



RELLENOS HIDROMECHANIZADOS

TERRAPLÉN POR REFULADO BAJO AGUA

PLANTA DE TRATAMIENTO PTAR BELLA VISTA

AVENIDA COSTANERA SEGUNDA ETAPA

Ing. César López Bosio – Ing. Felipe Ramírez Cantero



3er. CONGRESO
PARAGUAYO
Vialidad
y Tránsito
EXPO VIAL 2018

APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE
COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO

1. INTRODUCCIÓN

Los bañados del Río Paraguay, están constituidos por planicies fluviales o fluvio lacustres, íntimamente relacionadas con el Río, consistentes en depósitos aluviales a lo largo de los valles con pendientes casi nulas, que se caracterizan por presentar diques marginales, islas y lagunas pequeñas, donde tanto la dinámica fluvial como las descargas de las unidades de terrazas tienen un factor preponderante.

Los suelos correspondientes a estos bañados poseen una gran heterogeneidad, debido a la propia génesis de estos suelos que se han formado por sucesivas deposiciones de material resultante de las avenidas del río y de los arroyos provenientes de las zonas altas que aportan al río.

Recuperar estos bañados, utilizando los rellenos hidráulicos, se constituyen una alternativa muy interesante, teniendo en cuenta la existencia de depósitos de excelente material a lo largo del río y de dragas adecuadas para la realización de los mismos.



2. GLOSARIO

Hidromecanización (refulado): Conjunto de procesos que incluye la explotación, transporte y deposición de un suelo en un área predeterminada con auxilio de agua.

Rellenos hidráulicos: Aquellos rellenos construidos por medio del proceso de hidromecanización.

Hidromezcla: Mezcla de suelo y agua transportada y depositada en el sitio de deposición del relleno hidráulico.

Diques o espaldones: Estructuras de suelo para resistir el empuje de las tierras o de las aguas.

Talud: Pendiente de los paramentos de los diques o espaldones, medidos en la relación horizontal (H) a vertical (V).



2. GLOSARIO (cont.)

Piscina: Sector del recinto del relleno en el cual se recolecta la fracción de la hidromezcla, considerada no apta como material de relleno.

Sumidero: Elemento constructivo destinado a la evacuación del agua y materiales muy finos, sobrantes del refulado.

Recinto del relleno: Sitio limitado o no por espaldones, donde se deposita la hidromezcla.

Concentración de la hidromezcla (C_v): Relación entre el volumen de sólidos sedimentados y el volumen de agua sobreyacente a los mismos. Esta concentración deberá estar entre el 10% al 45%.

2. GLOSARIO (cont.)

Compactación relativa: Define el estado de compactación de un suelo arenoso viene dado por la expresión.

$$CR = \frac{\gamma_{\max}}{\gamma_d} \times \frac{\gamma_d - \gamma_{\min}}{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}}$$

En rellenos hidráulicos, este valor debe ser igual o mayor a 50%.
donde:

γ_d = Peso específico aparente seco del relleno.

$$\gamma_d = \frac{\gamma_{\text{nat}}}{1 + w} \quad \text{donde } w \text{ es el valor de la humedad } (10\% < w < 15\%)$$

γ_{\min} = Peso específico aparente seco mínimo (arena suelta).

γ_{\max} = Peso específico aparente seco máximo (arena densa).

3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

COMITÉ NACIONAL
PARAGUAYO
WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE

2. GLOSARIO (cont.)

Observación: En el caso de arenas homogéneas, basta definir en laboratorio los valores de γ_{\min} y γ_{\max} y calcular γ_d para $CR = 50\%$ y en el sitio del relleno hidráulico controlar permanentemente el valor de γ_d (γ_d debe ser del orden de 1.5 tn/m^3).

Permeabilidad del relleno hidráulico (k): Debe oscilar entre 10^{-3} y 10^{-2} cm/seg.

Observación: El valor ideal sería 10^{-2} cm/seg. Deberá ser verificado con ensayos de campo.



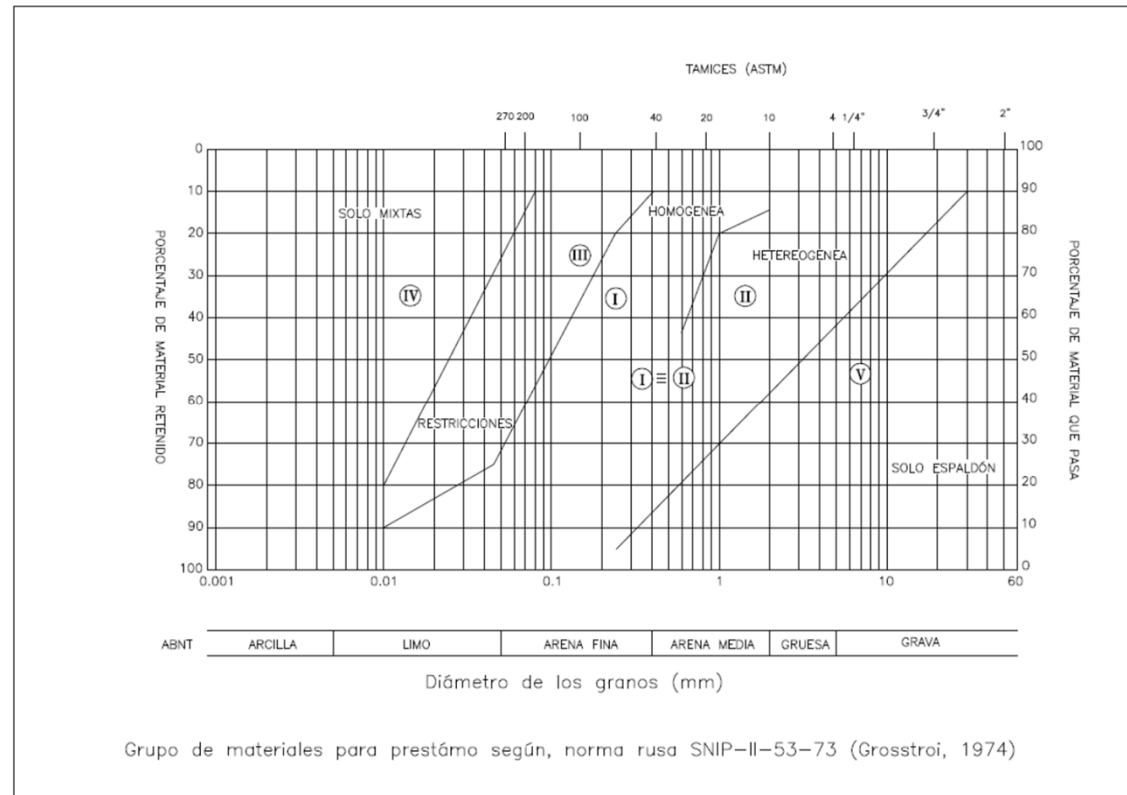
3. MATERIALES

Según Jiménez Salas, la calidad de los rellenos hidráulicos es muy variable. Si el material dragado es arena limpia, o bien con algo de arcilla o limo (hasta el 15% pasando por el tamiz #200), el resultado puede ser excelente, considerando que el proceso produce cierta disminución de los finos. (Las arenas del Río Paraguay y del Río Paraná, de graduación fina a media, presentan un porcentaje de limos, inferior al 5%).

Gosstroi, 1974, presenta un Grupo de Materiales de Préstamo, donde se aprecian suelos que pueden ser utilizados en terraplenes hidráulicos, clasificados según la norma rusa SNIP-II-53-73. La franja granulométrica de las arenas finas limosas del fondo del Río Paraguay y del Río Paraná, se ubica en el grupo I, que de acuerdo a dicha norma, corresponde a materiales adecuados para la realización de rellenos hidráulicos homogéneos.



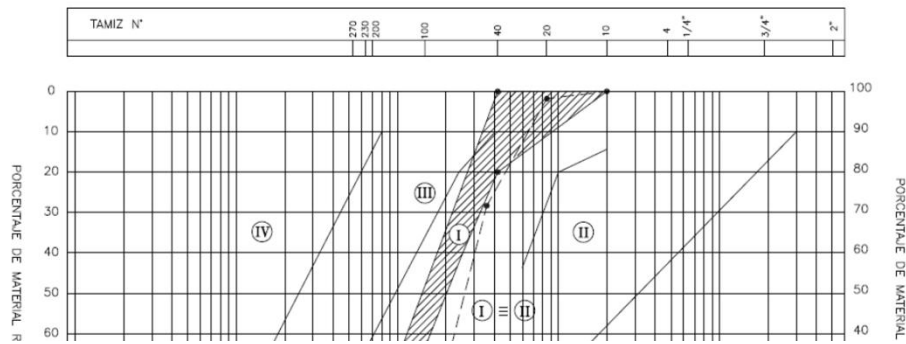
3. MATERIALES (cont.)





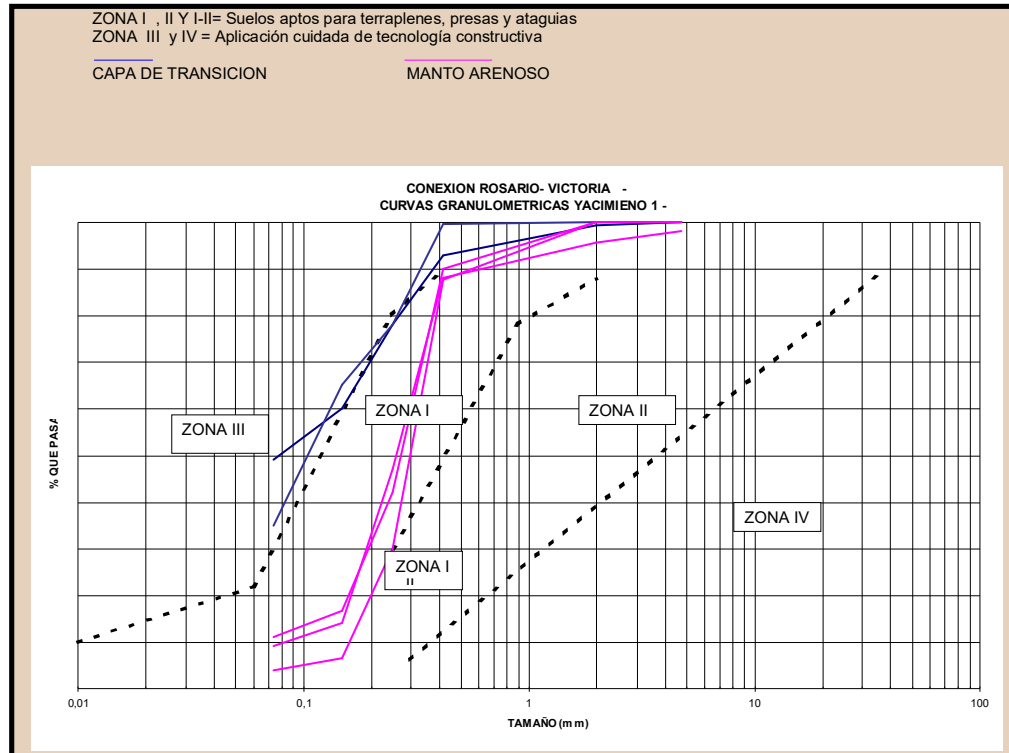
3. MATERIALES (cont.)

Curva granulométrica de las arenas del canal del Rio Paraguay





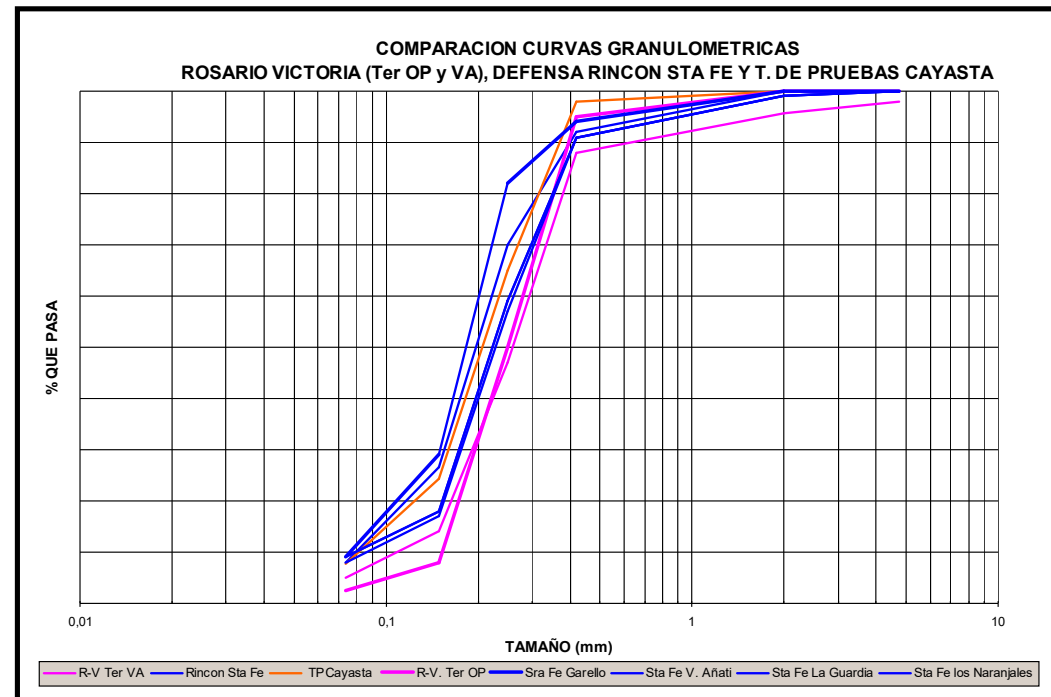
3. MATERIALES (cont.)



Faja Granulométrica Arenas Río Paraná (Vardé, 2018)



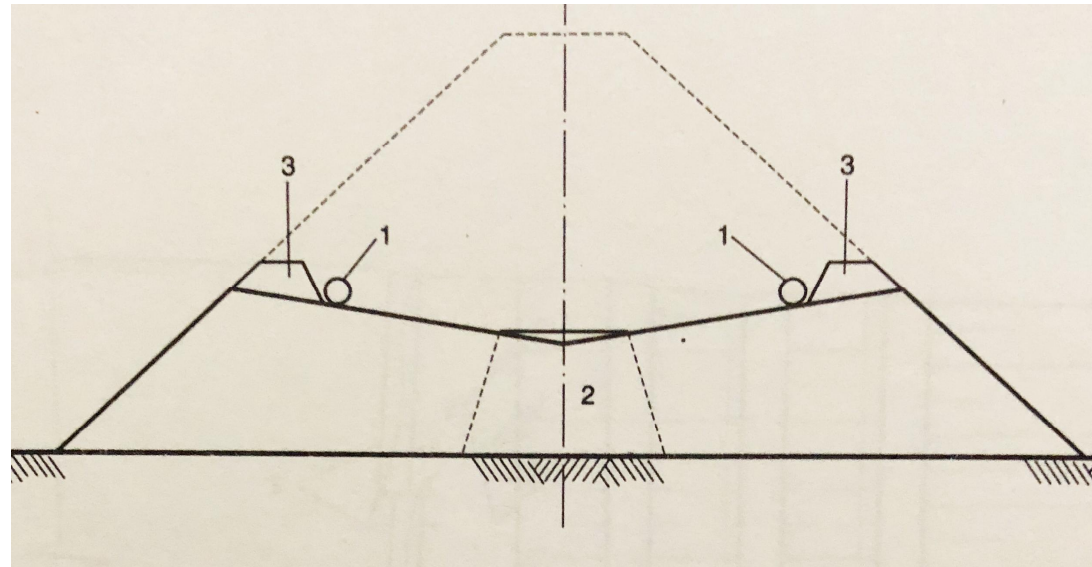
3. MATERIALES (cont.)



Faja Granulométrica Arenas Río Paraná (Vardé, 2018)



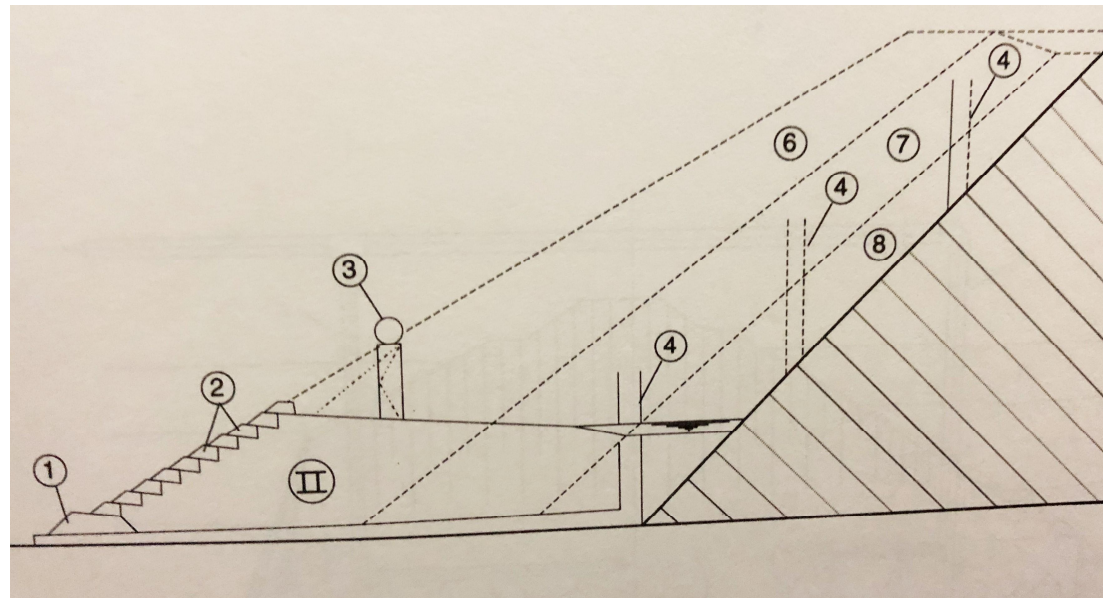
4. TIPOS DE LANZAMIENTO – LANZAMIENTO BILATERAL



- 1 - Tubo de descarga
- 2 - Piscina de sedimentación
- 3 - diques o espaldones



4. TIPOS DE LANZAMIENTO – LANZAMIENTO UNILATERAL



- 1 – Dique o espaldón.
- 2 – Diques simultáneos.
- 3 – Tubo de descarga.
- 4 – Pozos de desagüe.

- 5 – Piscina.
- 6 – Espaldón.
- 7 – Zona intermedia.
- 8 – Núcleo.



5. LANZAMIENTO BAJO AGUA

Cuando la superficie a ser rellenada se encuentra bajo agua, se procede al refulado, realizando descargas centralizadas de la hidromezcla, generando la formación de un cono de material sólido bajo la punta de la tubería.

Cuando dicho cono sobrepasaba 50 cm. el nivel de agua, se muda la tubería. Se repite este procedimiento, formando líneas de conos yuxtapuestos que se denominan prismas pilotos (Moretti, M.R. & Teixeira da Cruz, P., 100 Barragens Brasileiras, art. 17, 1995).

El espacio entre puntas de conos emergentes se rellena posteriormente, hasta lograrse una superficie aproximadamente uniforme.

La nivelación de la parte seca del terreno, se realiza con tractor de cuchilla o con el propio relleno hidráulico, que es distribuido en toda la superficie hasta lograr su horizontalidad.

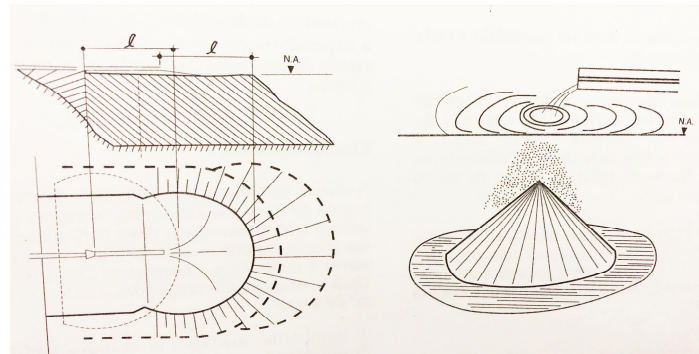
3er. CONGRESO PARAGUAYO
Vialidad y Tránsito
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD ASSOCIATION
COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO
MONDIALE DE LA ROUTE

5. LANZAMIENTO BAJO AGUA – ESQUEMA DE LANZAMIENTO



Prismas pilotos – Conos yuxtapuestos.



5. LANZAMIENTO BAJO AGUA – DENSIDAD RELATIVA

Las especificaciones previstas para los rellenos en suelo estipulan que los mismos deben tener densidades relativas del orden del 50% al 60% (PTAR, 60%, Avenida Costanera Segunda Etapa, 50%).

En los rellenos en agua, según el Ing. Oscar Vardé, de acuerdo a las experiencias adquiridas en los rellenos de la conexión vial Rosario – Victoria y la presa del Aguapey, dichas densidades es imposible obtenerlas una vez instalado el relleno.

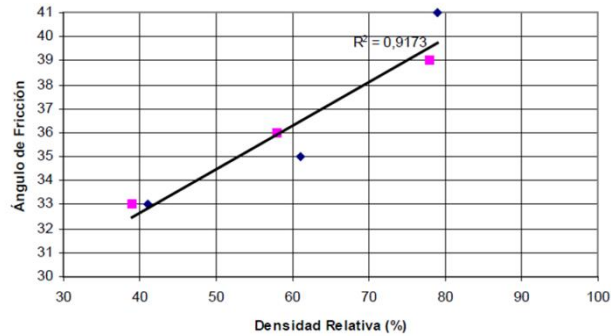
La estabilidad de los rellenos no pasa, según sus estudios, por una cuestión de Densidad Relativa, sino por los valores mínimo del ángulo de fricción.

De acuerdo a sus investigaciones, una densidad relativa de 30%, en los rellenos bajo agua, dan ángulos de fricción de 30 grados, suficiente para alcanzar la estabilidad de los rellenos.

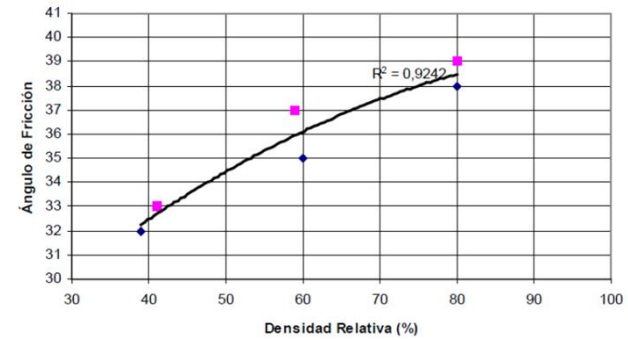


5. LANZAMIENTO BAJO AGUA – DENSIDAD RELATIVA

Relación Densidad Relativa - Angulo de Fricción



Conexión vial Rosario - Victoria



PTAR Bella Vista - Asunción

Ingeniero Oscar Vardé

3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO
WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE

CASO PLANTA DE TRATAMIENTO BELLA VISTA - ASUNCIÓN

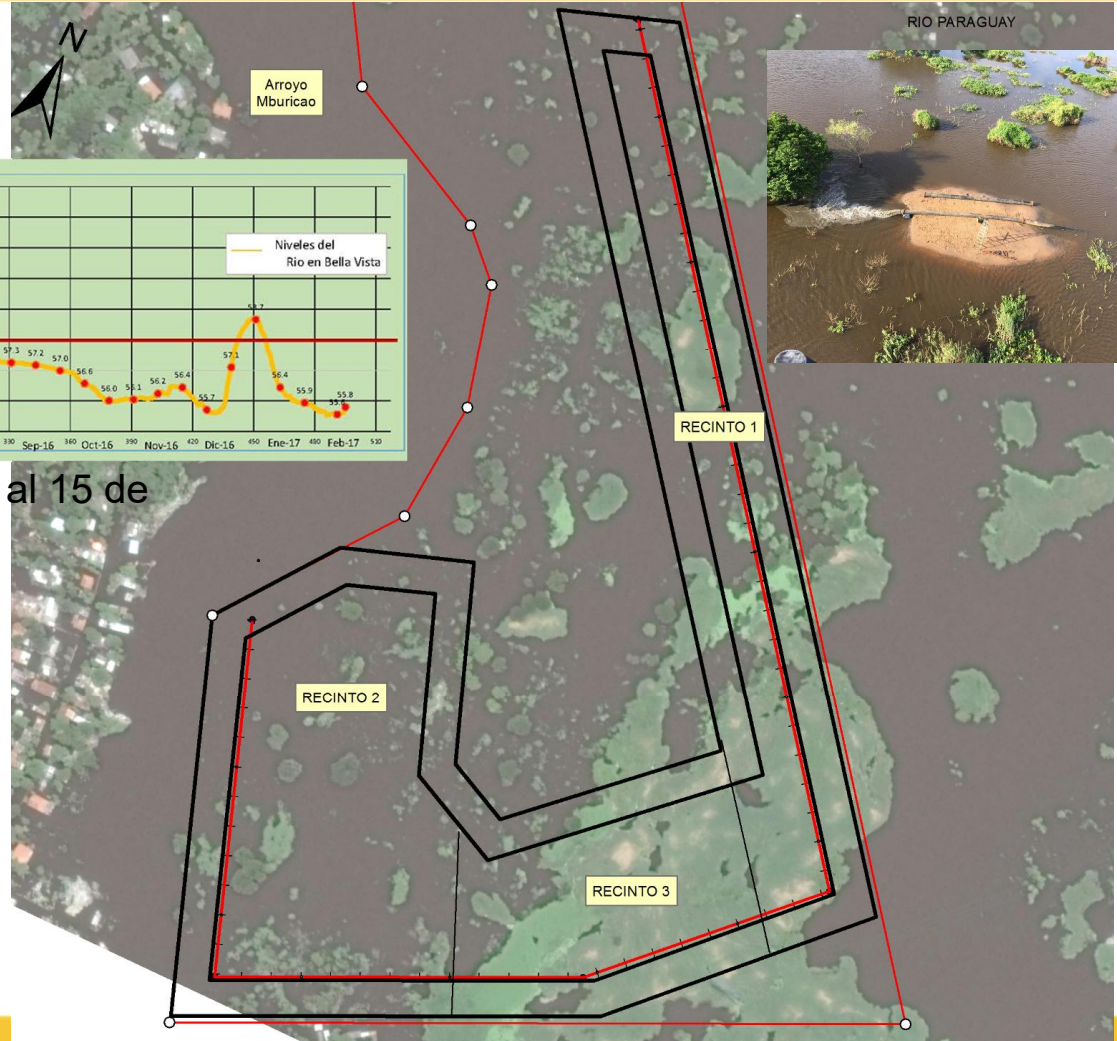


6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP





Inundación del 15 de noviembre 2015 al 15 de febrero de 2017



3er. CONGRESO PARAGUAYO
Vialidad y Tránsito
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD ASSOCIATION
COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO
MONDIALE DE LA ROUTE

6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP



6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP

DRAGAS



Electra II Signature Py



Electra IV Signature Py

| MARCA | MATRICULA | POTENCIA (kW) | PROFUNDIDAD DE DRAGADO (m) | CAPACIDAD BOMBEO (m ³ /h) | ESLORA (m) | MANGA (m) |
|------------|-----------|---------------|----------------------------|--------------------------------------|------------|-----------|
| Electra IV | 4179-DR | 450 KW | 14 m | 2000 500m ³ /h sol | 18 | 7 |
| Electra II | 3958-D | 800 KW | 24 m | 3000 700m ³ /h sol | 24 | 7 |

3er. CONGRESO PARAGUAYO
Vialidad y Tránsito
EXPO VIAL 2018



6. RELLENO BAJO AGUA – PLAN PILOTO

APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD ASSOCIATION
ASSOCIATION MONDIALE DE LA ROUTE
COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO





Equipamiento mecánico complementario

| TIPO | MODELO | FUNCIÓN |
|---|----------------------------|--|
| Retro Excavadora | CATERPILLA R 336 DL | Trabajos construcción de dique de contención en el relleno y movimiento de cañerías. |
| Retro Excavadora | CATERPILLA R 312 D2L | Ídem anterior |
| Vibro compactadora con rodillo liso de 10 T | BOMAG BW 211 PD 50 | Compactar superficie del terraplén |



3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE
COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO

6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP

PLAN PILOTO



3er. CONGRESO PARAGUAYO
Vialidad y Tránsito
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD ASSOCIATION
MONDIALE DE LA ROUTE
COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO

6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP



3er. CONGRESO PARAGUAYO
Vialidad y Tránsito
 EXPO VIAL 2018

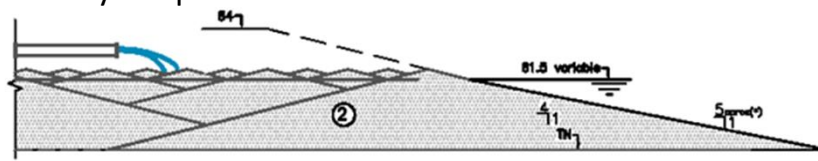
APC
 ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD ASSOCIATION
 COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO
 ASSOCIATION MONDIALE DE LA ROUTE

6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP



Conos yuxtapuestos



3er. CONGRESO PARAGUAYO
Vialidad y Tránsito
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

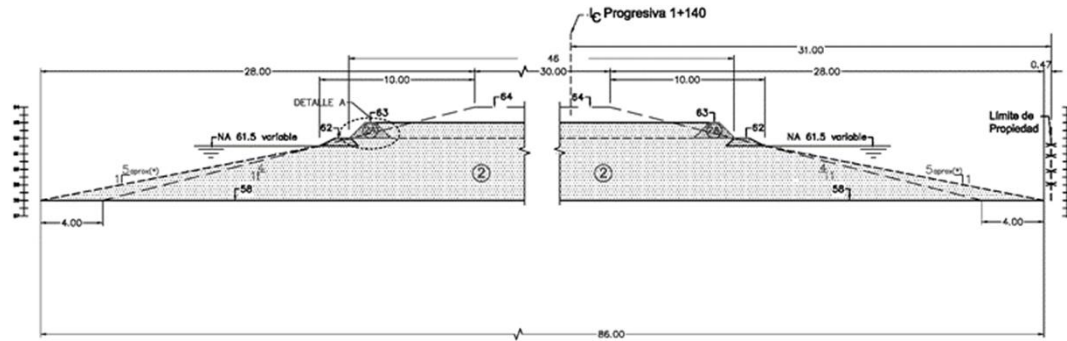
WORLD ROAD ASSOCIATION
MONDIALE DE LA ROUTE
COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO

6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP





6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP



SECCIÓN D-D
SEGUNDA ETAPA DE REFULADO – RECINTO 1



3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE
COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO

6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP



3er. CONGRESO PARAGUAYO
Vialidad y Tránsito
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRERAS

WORLD ROAD ASSOCIATION
COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO
MONDIALE DE LA ROUTE

6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP



3er. CONGRESO
PARAGUAYO
Vialidad
y Tránsito
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE
COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO

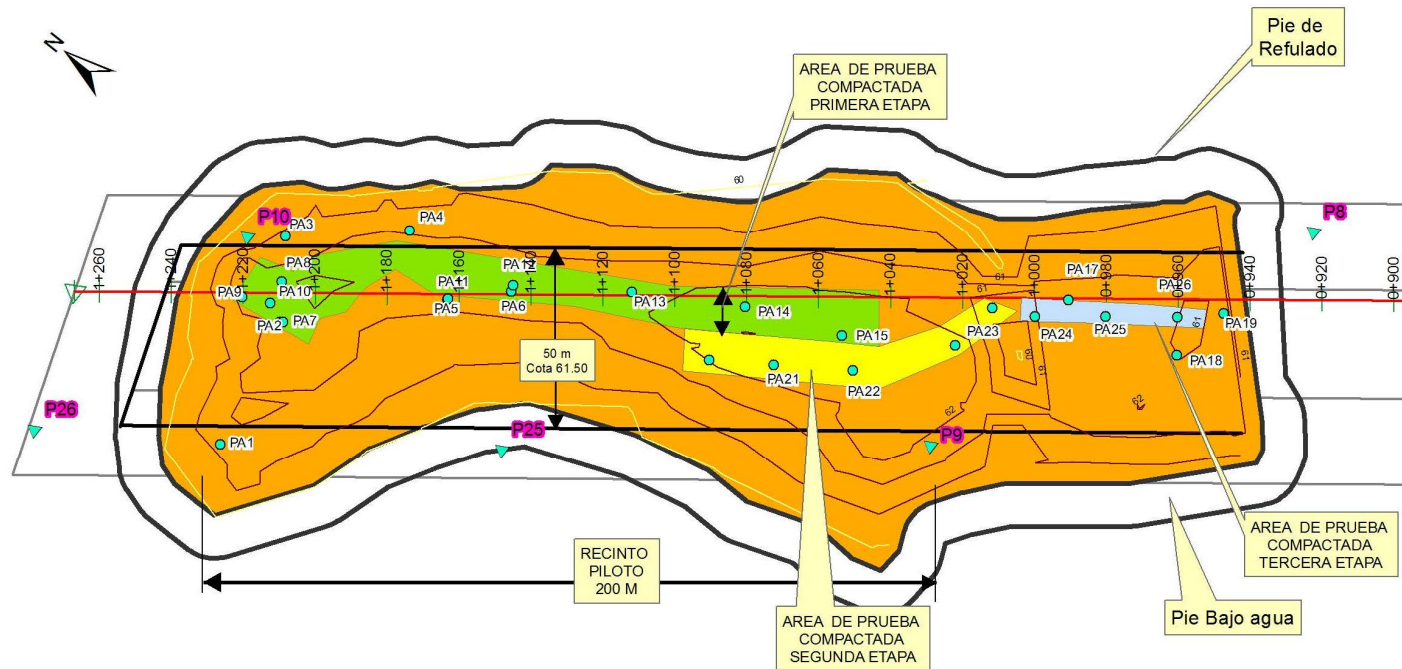
6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP



ENSAYO DE DCP



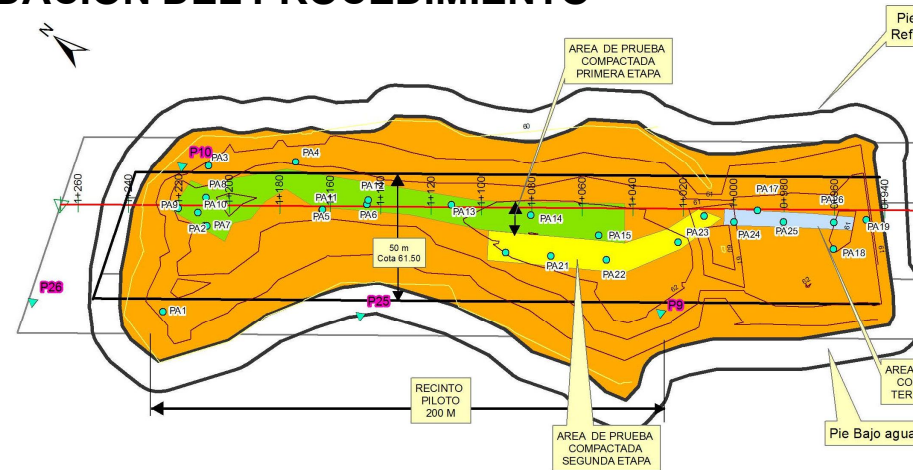
INVESTIGACIÓN DE DETALLE DEL PLAN INICIAL DE REFULADO BAJO AGUA. VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO



INVESTIGACIÓN DE DETALLE DEL PLAN INICIAL DE REFULADO BAJO AGUA. VALIDACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Ejecución de

- Ensayos de SPT
- Ensayos de densidad max , min
- Ensayos de densidad in situ
- Ensayos de DCP



| COMPARACION DEL SPT EN PORCION SUMERGIDA ANTES Y DESPUES DE LA COMPACTACION | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------------|--|-------------------|--|-------------------|--|-------------------|--|----------------|
| Profundidad del SPT | Antes de la Compactación 20/02/2016 | Densidad Relativa | Después de la Compactación 02/03/2016 | Densidad Relativa | Después de la Compactación 02/03/2016 | Densidad Relativa | Después de la Compactación 02/03/2016 | Densidad Relativa | Después de la Compactación 02/03/2016 | Nivel del Agua |
| | | | | | | | | | | |
| COTA 61.25 | PROF. 0.00 | | | | | | | | | |
| 60.78 | 0.47 | 2 | 6 | | 6 | | 4 | | 4 | |
| 60.25 | 1 | 4 | 8 | 66.67 | 9 | 70.77 | 10 | 65.04 | 10 | 1.0 NA |
| 59.57 | 1.68 | 4 | 9 | | 6 | | 10 | | 12 | |
| 59.33 | 1.92 | 7 | 7 | | 3 | | 8 | | 7 | |
| 58.91 | 2.34 | | 9 | | 3 | | 3 | | 4 | |
| 58.4 | 2.85 | | 6 | | 7 | | 5 | | 3 | |
| 57.95 | 3.3 | TN | 4 TN | | 12 TN | | 4 TN | | 5 TN | |

TN: Terreno Natural ; NA: Nivel de agua ; N Índice de SPT ; P: Pasadas del Rodillo de 10t

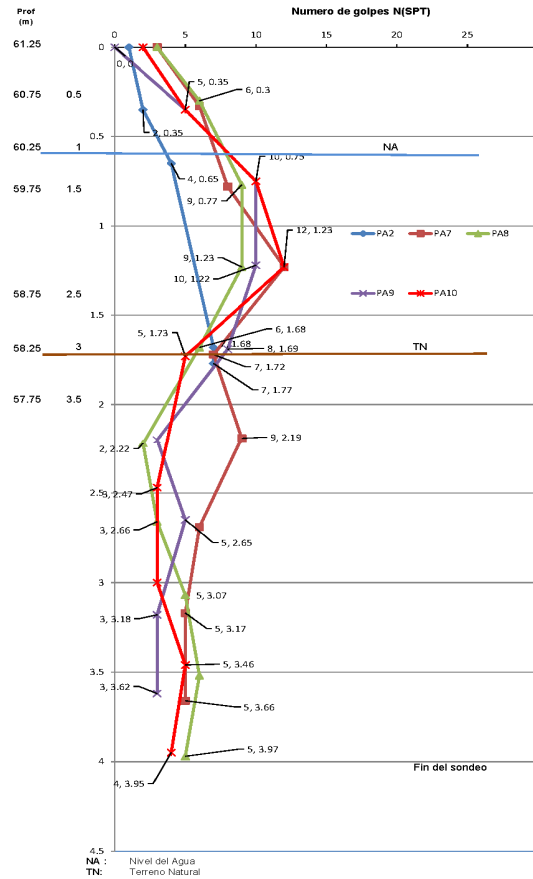


6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP

Avance con todos los ensayos de control y colocación de los asentímetros de placa, control de consolidación de fundación



6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP



**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE SPT
ANTES Y DESPUÉS DE LA
COMPACTACIÓN MECÁNICA**



6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP

DRENES VERTICALES

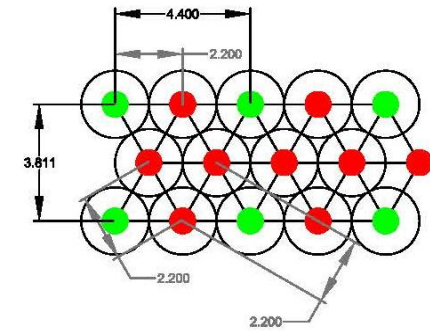
. Para acelerar el proceso de asentamiento de las capas inferiores de arcilla bajo el terraplén de refulado

. Son de la marca comercial CeTeau, y tienen como antecedente el haber sido utilizados en la Costanera de Asunción, primera etap.

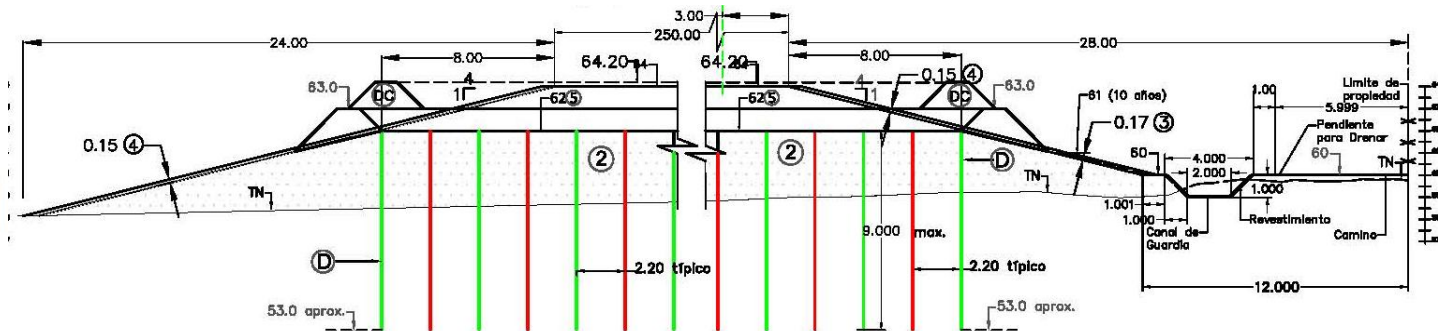


| ITEM | MÉTODO DE ENSAYO | PROPIEDADES FÍSICAS | UNIDAD | CUMPLIMIENTO ET |
|---------------|------------------|---------------------|--------|-----------------|
| Anchura | ASTM D3774 | 98 /-3 | mm | SI |
| Espesor | ASTM D5199 | 5.0/-0.3 | mm | SI |
| Permeabilidad | ASTM D4491 | 2.5×10^4 | m/s | SI |
| Resistencia | ASTM D4495 | 18 | KN/m | SI |

6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP



● DRENES A SER COLOCADOS DESDE COTA 62
● DRENES A SER COLOCADOS DESDE COTA 63 O 64



3er. CONGRESO
PARAGUAYO
Vialidad
y Tránsito
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRERAS

WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE
COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO

6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP

Compactación con rodillo de 10 tn, para mejoramiento de la densidad bajo agua

Colocación de los drenes verticales, desde la cota +62 .
Promedio 12 m.

Dificultades en la penetración de los drenes
Apoyo con perforación para penetración



3er. CONGRESO PARAGUAYO
Vialidad y Tránsito
EXPO VIAL 2018



6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP

RELLENO EN FASE DE FINALIZACION

APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD ASSOCIATION
MONDIALE DE LA ROUTE
COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO



3er. CONGRESO PARAGUAYO
Vialidad y Tránsito
EXPO VIAL 2018



6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP

PROYECTO
MARZO 2017

APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

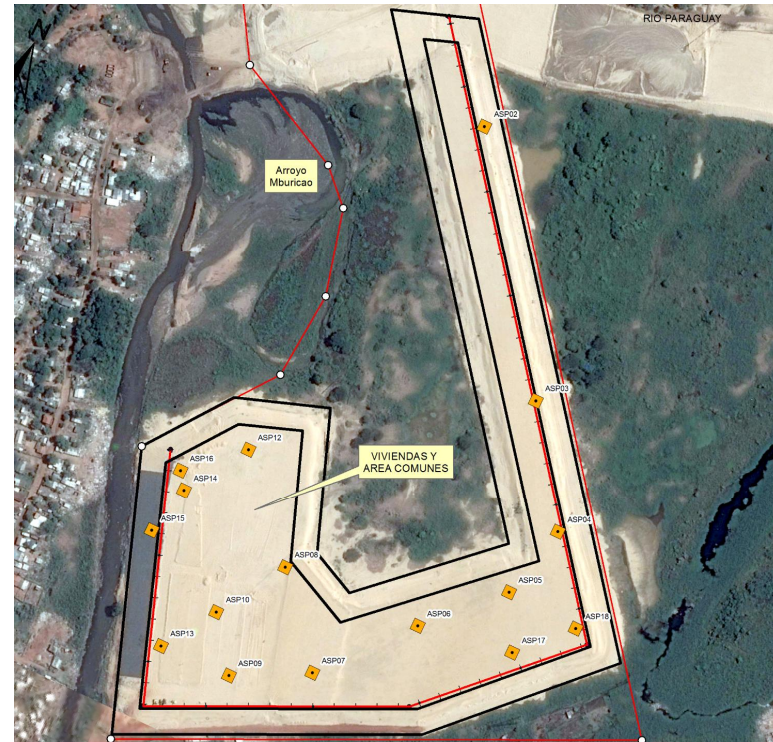
WORLD ROAD ASSOCIATION
COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO
ASSOCIATION MONDIALE DE LA ROUTE





6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP

ASENTIMETROS COLOCADOS 2016-2017

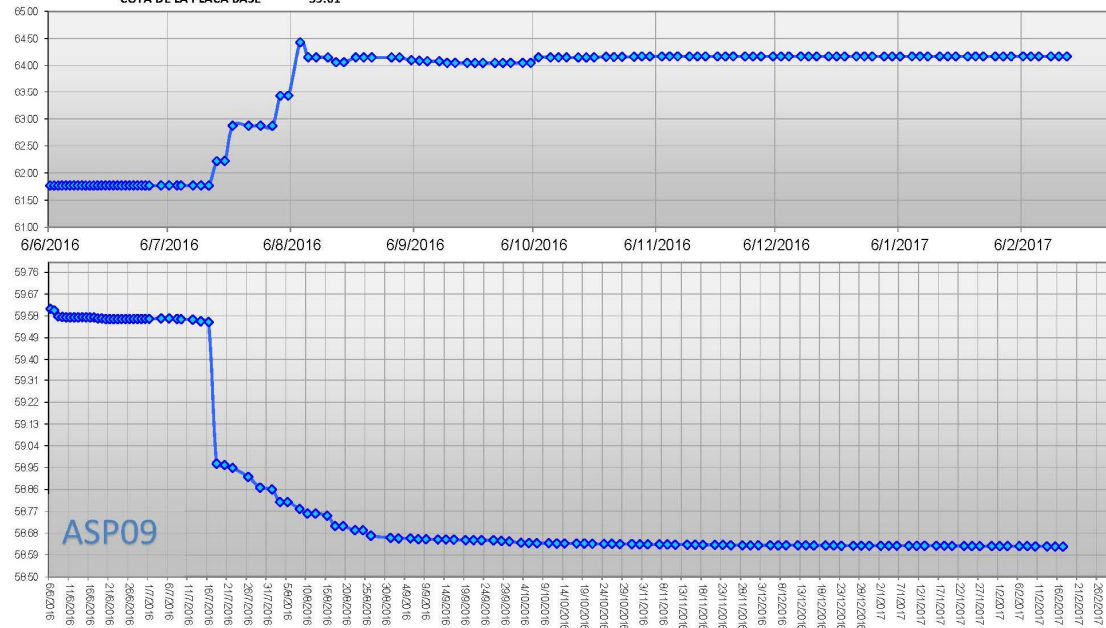
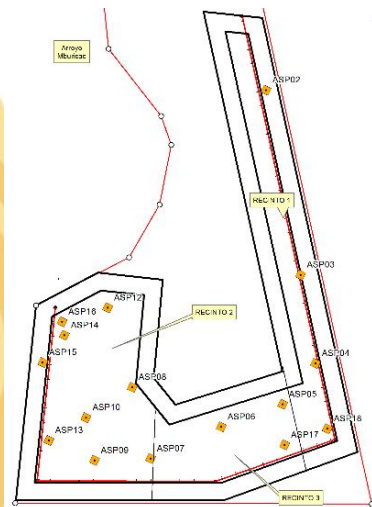


6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP

MONITOREO DE DEFORMACION VERTICAL DE PLACAS

ASP09

E= 7206954.66 N= 439918.916 Z= 59.61
COTA DE LA PLACA BASE 59.61

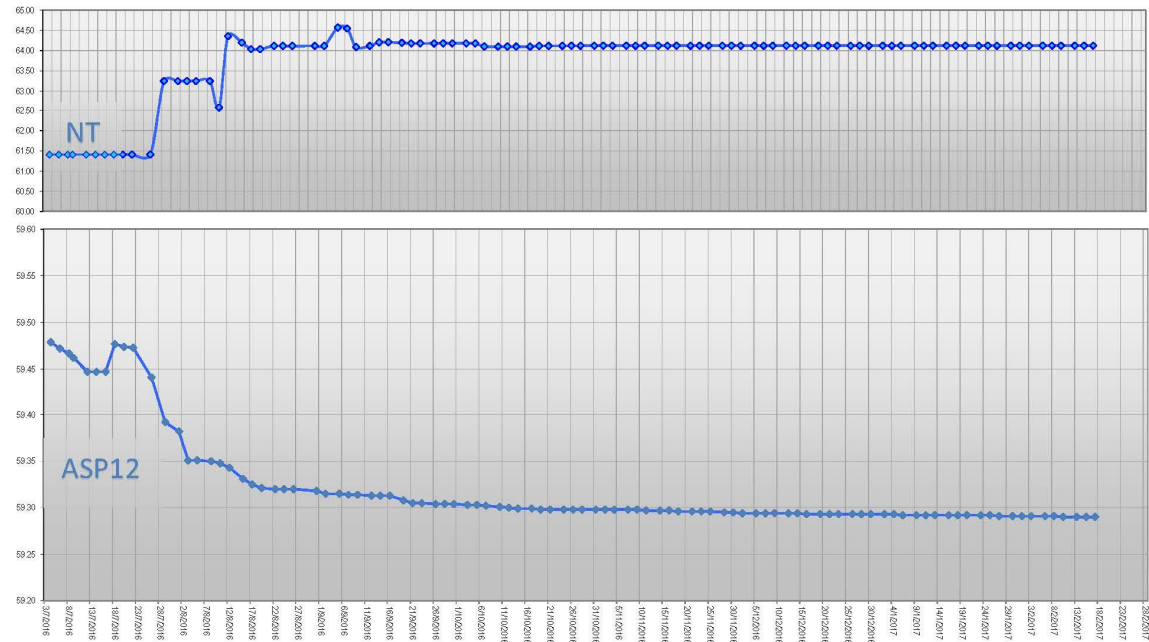
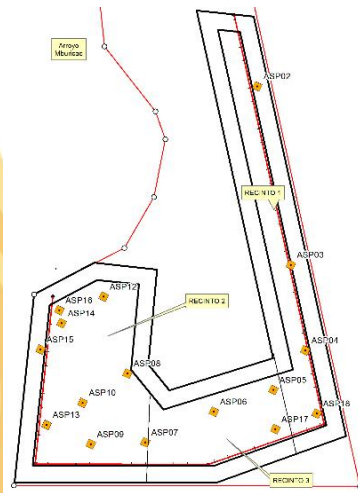


6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP

MONITOREO DE DEFORMACION VERTICAL DE PLACAS

ASP12

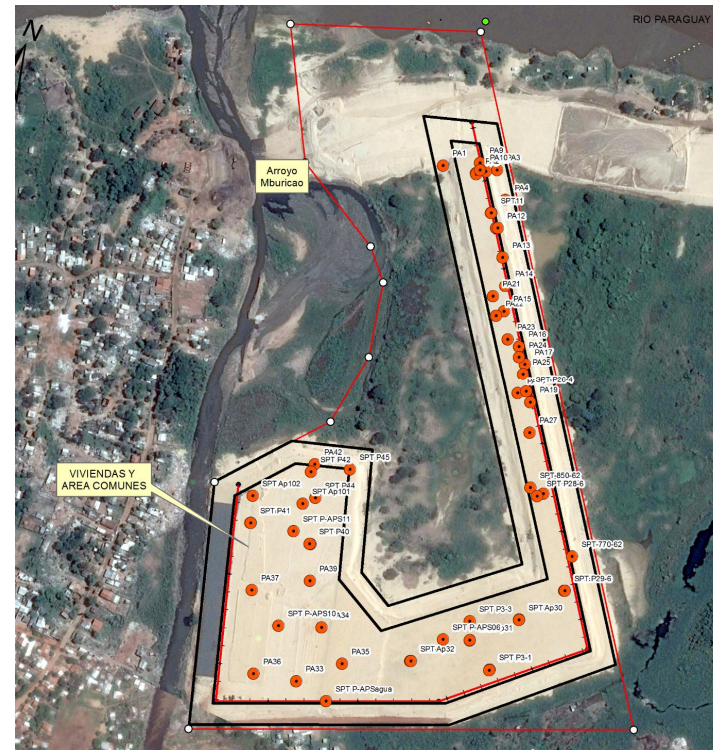
E= 7207153.65 N= 439844.28 Z= 59.479
COTA DE LA PLACA BASE 59.479





6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP

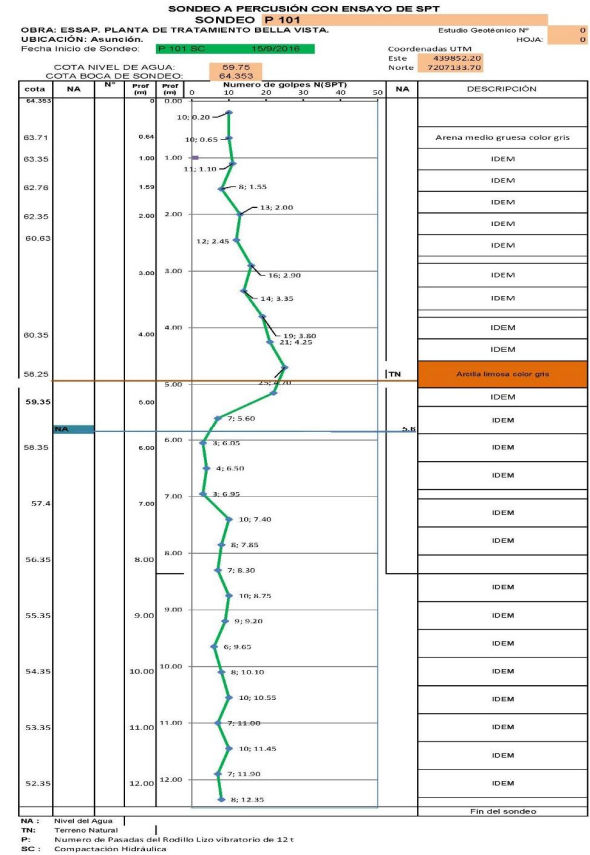
SPT REALIZADOS
CONTROL DE CALIDAD
DURANTE EL
REFULADO
2da ETAPA
2016-2017





6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP

CONTROL DE CALIDAD FINAL
COMPLETADO EL RELLENO A LA
COTA DEL PROYECTO
DENSIDAD
SPT





6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP

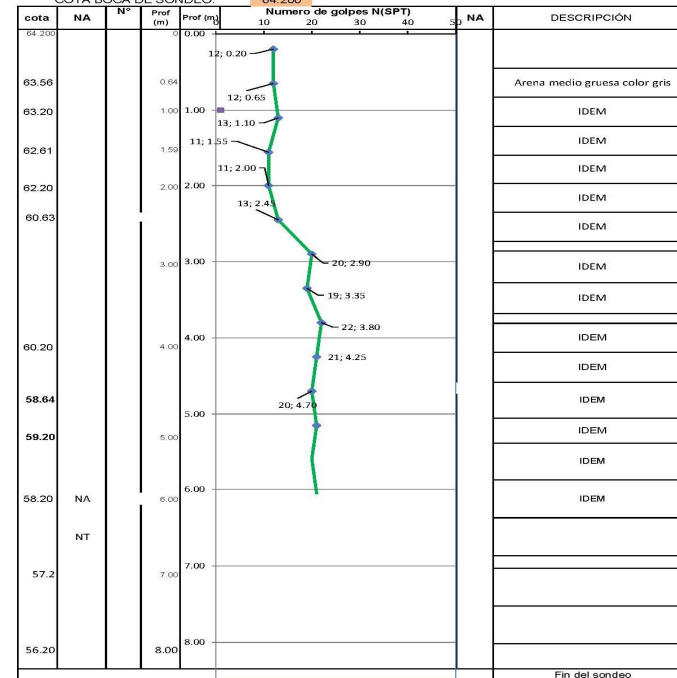
CONTROL DE CALIDAD FINAL
COMPLETADO EL RELLENO A LA
COTA DEL PROYECTO
DENSIDAD
SPT

CONSORCIO BELLA VISTA - OBRAS DE PTAR

SONDEO A PERCUSIÓN CON ENSAYO DE SPT SONDEO P - APS10

OBRA: ESSAP. PLANTA DE TRATAMIENTO BELLA VISTA. Estudio Geotécnico N° 0
UBICACIÓN: Asunción. HOJA: 0
Fecha Inicio de Sondeo: P-APS10 7/12/2016 Coordenadas UTM
Este: 430886.72
Norte: 7207000.28

COTA NIVEL DE AGUA: NA 64.200
COTA BOCA DE SONDEO: 64.200



NA : Nivel del Agua
TN: Terreno Natural
P: Numero de Pasadas del Rodillo Lizo vibratorio de 12 t
SC : Sin Compactación Mecánica



6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP

SECCIÓN ANALIZADA

| ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES | | | | | | |
|------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------|--------|---------|---------|
| PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE | | | | | | |
| Fundación | | γ sat (t/m ³) | C (kg/cm ²) | ϕ | FS | |
| | | | | | Cota 56 | Cota 61 |
| 3.1 | Arcilla limosa y arcilla blanda relleno fin de construcción | 1,6 | 0,25 | 0 | 1,227 | 1,626 |
| | relleno luego de la consolidación | 1,6 | 0,40 | 0 | 1,885 | 2,493 |
| 3.2 | Arena limo arcillosa relleno fin de construcción | 1,6 | 0,15 | 12° | 1,716 | 1,945 |
| | relleno luego de la consolidación | 1,6 | 0,20 | 16° | 2,236 | 2,528 |
| 3.3 | Arena fina suelta relleno fin de construcción | 1,6 | 0 | 21° | 1,590 | 1,549 |
| | relleno luego de la consolidación | 1,6 | 0 | 28° | 2,100 | 2,015 |

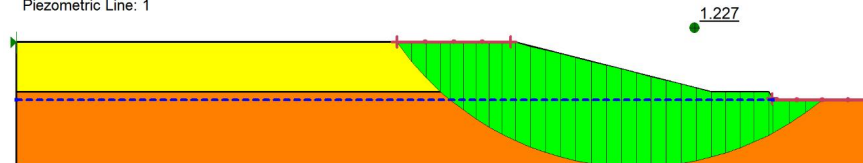


6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP

Modelo con la corrida y coeficiente de seguridad

Alternativa 2 - Sección A - Caso 1 - C=0,25.gsz

Name: Relleno Hidráulico
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 30 °
Piezometric Line: 1



Name: Fundación
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 24.52 kPa
Phi: 0 °
Piezometric Line: 1

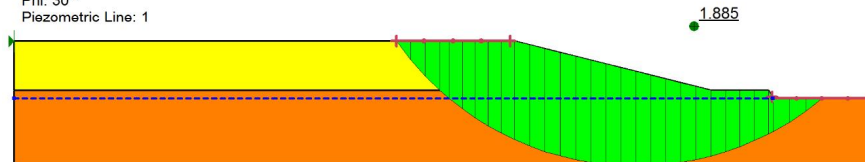


6. RELLENO BAJO AGUA – PTAR - BELLA VISTA - ESSAP

Modelo con la corrida y coeficiente de seguridad

Alternativa 2 - Sección A - Caso 1 - C=0,40.gsz

Name: Relleno Hidráulico
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 30 °
Piezometric Line: 1



Name: Fundación
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 39.23 kPa
Phi: 0 °
Piezometric Line: 1

3er. CONGRESO PARAGUAYO
Vialidad y Tránsito
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD ASSOCIATION
MONDIALE DE LA ROUTE
COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO



3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

COMITÉ NACIONAL
PARAGUAYO
WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE

CASO AVENIDA COSTANERA DE ASUNCIÓN – SEGUNDA ETAPA

3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE
COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO

7. AVENIDA COSTANERA SEGUNDA ETAPA - SITUACIÓN INICIAL



3er. CONGRESO PARAGUAYO
Vialidad y Tránsito
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD ASSOCIATION
ASSOCIATION MONDIALE DE LA ROUTE
COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO

7. AVENIDA COSTANERA SEGUNDA ETAPA - SITUACIÓN INICIAL



3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE
COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO

7. LANZAMIENTO BAJO AGUA – ESQUEMA DE LANZAMIENTO

Se procede al refulado, realizando descargas centralizadas de la hidromezcla, generando la formación de un cono de material sólido bajo la punta de la tubería.

Cuando dicho cono sobrepasaba 50 cm. el nivel de agua, se muda la tubería. Se repite este procedimiento, formando líneas de conos yuxtapuestos que se denominan prismas pilotos (Moretti, M.R. & Teixeira da Cruz, P., 100 Barragens Brasileiras, art. 17, 1995).

3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE
COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO

7. AVENIDA COSTANERA SEGUNDA ETAPA - PROCESO DE LANZAMIENTO



Se cuidó siempre que el chorro caiga lo más vertical posible para lograr obtener los conos yuxtapuestos.

3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE
COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO

7. AVENIDA COSTANERA SEGUNDA ETAPA – VERTIDO DEL REFULADO



En el vertido del refulado bajo agua, es interesante mencionar el talud que forma la arena, del orden de 1:8 a 1:10 (pendiente de playa).



7. AVENIDA COSTANERA SEGUNDA ETAPA – TALUD DE LA ARENA BAJO AGUA

Una vez registrado el descenso del río, y realizadas las mediciones de las pendientes de los taludes sumergidos, se pudo observar que en promedio, el talud del mismo era del orden de 1:10 (1 en la vertical, 10 en la horizontal) hasta niveles del orden de 50 cm a 70 cm, por debajo del nivel del agua.

Posteriormente, este talud, aparentemente por una disminución de la velocidad del flujo de la hidromezcla, se hacía del orden de 1:8 (1 en la vertical, 8 en la horizontal).

3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE
COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO

7. AVENIDA COSTANERA SEGUNDA ETAPA - PROCESO DE AVANCE



El avance se hizo progresivamente, hasta lograr un relleno de aproximadamente un metro por encima del nivel del agua.

3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE
COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO

7. AVENIDA COSTANERA SEGUNDA ETAPA - CONTROL REFULADO BAJO AGUA

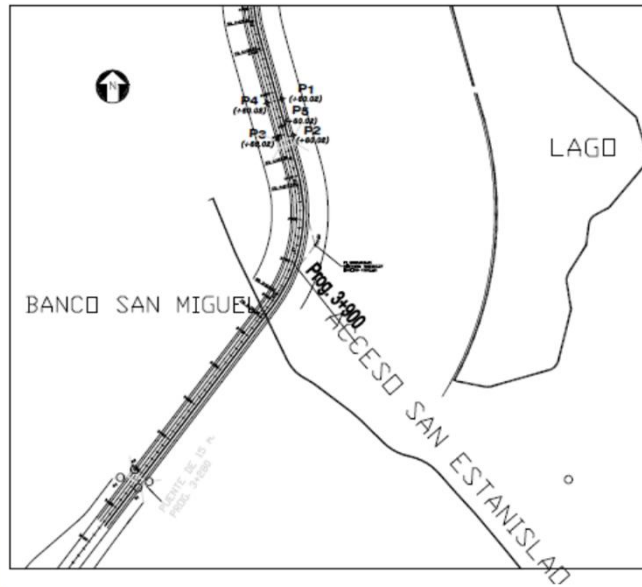
Una vez regularizada la superficie, se procedió a analizar las condiciones del refulado baja agua.

Para analizar la calidad de dicha capa de refulado, se realizaron sondeos a percusión, con realización de ensayos de penetración S.P.T. continuos, hasta alcanzar los suelos del terreno natural.

En función a los resultados, se tuvo en cuenta lo sugerido por el Consultor Ingeniero Oscar Vardé, que había sugerido un valor mínimo del NÚMERO DE GOLPES DEL ENSAYOS S.P.T. MAYORES A OCHO ($N > 8$), valor con el cual se obtiene un ángulo de rozamiento interno de 30° , suficiente para la verificación de los taludes de diseño, sin que se produzcan fallos en los mismos.



7. AVENIDA COSTANERA SEGUNDA ETAPA - CONTROL REFULADO BAJO AGUA



| LOGOS | | OBRA: AVENIDA COSTANERA - SEGUNDA ETAPA | SONDEO P2 | RESPONSABLE: ING. CESAR LOPEZ BOSIO | HOJA: 3 | | | | | | | | | | |
|--------------------------|----------|---|-------------------------|-------------------------------------|------------------|------------------------|--------|--------|-----|-------------|-----|------|------|--------|--|
| Ingeniería - Consultoría | | UBICACIÓN: Refuldo - Projeiva 4+180 | Cota de Boca (m) +60.02 | Profundidad de sondeo (m): 3.95 | ESTUDIO 383/2016 | | | | | | | | | | |
| | | ENSAYOS DE LABORATORIO | | | | | | | | | | | | | |
| PROFUNDIDAD (m) | COTA (m) | ENSAYO DE CAMPO | | | | ENSAYOS DE LABORATORIO | | | | DESCRIPCION | | | | | |
| | | N.F. | N | N _d | N _s | LL (%) | LP (%) | LP (%) | #10 | | #40 | #100 | #200 | C.E.S. | |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 58.02 | 2.00 | | | | | | | | | | | | | |
| | | n.p. | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 57.07 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 56.57 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 56.07 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |

Refuldo

Terreno natural

Observaciones: X 435709 - Y 720544
 Fecha de inicio de sondeo: 18-10-2016
 Fecha de finalización de sondeo: 18-10-2016
 N.F.: nivel freático
 n.p.: napa potente
 n.d.: napa débil
 N: número de golpes SPT
 N_d: Índice de Bosis

3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

COMITÉ NACIONAL
PARAGUAYO
WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE

7. CONTROL DE LAS CONDICIONES DEL REFULADO BAJO AGUA

Los valores del NÚMERO DE GOLPES DEL ENSAYO S.P.T. verificados en todos los casos fueron MAYORES A OCHO ($N > 8$), por lo que no fue necesario hacer la compactación con rodillo liso vibratorio de 10 t, como fue estipulado en las Especificaciones Técnicas modificadas y aprobadas por la FOCEM a propuesta de nuestro equipo geotécnico.

Se debe tener en cuenta además, que dicha densidad relativa se registra sólo en el estrato sumergido, en el momento del lanzamiento, comenzando a subir el valor de la misma, con el avance de la obra.

Posteriormente, con la instalación de los drenes verticales y con la carga posterior del resto del relleno, la densidad relativa de dicho estrato cargado bajo agua, presentó un aumento sustancial, llegando incluso a superar los valores estipulados en las Especificaciones Técnicas originales.



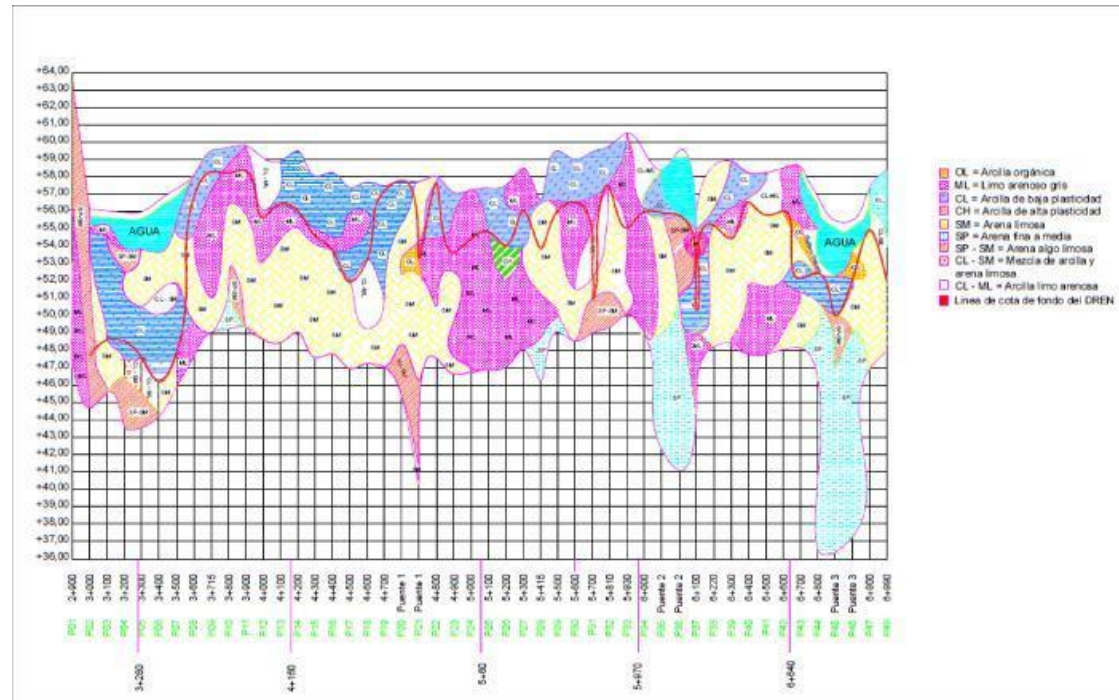
7. AVENIDA COSTANERA SEGUNDA ETAPA – DRENES VERTICALES



Una vez realizado el control del relleno bajo agua y cuando el mismo permitía la entrada de la máquina para instalar los drenes verticales (alrededor de tres días), se procedió a la instalación de los mismos.



8. AVENIDA COSTANERA SEGUNDA ETAPA - DRENES VERTICALES



Perfil estratigráfico a lo largo de la traza de la Avenida Costanera

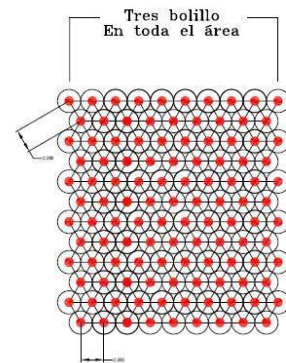


7. AVENIDA COSTANERA SEGUNDA ETAPA - DRENES VERTICALES

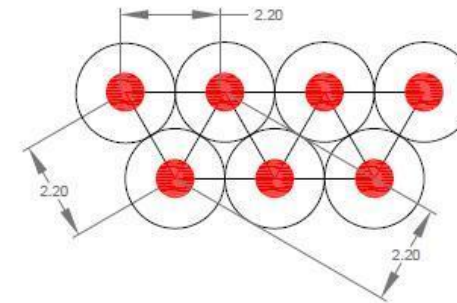
En función al perfil estratigráfico de los sondeos en la traza, se definieron las longitudes de los drenes verticales.

La separación fue de 2,20 m y colocados a tres bolillo.

Estos drenes sirven además para aumentar la densidad relativa de los suelos refulados bajo agua.



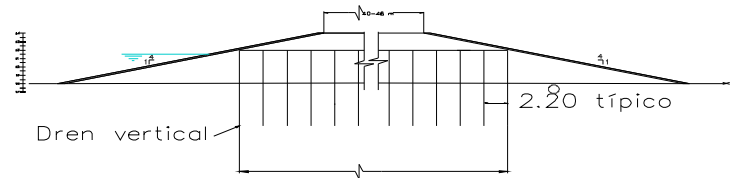
PLANTA ESQUEMATICA
DISTRIBUCION TRIANGULAR DE DRENES



DETALLE



7. AVENIDA COSTANERA SEGUNDA ETAPA - DRENES VERTICALES



Los drenes verticales se instalaron en un ancho equivalente al ancho del talud medio más tres metros a cada lado.

La longitud de los drenes fue variable y estuvo en función a la longitud establecida en función al tipo de suelo registrado a lo largo de la traza.



7. AVENIDA COSTANERA SEGUNDA ETAPA - DRENES VERTICALES

Los drenes verticales fueron del tipo sintético y cumplieron con las siguientes especificaciones.

| ITIM | MÉTODO DE ENSAYO | PROPIEDADES FÍSICAS | UNIDAD |
|---------------|------------------|-----------------------|--------|
| Anchura | ASTMD3774 | 98 /-3 | mm |
| Espesor | ASTD5199 | 5.0/-0.3 | mm |
| Permeabilidad | ASTD4491 | 2.5 & 10 ⁴ | m/s |
| Resistencia | ASTD4495 | 18 | KN/m |

Si en la instalación de los drenes, la aguja del equipo presenta “rechazo” (no penetra en el terreno) se deberá parar el hincado y la longitud máxima no deberá pasar dos veces la altura del terraplén en el sitio, que correspondería a la profundidad activa para la altura máxima del mismo.

3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE
COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO

7. AVENIDA COSTANERA SEGUNDA ETAPA - INSTALACIÓN DE DRENES



Máquina de Instalación
de drenes verticales.



7. LANZAMIENTO UNILATERAL SOBRE RELLENO

Culminada la instalación de los drenes se continuó el proceso de refulado, con lanzamiento unilateral.



- Tubería lanzamiento.
- Diques.
- Recinto.
- Sumidero.



7. ETAPAS DEL LANZAMIENTO



Lanzamiento unilateral
segunda etapa.

- Tubería de descarga.
- Recinto.
- Diques.
- Sumidero.

Instalación de drenes
primera etapa.



7. VERIFICACIÓN FINAL REFULADO

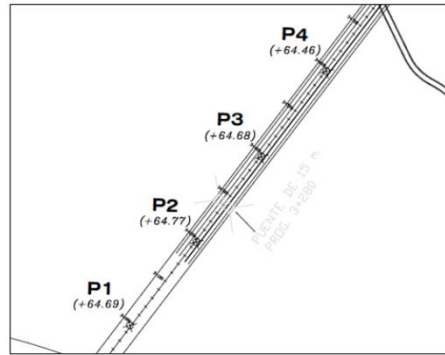
Una vez que la lectura del asentímetro alcanzó un valor asintótico en dos lecturas mensuales consecutivas, se puede considerar que el relleno se encontraba estabilizado y preparado para recibir el paquete estructural de la vía costanera como así también se podía proceder a realizar la protección mecánica de los taludes.

Se procedió además a realizar sondeos a percusión con realización de ensayos de penetración S.P.T. continuos, de diez metros de profundidad (penetrando en el terreno natural entre tres a cuatro metros).

Se pudo apreciar en dichos sondeos, que los valores obtenidos en los ensayos, correspondientes a la zona del refulado bajo agua, habían aumentado considerablemente, dando valores de densidades relativas iguales o mayores que las estipuladas en las Especificaciones Técnicas iniciales (del orden del 60%).

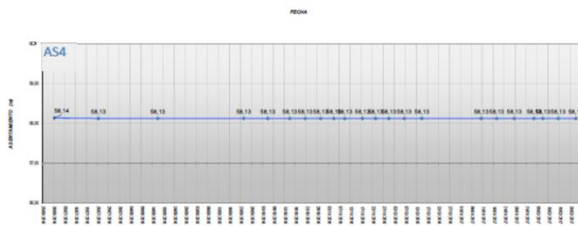
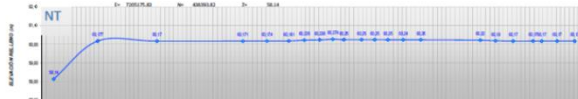


7. VERIFICACIÓN FINAL REFULADO



AVENIDA COSTANERA SEGUNDA ETAPA
MONITOREO DE ASENTIMIENTOS

AS4 PROGRESIVA 3+000 ± 2,55 ER



| LOGOS | | OBRA: AVENIDA COSTANERA - SEGUNDA ETAPA | | SONDEO P1 | RESPONSABLE: ING. CESAR LOPEZ BOSIO | | HOJA: 2 | | | |
|--|-------|---|----------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------|-----------------|-------------|------------------|------|
| UBICACIÓN: Refulado - Progresiva 3+000 | | Cota de Boca (m) +64.69 | | Profundidad de sondeo (m): 10,00 | ESTUDIO 295/2017 | | | | | |
| ENSAYO DE CAMPO | | Número de Golpes | | LÍMITES DE ATTERFERO | | GRANULOMETRÍA | | DESCRIPCIÓN | | |
| PROFUNDIDAD (m) | N.F. | 89 | 29 | 36 | 49 | 56 | N ₆₀ | | Índice de Bolsón | |
| | | L.L. (%) | L.P. (%) | L.P. (%) | 410 | 440 | 4700 | 4700 | C.E.S | |
| 0 | | | | | NP | 100,0 | 65,5 | 11,2 | 5,7 | |
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |
| 6 | 58,69 | 6,00 | n.p. | | | | | | | 6,00 |
| 7 | | | | | | | | | | 6,30 |
| 8 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | 54,79 | | | | | | | | | 9,90 |

Observaciones: X 438321 ; Y 7205101
 Fecha de inicio de sondeo: 08-06-2017
 Fecha de finalización de sondeo: 08-09-2017

N.F.: nivel freático N: número de golpes SPT
 n.p.: napa potente N₆₀: Índice de Bolsón
 n.d.: napa débil



7. INSTRUMENTACIÓN - PIEZÓMETROS

- Se considera que no es necesario la utilización de piezómetros eléctricos debido a las condiciones geotécnicas del subsuelo de fundación de los rellenos hidráulicos y al tipo de obra.
- El terreno natural como ya se ha experimentado en obras similares, drena con facilidad en un tiempo relativamente corto, del orden de no más de 6 meses cuando se utilizan drenes verticales geosintéticos, como los previstos en el diseño.
- Los piezómetros eléctricos resultan eficientes cuando deben registrarse las presiones del agua durante largos periodos de tiempo en suelos arcillosos plásticos que requieren tiempos extensos para alcanzar un grado aceptable de consolidación. Además la respuesta rápida del instrumento se adapta a suelos de muy baja permeabilidad. Estas circunstancias no se dan en nuestra obra. Tal es así que en obras similares no se registran los valores piezométricos por que no está en juego la estabilidad de la obra en el corto plazo.
- Por estas consideraciones se recomendó no utilizar este tipo de aparatos y en último caso reemplazarlos por piezómetros tipo Casagrande de fácil instalación y costo mucho menor.

3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



7. INSTRUMENTACIÓN - ASENTÍMETROS

APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE
COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO

- Las placas asentimétricas son de real utilidad en este proyecto ya que permiten definir claramente la marcha de los hundimientos en el tiempo.
- Su instalación realizada en el inicio de las obras permite además controlar los volúmenes en exceso a los teóricos por el hundimiento de los suelos de fundación.



7. INSTRUMENTACIÓN - INCLINÓMETROS



- Los inclinómetros no son necesarios debido a que la colocación del material por vía hidráulica genera pendientes y taludes que no implican riesgos de fallas ni desplazamientos notorios del terreno.
- Tampoco se encuentran estructuras adyacentes o cercanas a las obras que puedan ser afectadas por los movimientos laterales del terreno inducidos por el terraplén.

3er. CONGRESO PARAGUAYO
Vialidad y Tránsito
EXPO VIAL 2018



7. COLOCACIÓN DEL PAQUETE ESTRUCTURAL

APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD ASSOCIATION
ASSOCIATION MONDIALE DE LA ROUTE
COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO



3er. CONGRESO PARAGUAYO
Vialidad y Tránsito
EXPO VIAL 2018



7. COLOCACIÓN DE PROTECCIÓN DE TALUDES

APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD ASSOCIATION
MONDIALE DE LA ROUTE
COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO



3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

COMITÉ NACIONAL
PARAGUAYO
WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE

8. CONCLUSIONES

- Cuando la superficie a ser rellenada se encuentra bajo agua, se procede al refulado, realizando descargas centralizadas de la hidromezcla, generando la formación de un cono de material sólido bajo la punta de la tubería.
- Cuando dicho cono sobrepasaba 50 cm. el nivel de agua, se muda la tubería, formando líneas de conos yuxtapuestos que se denominan prismas pilotos (Moretti, M.R. & Teixeira da Cruz, P., 100 Barragens Brasileiras, art. 17, 1995).
- El espacio entre puntas de conos emergentes se rellena posteriormente, hasta lograrse una superficie aproximadamente uniforme.
- La nivelación de la parte seca del terreno, se realiza con tractor de cuchilla o con el propio relleno hidráulico, que es distribuido en toda la superficie hasta lograr su horizontalidad.



8. CONCLUSIONES

- Las especificaciones técnicas para los rellenos hidráulicos bajo agua deben ser modificados.
- Es prácticamente imposible obtener densidades relativas mayores a 30% en rellenos hidráulicos bajo agua.
- Densidades relativas de 30% en los rellenos bajo agua, dan ángulos de fricción de 30 grados, suficiente para alcanzar la estabilidad de los rellenos.
- Valores del NÚMERO DE GOLPES DEL ENSAYO S.P.T., MAYORES A OCHO ($N > 8$), en el estrato de relleno bajo agua, no hace necesaria la compactación con rodillo liso vibratorio de 10 t.



8. CONCLUSIONES

- Se considera que no es necesario la utilización de piezómetros eléctricos debido a las condiciones geotécnicas del subsuelo de fundación de los rellenos hidráulicos y al tipo de obra.
- El terreno natural, por lo general, drena con facilidad en un tiempo relativamente corto, del orden de no más de 6 meses cuando se utilizan drenes verticales geosintéticos
- Los piezómetros eléctricos resultan eficientes cuando deben registrarse las presiones del agua durante largos periodos de tiempo en suelos arcillosos plásticos que requieren tiempos extensos para alcanzar un grado aceptable de consolidación. Además la respuesta rápida del instrumento se adapta a suelos de muy baja permeabilidad. Estas circunstancias por lo general no se dan en los rellenos realizados en las cercanías de los ríos.
- En caso de tener que utilizarse, se recomienda reemplazarlos por piezómetros tipo Casagrande de fácil instalación y costo mucho menor.

3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE
COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO

8. CONCLUSIONES

- Las placas asentimétricas son de real utilidad, ya que permiten definir claramente la marcha de los hundimientos en el tiempo.
- Los inclinómetros no son necesarios debido a que la colocación del material por vía hidráulica genera pendientes y taludes que no implican riesgos de fallas ni desplazamientos notorios del terreno.
- Tampoco se encuentran estructuras adyacentes o cercanas a las obras que puedan ser afectadas por los movimientos laterales del terreno inducidos por el terraplén.



8. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – REFULADO BAJO AGUA - LANZAMIENTO

LANZAMIENTO

- Proceder al refulado realizando descargas centralizadas de la hidromezcla generando la formación de un cono de material sólido bajo la punta de la tubería.
- Cuando dicho cono sobrepase 50 cm. el nivel de agua, se mudará la tubería.
- Se deberá repetir este procedimiento, formando líneas de conos yuxtapuestos que se denominan prismas pilotos.



8. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REFULADO BAJO AGUA – DENSIDAD RELATIVA - COMPACTACIÓN

DENSIDAD RELATIVA

- Para el refulado bajo agua, se admite una densidad relativa del orden del 30%.

COMPACTACIÓN DEL REFULADO BAJO AGUA

- Culminada la instalación de los drenes se procederá a una campaña de sondeos a percusión con realización de ensayos de penetración S.P.T. continuos hasta alcanzar el terreno natural para verificar la densidad del relleno.
- En caso de que dicha campaña arroje valores del NÚMERO DE GOLPES DEL ENSAYO S.P.T. SEAN MENORES A OCHO ($N < 8$), se harán pasadas con rodillo vibrador de 10 t. de carga estática.



8. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – REFULADO BAJO AGUA – DRENES VERTICALES

DRENES VERTICALES

- Una vez que el terraplén alcance un nivel aproximado de 1 m por encima del nivel del agua y cuando el recinto se encuentre nivelado y compactado, se procederá a la colocación de los drenes verticales a una profundidad tal que se garantice en todos los casos, llegar hasta los estratos cohesivos de los suelos de fundación, para expulsar el agua contenida en los mismos y acelerar de dicha forma su asentamiento.
- La separación no deberá ser superior a los tres metros y deberá ser previamente aprobada por la fiscalización.
- Estos drenes servirán así mismo para aumentar la densidad relativa de los suelos refulados bajo agua.
- Si en la instalación de los drenes, la aguja del equipo presenta “rechazo” (no penetra en el terreno) se deberá parar el hincado y la longitud máxima no deberá pasar dos veces la altura del terraplén en el sitio, que correspondería a la profundidad activa para la altura máxima del mismo.



8. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – REFULADO BAJO AGUA - INSTRUMENTACIÓN

ASENTÍMETROS

Para la verificación de la deformación de los terraplenes en su coronamiento y a nivel de fundación, se colocará un par de asentímetros (superficial y fundación) por cada kilómetro del terraplén de la vía y un par por cada hectárea para los rellenos.

Los asentímetros de profundidad estarán ubicados sobre los suelos naturales de fundación previa preparación del terreno. Los tubos asentímetros deben ser instalados a medida que se construye el terrapleno o relleno. Se deben adoptar medidas de control para evitar que el tubo sea dañado durante la colocación y ejecución del refulado.

Estos instrumentos permiten el control de la deformación del terraplén en el sentido vertical, realizando una nivelación topográfica del extremo de la barra del eje del instrumento.

El anclaje de la varilla de medición debe ser realizado a la profundidad mínima de 20 m. en los suelos muy densos. La varilla anclada permite que los tubos flotantes de las placas puedan ser leídos directamente sin recurrir a la nivelación topográfica.

3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE
COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO

8. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – REFULADO BAJO AGUA - INSTRUMENTACIÓN

PIEZÓMETROS DE TUBO ABIERTO (FREATÍMETROS)

- Serán instalados en cantidad de dos por cada kilómetro de terraplén de las defensas en lados opuestos de la vía con profundidad mínima de 15 m. El objetivo de los piezómetros abiertos es el control de los niveles freáticos a distintas profundidades por debajo de las fundaciones y dentro del macizo del relleno refulado.
- Se implementará un sistema de medición in situ pudiendo ser de tipo digital o manual. Deberán llevar en detalle las terminaciones previstas en el proyecto original en la parte superior, para evitar deterioros con el tiempo.
- Se instalarán una vez llegado al coronamiento del terraplén.



8. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – REFULADO BAJO AGUA - INSTRUMENTACIÓN

MEDIDORES DE PRESIÓN DE POROS TIPO CASAGRANDE

- Para el control de niveles de presión de poros en los estratos débiles de la fundación de la vía se instalarán en cantidad de un piezómetro tipo Casagrande por kilómetro, cuya cota de instalación será definida en función a los resultados registrados en una exploración realizada en el sitio.
- Estos piezómetros serán realizados una vez llegado al coronamiento del terraplén y en caso de que en la campaña de sondeos se registren estratos débiles que ameriten su instalación.



8. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – REFULADO BAJO AGUA – DESBROCE Y LIMPIEZA

- Este trabajo consistirá, en el desbosque, tala, desbroce, remoción y eliminación de toda la vegetación leñosa que sobresalga el nivel del agua donde será lanzada la primera capa del material refulado.
- El retiro de la vegetación leñosa será realizado una vez que el terraplén sobresalga por lo menos un metro del nivel del río y será rellenado el sitio del desbroce con el mismo material refulado.

3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE
COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO

MUCHÍSIMAS GRACIAS

3er. CONGRESO
PARAGUAYO
**Vialidad
y Tránsito**
EXPO VIAL 2018



APC
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE
COMITÉ
NACIONAL
PARAGUAYO

“La inteligencia es la habilidad de adaptarse a los cambios”

Stephen Hawking