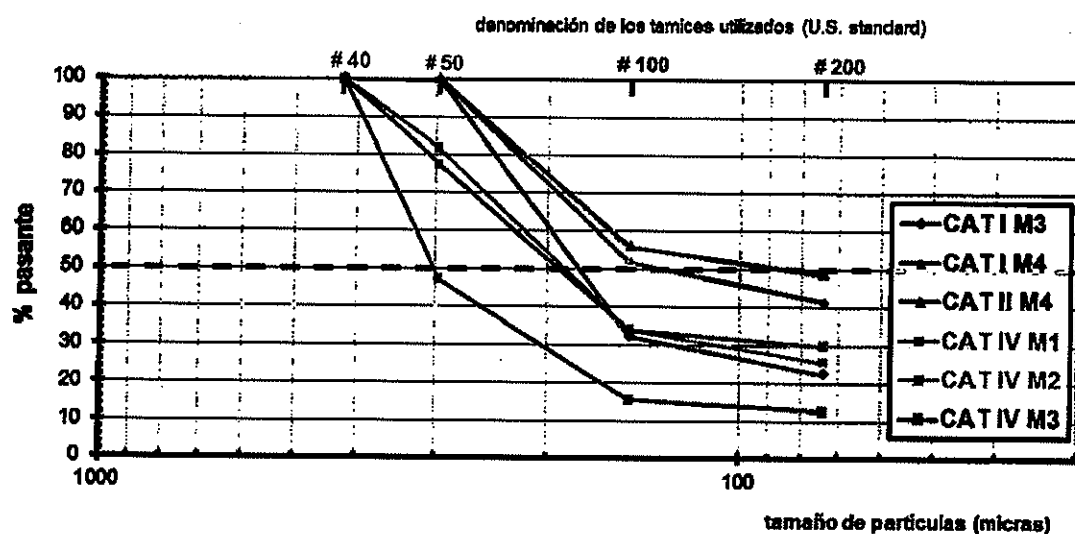
3.2. Análisis de Datos

La Tabla 3 presenta la clasificación de las muestras analizadas en función del sistema SUCS, y los valores obtenidos de D_{50} , en micras, calculados para las muestras clasificadas como arenas.

Tabla 3. Clasificación de suelos y valores de D_{50}

Muestra	Clasificación de suelos (SUCS)	D_{50} (μm)
CAT I – M1	Limo de baja compresibilidad con arena fina – ML	-
CAT I – M2	Limo de alta compresibilidad – MH	-
CAT I – M3	Arena limosa fina – SM	184
CAT I – M4	Arena arcillosa fina – SC	142
CAT II – M1	Limo arenoso de baja compresibilidad – ML	-
CAT II – M2	Limo de alta compresibilidad – MH	-
CAT II – M3	Arcilla arenosa de baja compresibilidad – CL	-
CAT II – M4	Arena arcillosa fina – SC	85
CAT III – M1	Arcilla arenosa de baja compresibilidad – CL	-
CAT III – M2	Limo de baja compresibilidad con arena – ML	-
CAT IV – M1	Arena arcillosa fina – SC	194
CAT IV – M2	Arena arcillosa fina – SC	188
CAT IV – M3	Arena limosa fina – SM	300
CAT V – M1	Limo de alta compresibilidad – MH	-
CAT V – M2	Limo arenoso de baja compresibilidad – ML	-

La Figura 1 muestra una comparación de las curvas granulométricas de las muestras de arena, analizadas para la determinación del valor de D_{50} .



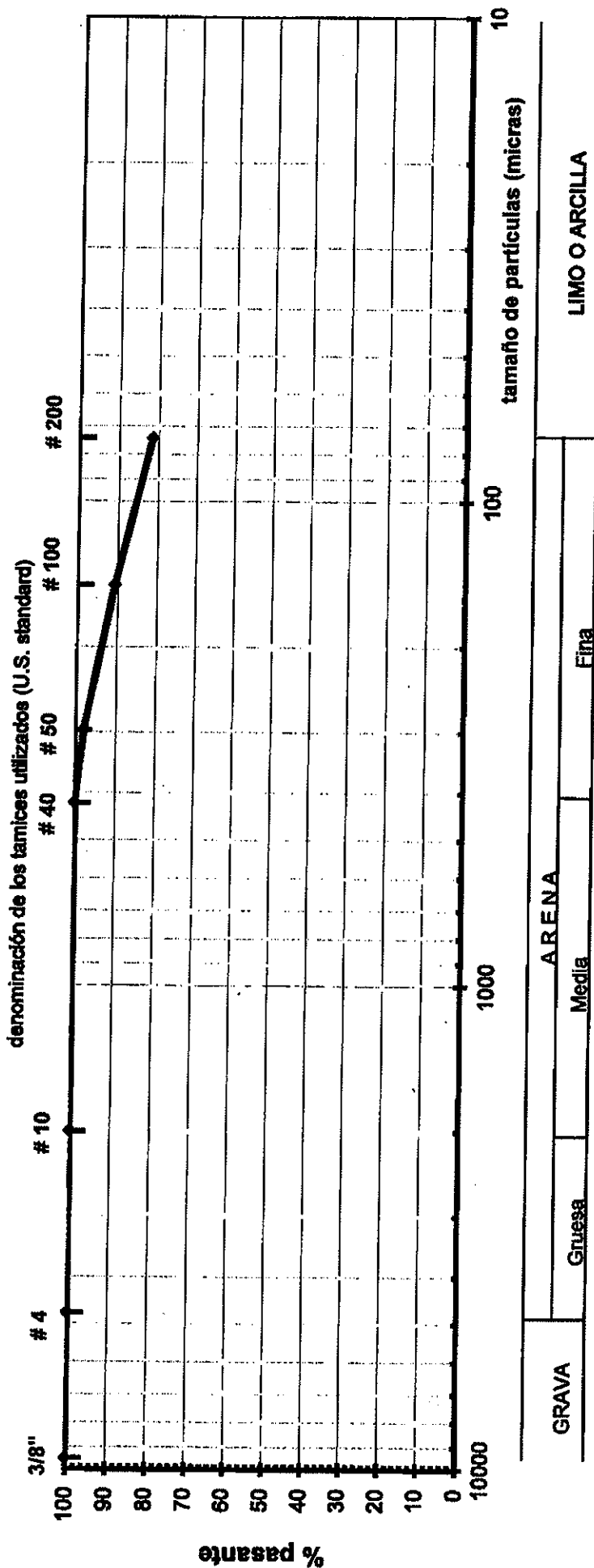


ANEXO

Resultados de laboratorio de suelos

Informe: 1212/13
C.A.R.U._Análisis de muestras de suelo

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos



según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

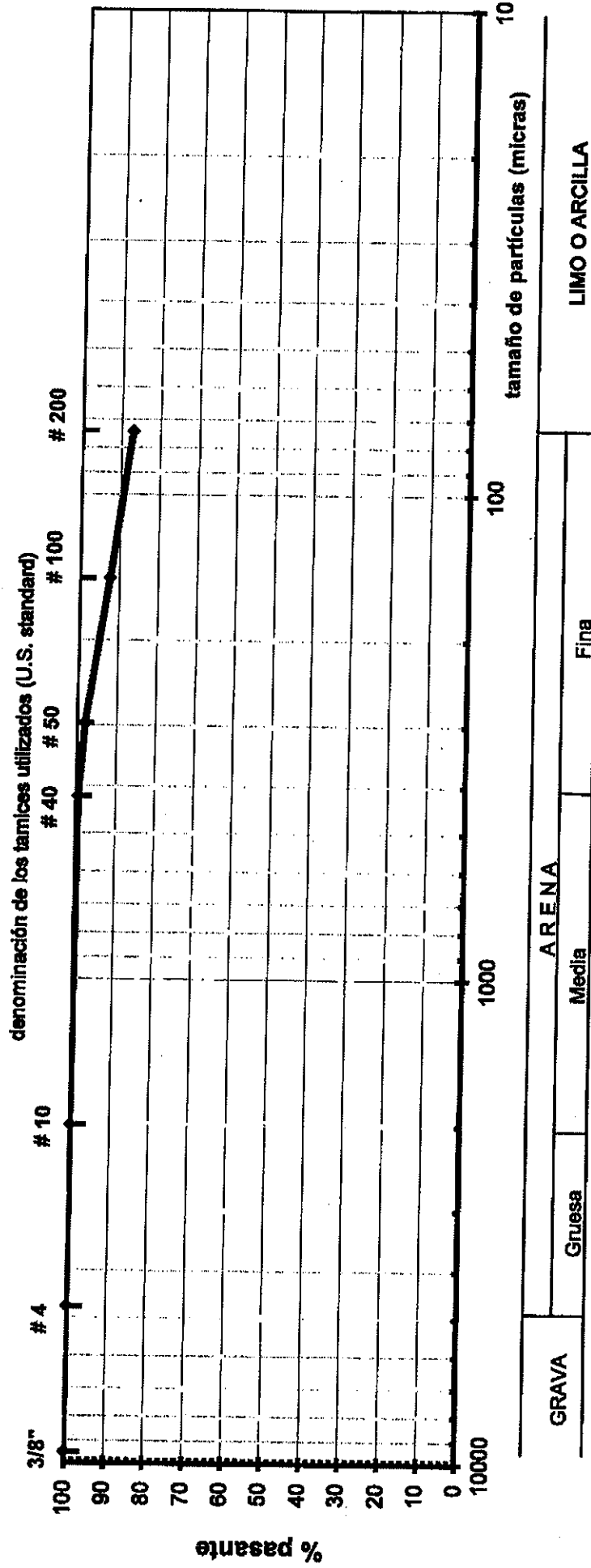


Punto de Exploración N° :	CAT I	Muestra N° :	M1	Profundidad (m) :	1,0
$w_{nat} (\%)$:	30,0	LP =	28	LL =	39
PROYECTO : CARU			Ubicación: Río Uruguay		
			Fecha : Enero 2014		

Clasificación SUCS : ML

Limo de baja compresibilidad -

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

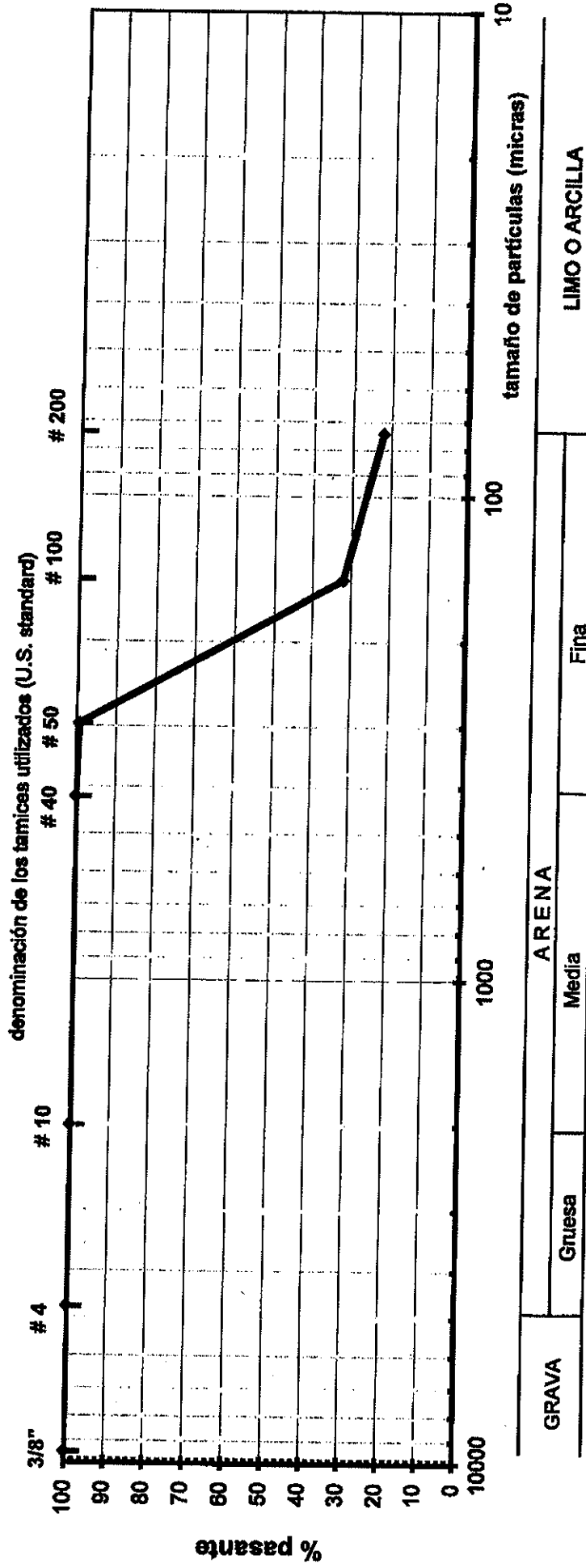


según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de Exploración N°:	CAT I	Muestra N°:	M2	Profundidad (m):	2,1
w_{nat} (%):	35,7	LP =	35	LL =	53
				Clasificación SUCS:	Limo de alta compresibilidad - MH
PROYECTO: CARU		Ubicación: Río Uruguay		Fecha: Enero 2014	



Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos



según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de Exploración N°: CAT I Muestra N°: M3 Profundidad (m): 0,3

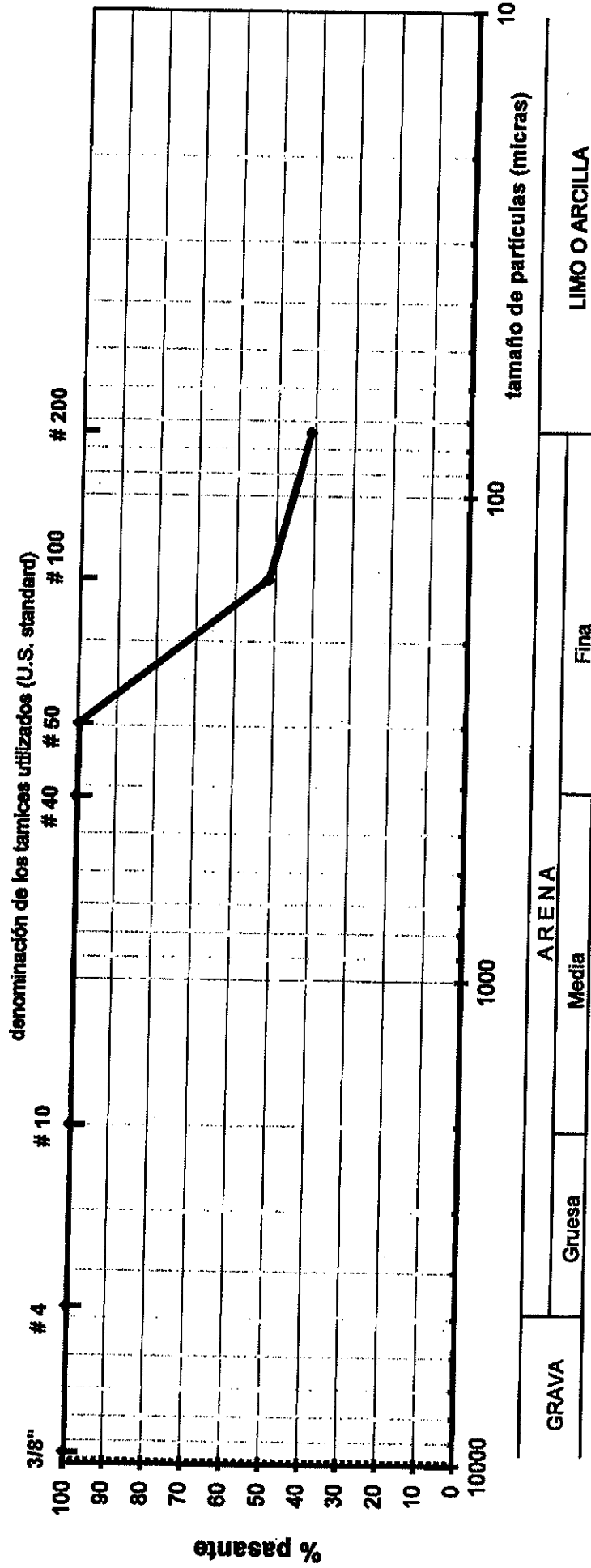
w_{nat} (%): 6,6 LP = NP LL = 19 Clasificación SUCS: Arena limosa - SM

PROYECTO: CARU Ubicación: Río Uruguay

Fecha: Enero 2014



Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

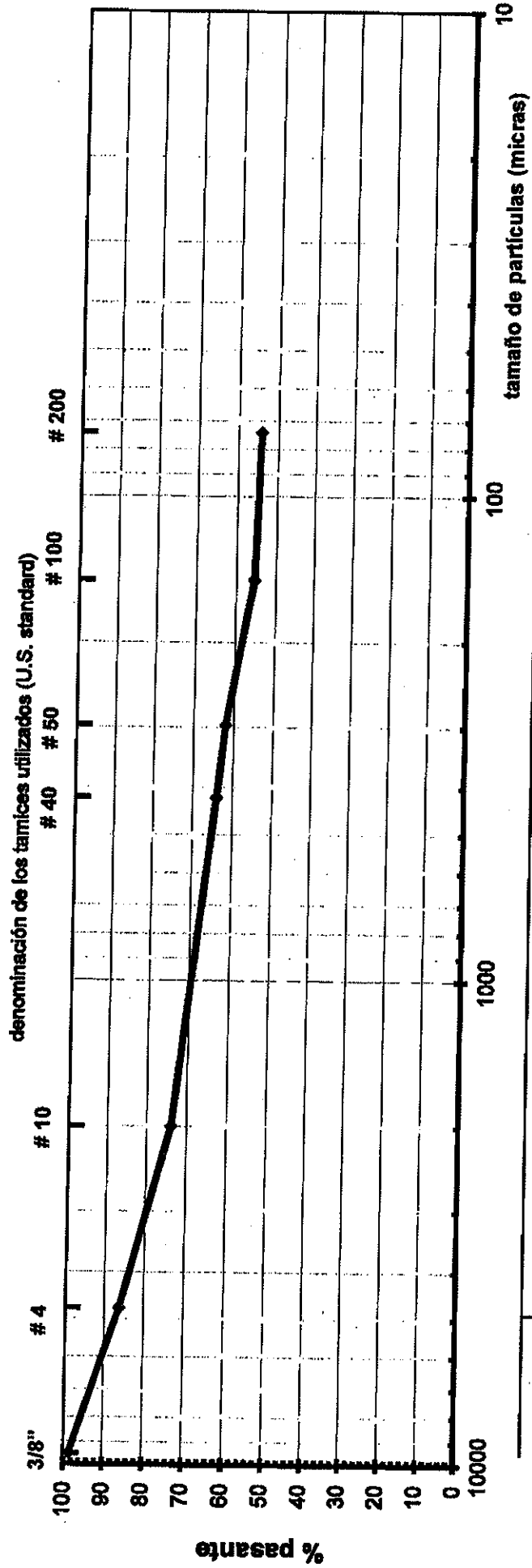


según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de Exploración N°:	CAT I	Muestra N°:	M4	Profundidad (m):	4,0
w_{nat} (%):	21,6	LP =	17	LL =	26
PROYECTO: CARU			Clasificación SUCS: Arena arcillosa - SC		
Ubicación: Río Uruguay			Fecha: Enero 2014		



Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos



GRAVA

Gruesa

Media

Fina

ARENA

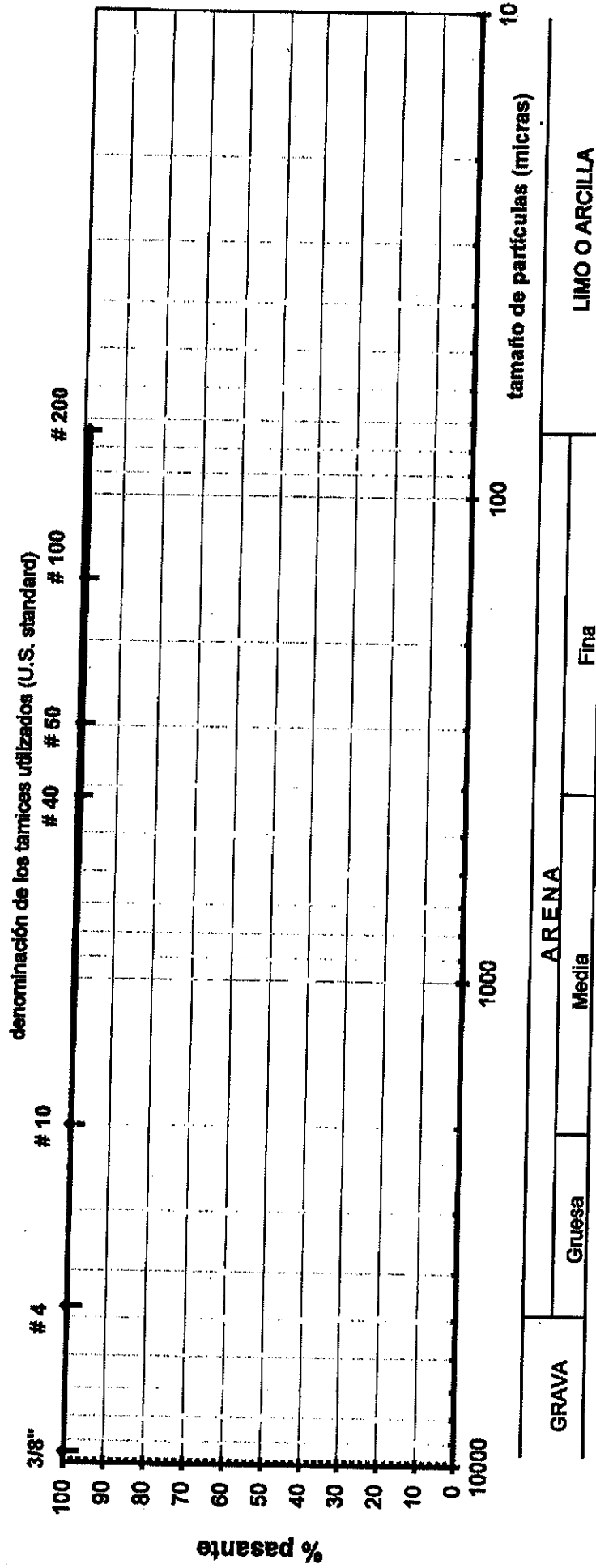
LIMO O ARCILLA

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de Exploración N°:	CAT II	Muestra N°:	M1	Profundidad (m):	0,4
$w_{nat} (\%)$:	8,9	LP =	32	LL =	45
PROYECTO: CARU		Ubicación: Río Uruguay		Fecha: Enero 2014	



Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

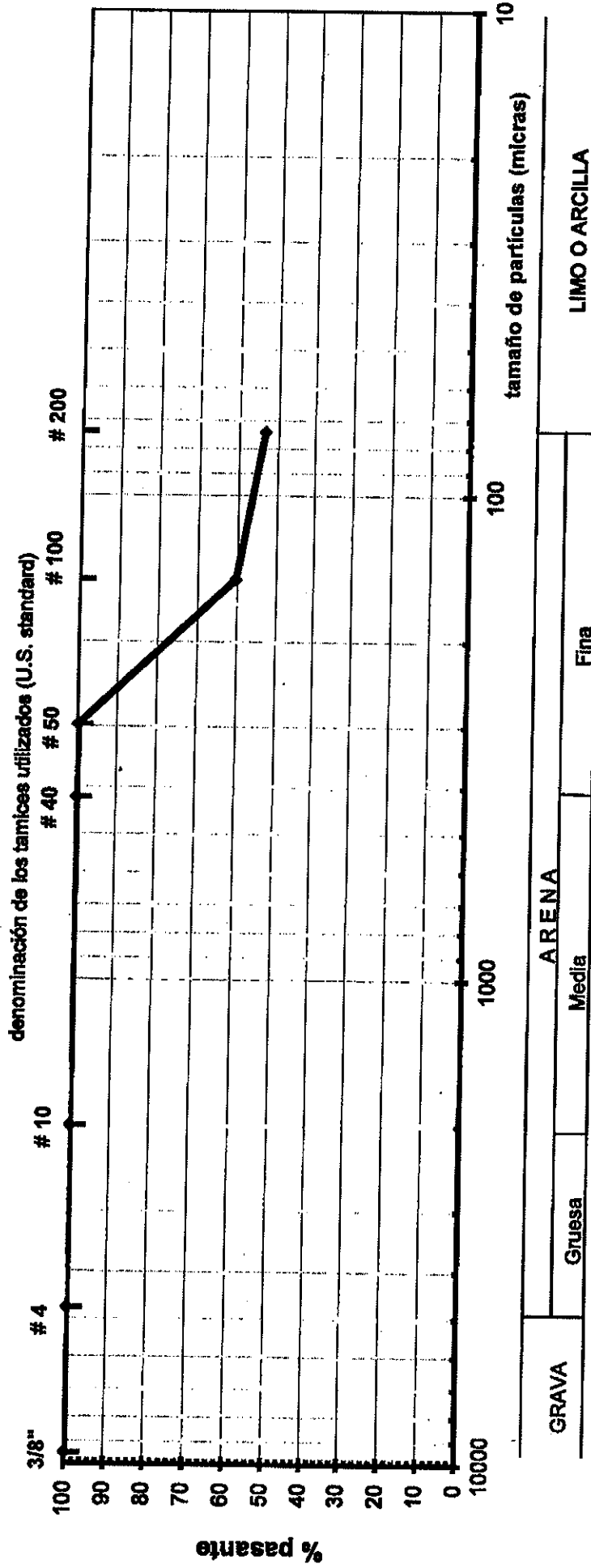


según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de Exploración N°: CAT II		Muestra N°: M2		Profundidad (m): 0,7	
W _{nat} (%): 34,3		LP = 41		LL = 74	
PROYECTO: CARU		Ubicación: Río Uruguay		Fecha: Enero 2014	
		Clasificación SUCS: Lím de alta compresibilidad - MH			



Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

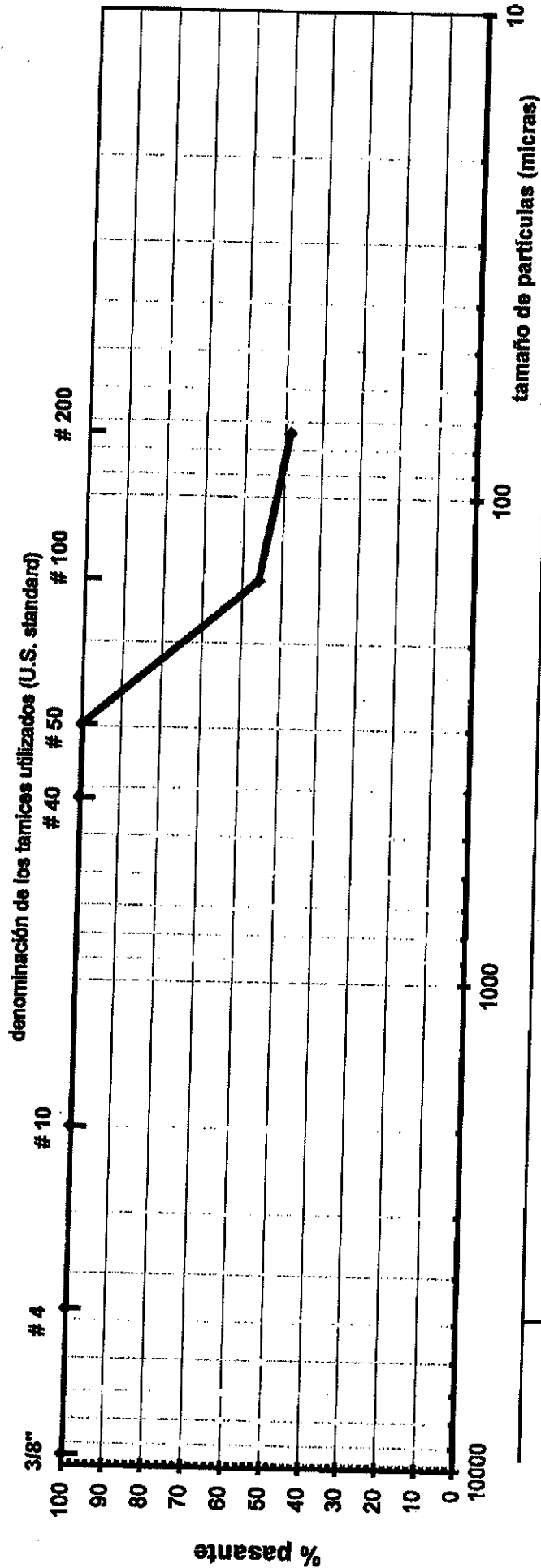


según USACE EM 1110-1-1804 (2001)



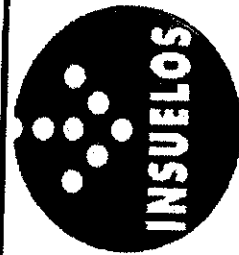
Punto de Exploración N°:	CAT II	Muestra N°:	M3	Profundidad (m):	1,6
w_{nat} (%):	31,7	LP =	25	Clasificación SUCS:	Arcilla de baja compresibilidad - CL
PROYECTO: CARU		Ubicación: Río Uruguay		Fecha: Enero 2014	

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

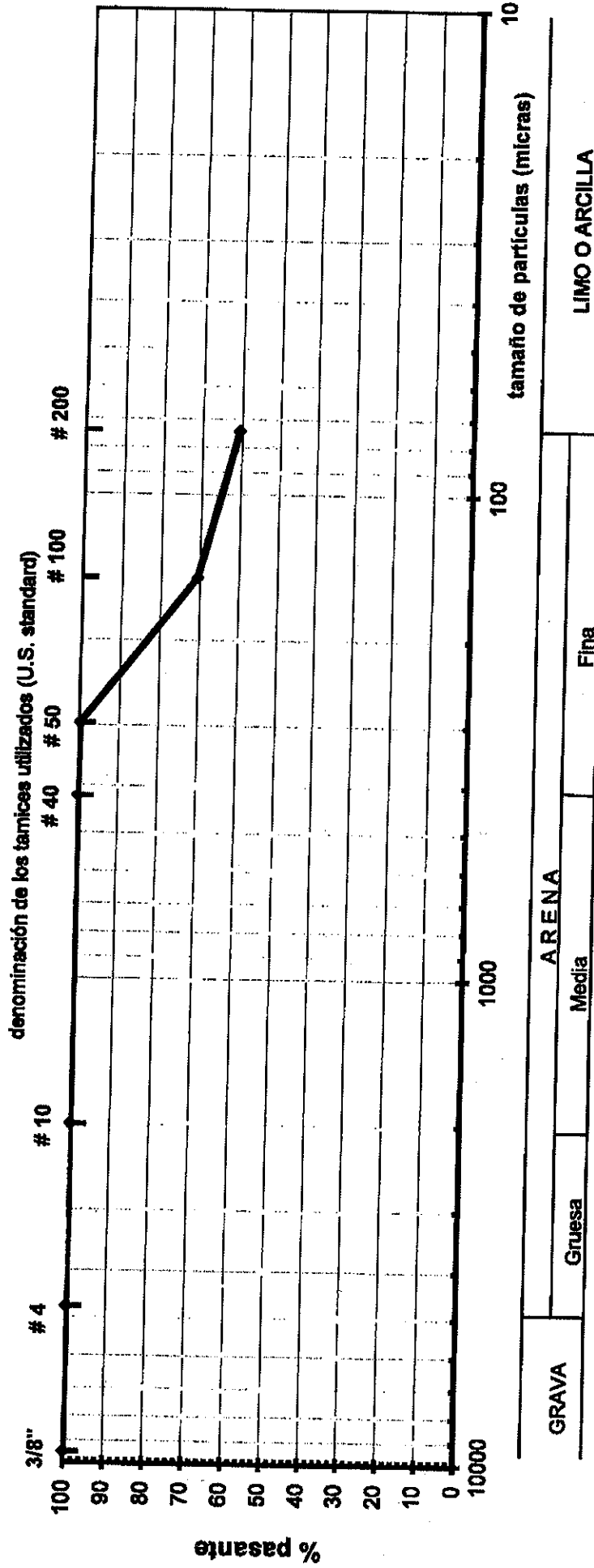


según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

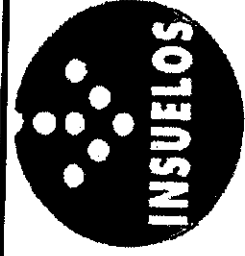
Punto de Exploración N°:		CAT II	Muestra N°:	M4	Profundidad (m):	2,0
w _{nat} (%):		28,1	LP =	24	LL =	35
PROYECTO:		CARU	Ubicación:		Río Uruguay	Clasificación SUCS:
						Arena arcillosa - SC
					Fecha:	Enero 2014



Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

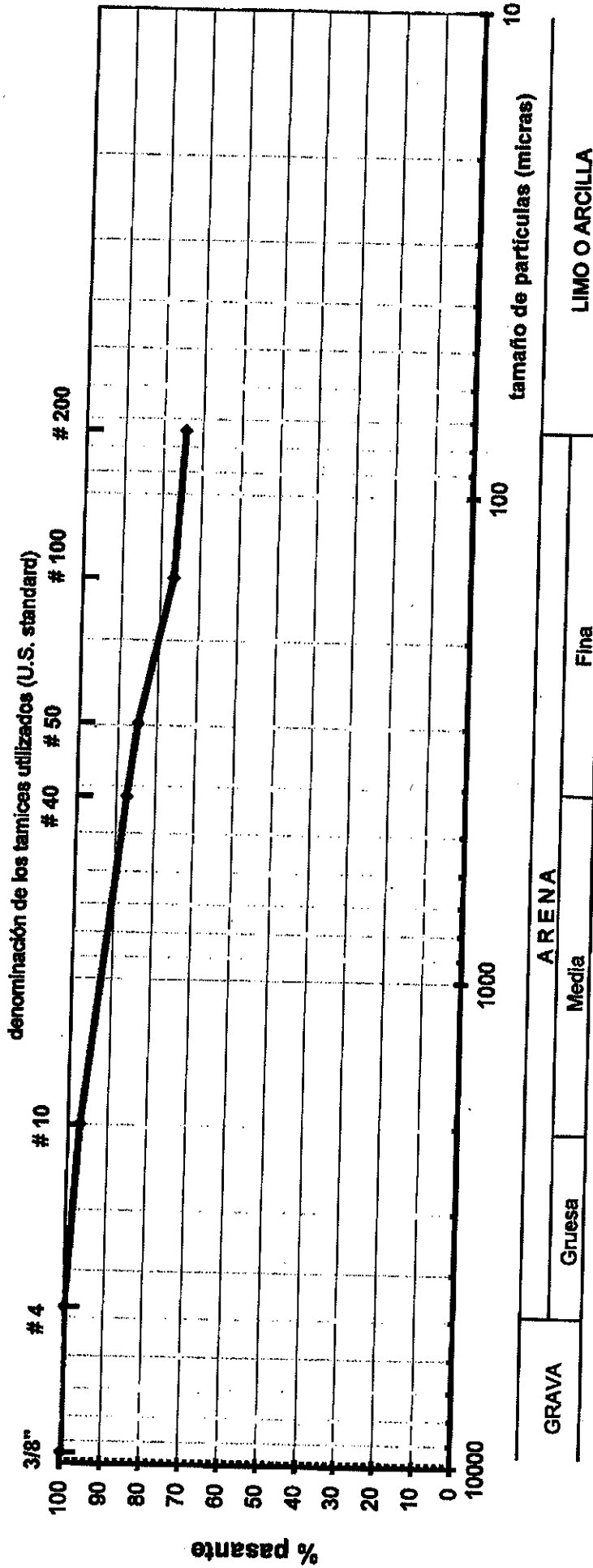


según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

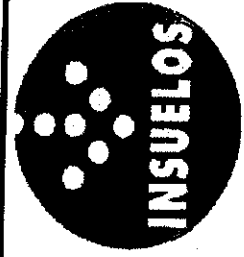


Punto de Exploración N°:	CAT III	Muestra N°:	M1	Profundidad (m):	0,4
w_{nat} (%):	34,8	LP =	23	LL =	36
PROYECTO: CARU			Clasificación SUCS: Arcilla de baja compresibilidad - CL		
Ubicación: Río Uruguay			Fecha: Enero 2014		

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

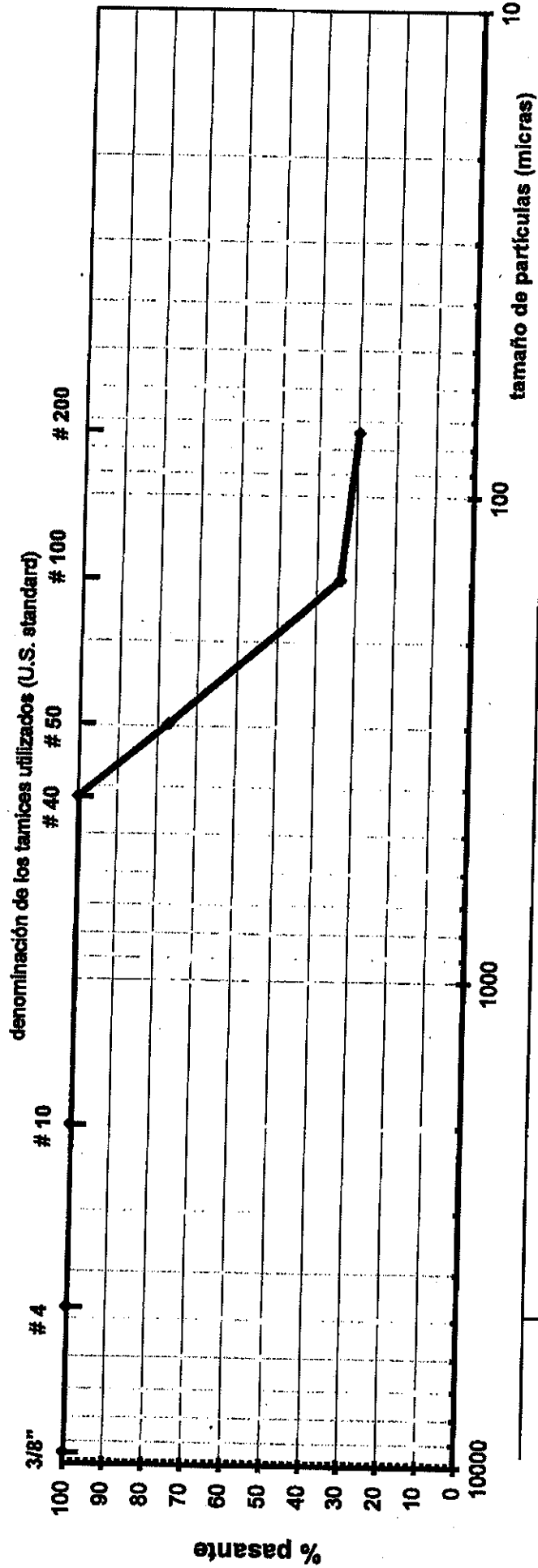


según USACE EM 1110-1-1804 (2001)



Punto de Exploración N°:	CAT III	Muestra N°:	M2	Profundidad (m):	0,7
W _{nat} (%):	37,6	LP =	33	LL =	48
PROYECTO: CARU		Ubicación: Río Uruguay		Clasificación SUCS:	
				Limo de baja compresibilidad - ML	
				Fecha:	Enero 2014

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos



GRAVA

Gruesa

Media

ARENA

Fina

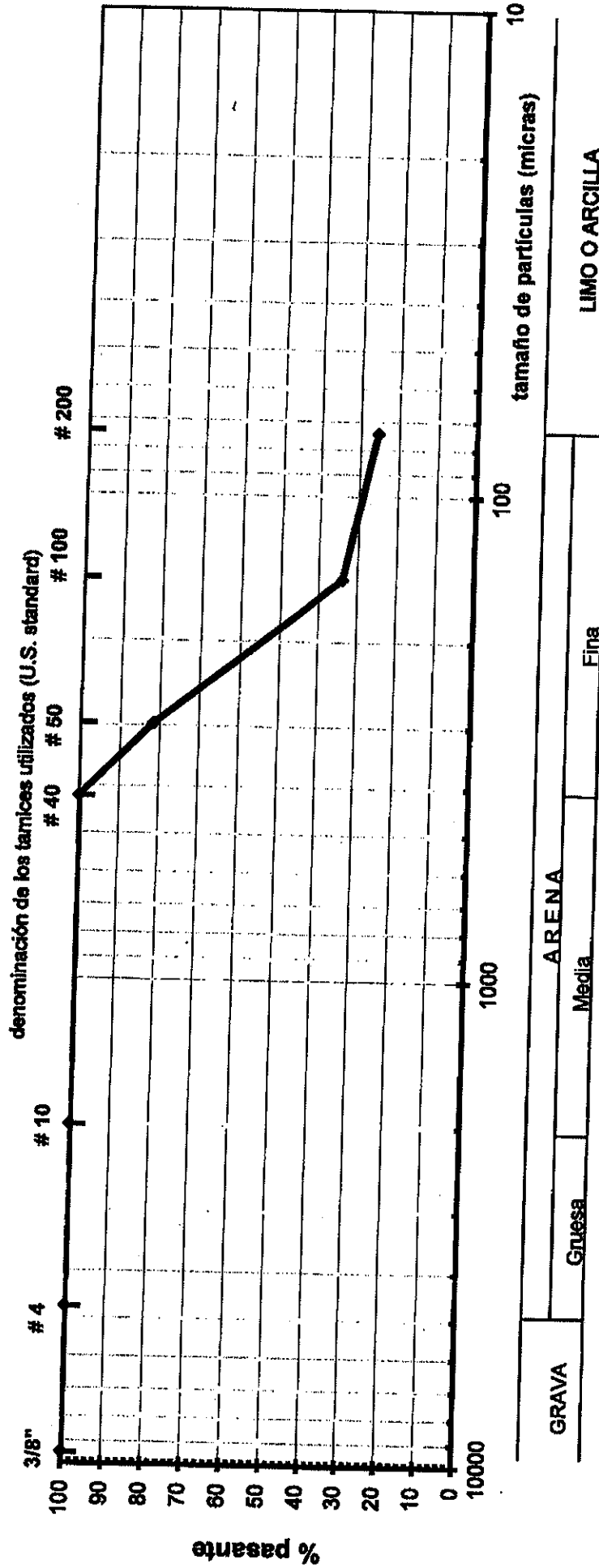
LIMO O ARCILLA

según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de Exploración N°:	CAT IV	Muestra N°:	M1	Profundidad (m):	1,7
$w_{nat} (\%)$:	12,5	LP =	16	LL =	21
PROYECTO: CARU		Ubicación: Río Uruguay		Clasificación SUCS: Arena arcillosa - SC	
				Fecha: Enero 2014	



Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

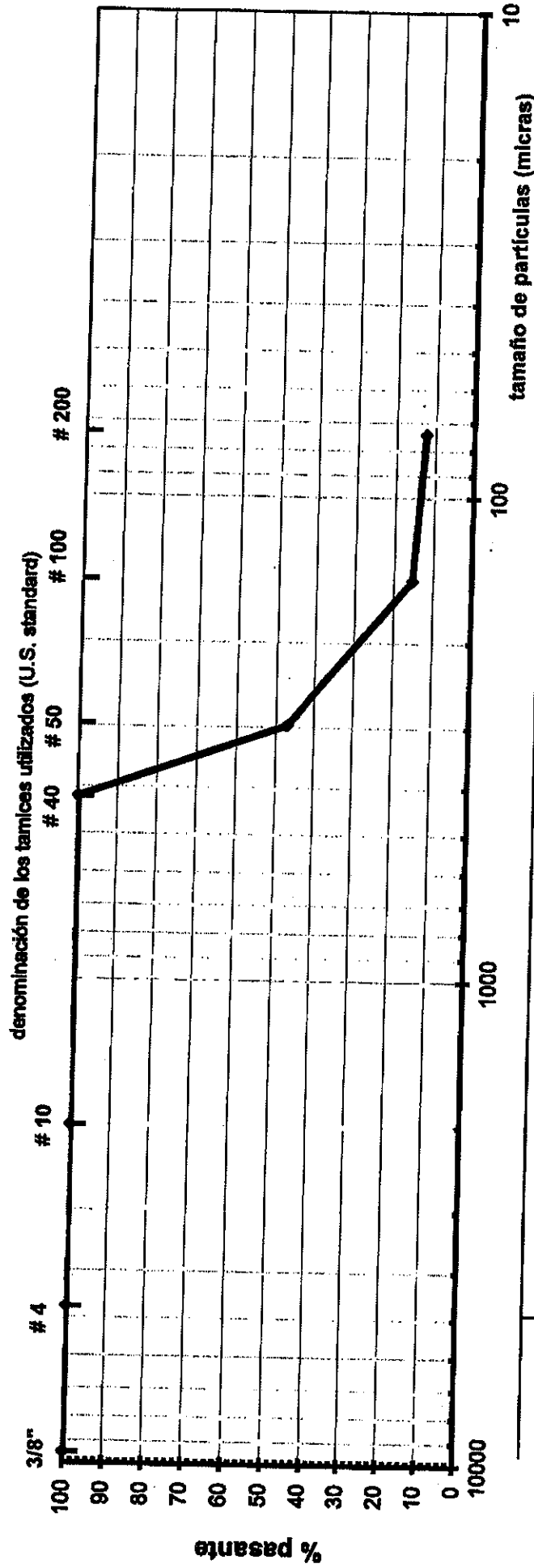


según USACE EM 1110-1-1804 (2001)



Punto de Exploración N°:	CAT IV	Muestra N°:	M2	Profundidad (m):	2,8
W _{nat} (%):	16,4	LP =	14	LL =	20
PROYECTO: CARU			Clasificación SUCS: Arena arcillosa - SC		
Ubicación: Río Uruguay			Fecha: Enero 2014		

Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos



GRAVA ARENA LIMO O ARCILLA

Gruesa Media Fina

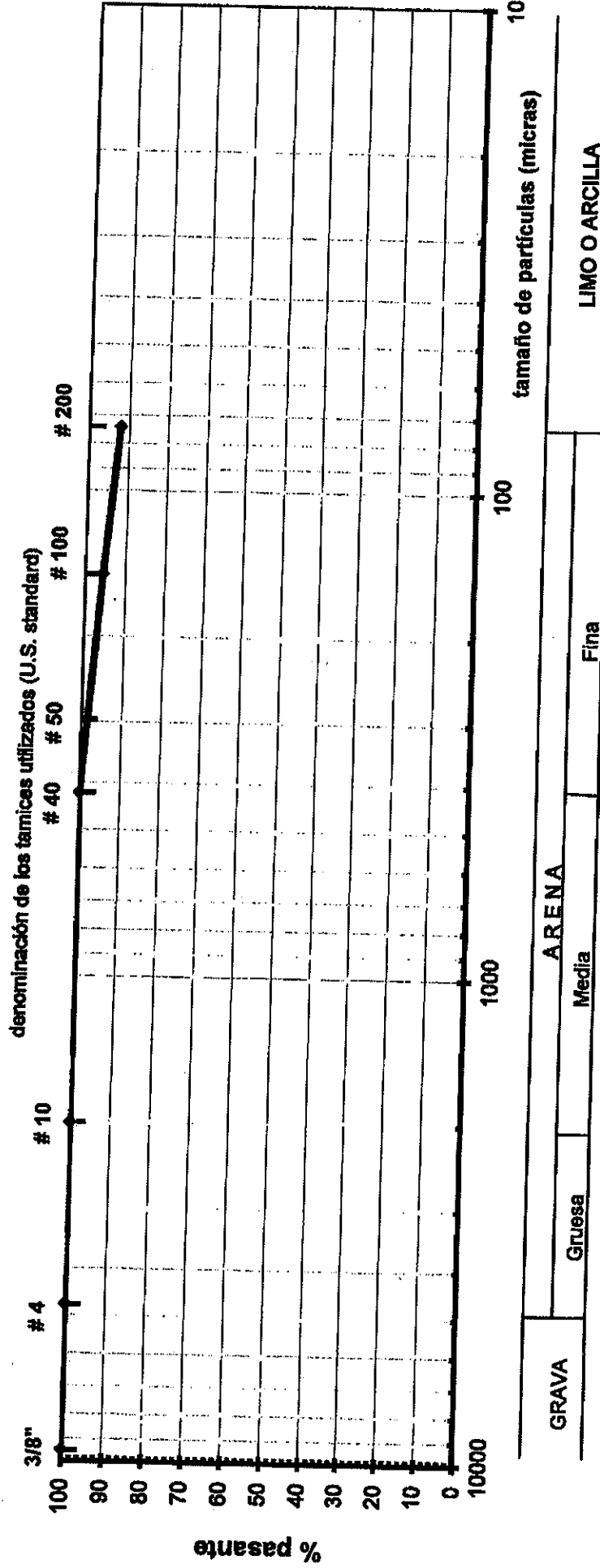
según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de Exploración N°:		CAT IV	Muestra N°:	M3	Profundidad (m):	3,4
w _{nat} (%):		17,4	LP =	NP	LL =	16
PROYECTO:		CARU		Ubicación:		Río Uruguay
				Fecha:		Enero 2014

Clasificación SUCS: Arena limosa - SM



Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos

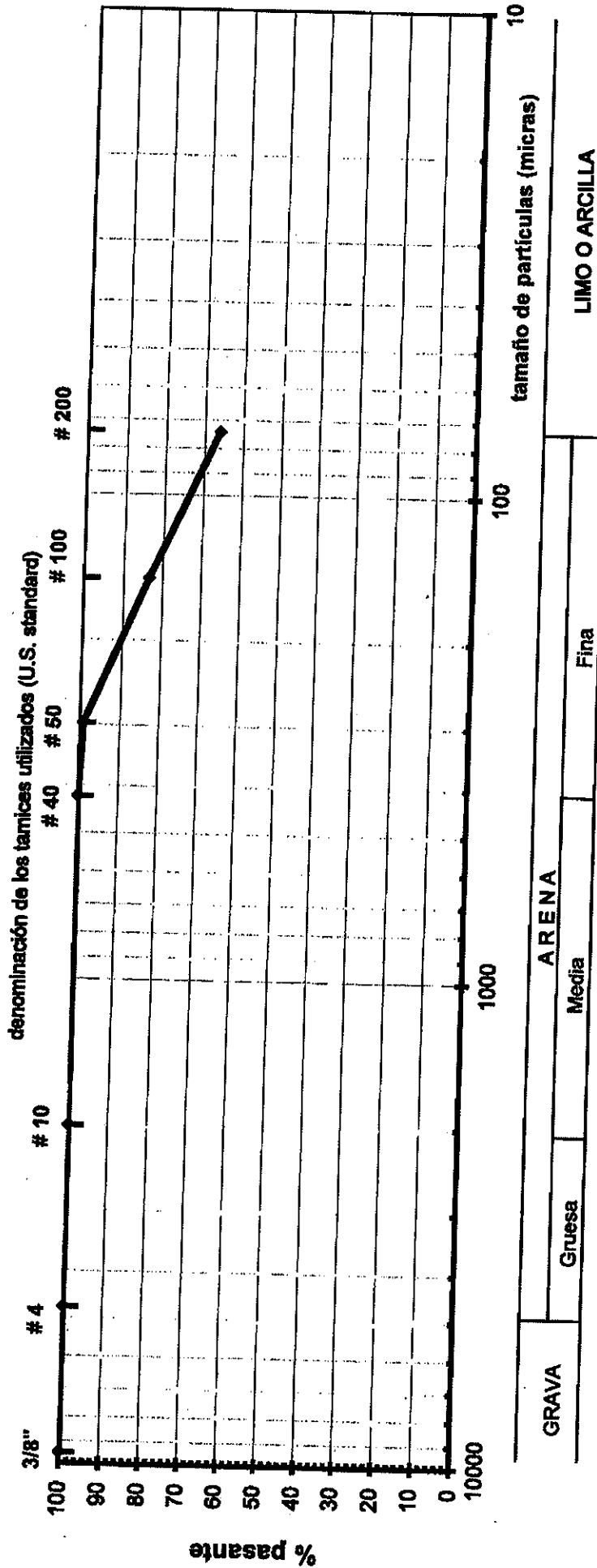


según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de Exploración N°:	CAT V	Muestra N°:	M1	Profundidad (m):	1,0
w_{nat} (%):	28,9	LP =	34	LL =	58
PROYECTO: CARU			Ubicación: Río Uruguay		
			Fecha: Enero 2014		



Análisis granulométrico, propiedades índice y clasificación de suelos



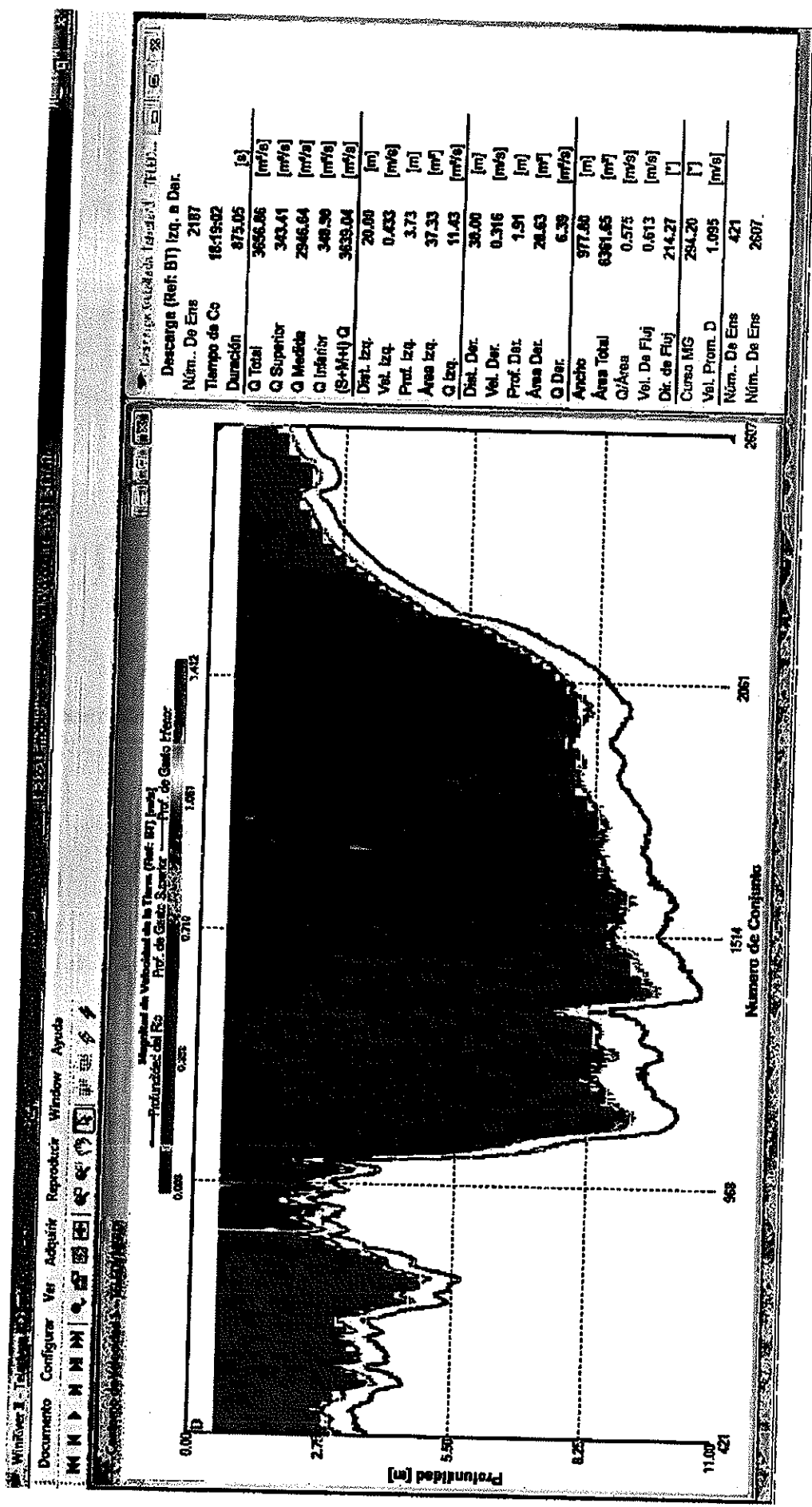
según USACE EM 1110-1-1804 (2001)

Punto de Exploración N°:	CAT V	Muestra N°:	M2	Profundidad (m):	1,9
w_{nat} (%):	30,9	LP =	30	LL =	42
PROYECTO: CARU		Ubicación: Río Uruguay		Fecha: Enero 2014	
				Clasificación SUCS: Lím de baja compresibilidad - ML	



ANEXO

IV

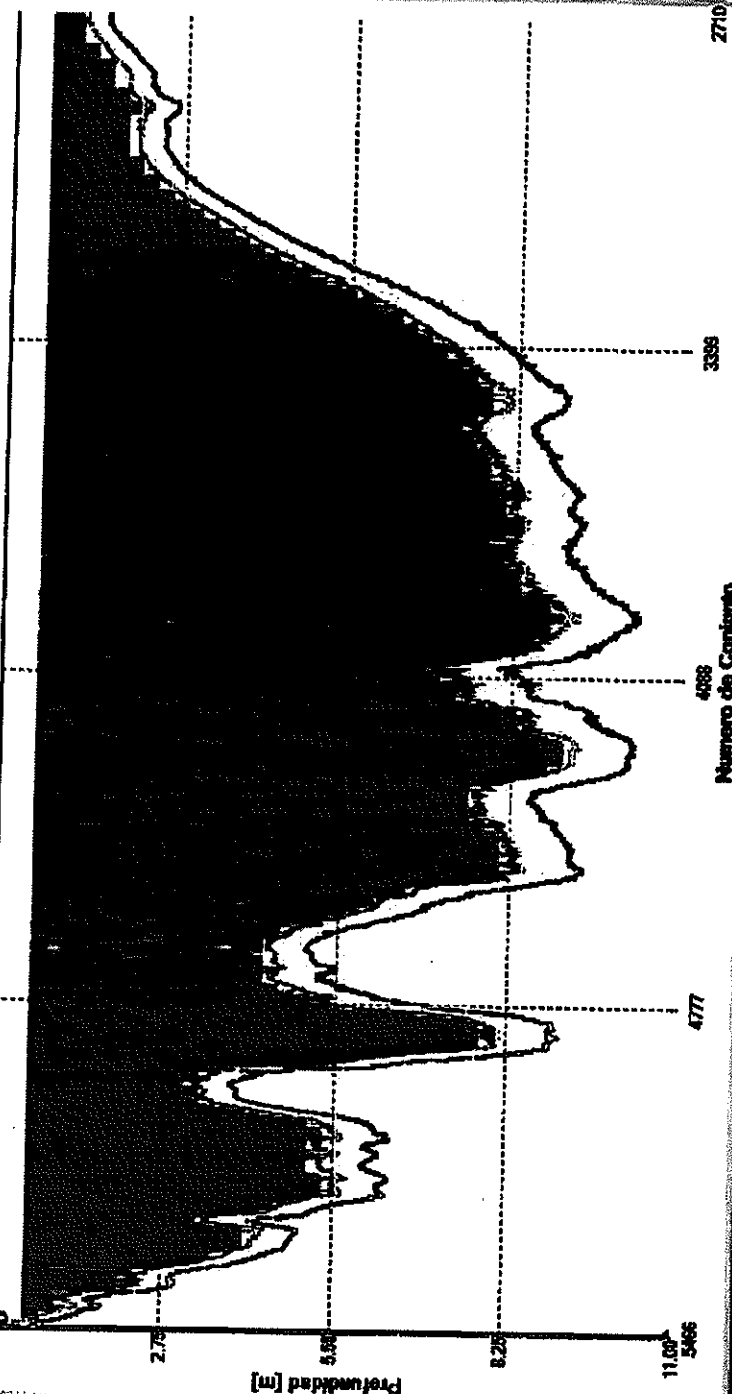


Descarga (Ref: BT) Izq. a Der.

Núm. De Ens	2187
Tiempo de Co	18:15:02
Duración	875.05 [s]
Q Total	3656.86 [m³/s]
Q Superior	343.41 [m³/s]
Q Medida	2946.64 [m³/s]
Q Inferior	348.90 [m³/s]
(S+M+I) Q	3633.04 [m³/s]
Dist. Izq.	20.00 [m]
Vel. Izq.	0.433 [m/s]
Prof. Izq.	3.73 [m]
Area Izq.	37.33 [m²]
Q Izq.	11.43 [m³/s]
Dist. Der.	39.00 [m]
Vel. Der.	0.316 [m/s]
Prof. Der.	1.91 [m]
Area Der.	24.63 [m²]
Q Der.	6.39 [m³/s]
Ancho	977.80 [m]
Area Total	6361.65 [m²]
Q/Area	0.575 [m/s]
Vel. De Fluj	0.613 [m/s]
Dic. de Fluj	214.27 [°]
Curso MG	284.20 [°]
Vel. Prom. D	1.095 [m/s]
Núm. De Ens	421
Núm. De Ens	2607

Magnitud de Velocidad de la Tierra (Ref: RT) [cm/s]
 Profundidad del Río Prof. de Codo Superior Prof. de Codo Inferior

0.000 0.374 0.738 1.102 1.466



Descarga Detallada Tabula 1 - T8ED...

Descarga (Ref: RT) Der. a Izq.

Núm. De Ens 2757

Tiempo de Co 18:34:18

Duración 1107.34 [s]

Q Total 3691.44 [m³/s]

Q Superior 345.01 [m³/s]

Q Media 2976.14 [m³/s]

Q Inferior 360.00 [m³/s]

(S+M+I) Q 3691.44 [m³/s]

Dist. Izq. 20.00 [m]

Vel. Izq. 0.363 [m/s]

Prof. Izq. 1.35 [m]

Area Izq. 13.46 [m²]

Q Izq. 3.45 [m³/s]

Dist. Der. 30.00 [m]

Vel. Der. 0.309 [m/s]

Prof. Der. 1.48 [m]

Area Der. 22.15 [m²]

Q Der. 4.94 [m³/s]

Ancho 1008.98 [m]

Area Total 6406.17 [m²]

Q/Area 0.576 [m/s]

Vel. De Fluj 0.603 [m/s]

Diz. de Fluj 213.08 [°]

Curso MG 121.55 [°]

Vel. Prom. D 0.897 [m/s]

Núm. De Ens 2710

Núm. De Ens 5466