CONTENIDO

FASE II - DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA

INFORME FINAL

1 ANTECEDENTES 3

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO 3

1.1.1 Descripción del Proyecto 4

1.1.2 Parámetros Adoptados 5

1.1.3 Cargas de Dimensionamiento 5

1.1.4 Composición del paquete del pavimento resultante 6

2 PRESENTACION DEL INFORME. 7

2.1 ANTECEDENTES 7

3 ESTUDIOS DE INGENIERÍA. 8

3.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS. 8

3.1.1 Estudios de Trazado. 8

3.1.2 Levantamiento Topográfico. 10

3.2 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS. 11

3.2.1 Generalidades. 11

3.2.2 Aspectos Geológicos Regionales y Locales. 12

3.2.3 Estudios de Suelos de la Traza. 16

3.2.4 Estudios de Fundaciones. 17

3.2.5 Estudios de Canteras. 20

3.3 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS 24

3.3.1 Trabajos Realizados 24

3.3.2 Curva IDF Seleccionada 24

3.3.3 Red Hidrográfica Básica 25

3.3.4 Periodos de Recurrencia 25

3.3.5 Determinación de Caudales 25

3.3.6 Dimensionamiento Hidráulico 29

3.3.7 Resultados Obtenidos 30

3.4 ESTUDIOS DE TRÁNSITO 32

3.4.1 Antecedentes. 32

3.4.2 TMDA. 33

3.4.3 Número de Ejes Equivalentes. 34

3.5 ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE SERVICIO 35

3.5.1 Introducción 35

3.5.2 Capacidad en Condiciones Ideales. 35

3.5.3 Capacidad Posible - Calculo 36

3.5.4 Demanda 39

3.5.5 Longitud De Rampas 41

3.5.6 Conclusión 41

4 DISEÑOS DE INGENIERÍA. 42

4.1 DISEÑO GEOMÉTRICO 42

4.1.1 Planimetría. 42

4.1.2 Altimetría. 42

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

4.1.3 Sección Transversal. *42*
4.1.4 Sobre ancho de calzada en curvas *43*
4.1.5 Intersecciones. *43*
4.2 DISEÑO DE PAVIMENTO 44
4.2.1 Diseño de Pavimento Flexible *44*
4.2.2 Cálculo del SN *44*
4.2.3 Diseño de las Capas del Pavimento *44*
4.3 DISEÑO DE PUENTES. 46
4.4 DISEÑOS DE OBRAS DE DRENAJES. 47
4.4.1 Drenaje Superficial en Desmontes. *48*
4.4.2 Cunetas de Protección de Pie de Terraplén. *49*
4.4.3 Dren Longitudinal Profundo. *49*
4.4.4 Alcantarillas Tubulares y Celulares. *50*
4.5 DISEÑO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS 50
4.5.1 Barandas de Defensa. *50*
4.5.2 Señalización Horizontal. *51*
4.5.3 Señalización Vertical. *51*
4.5.4 Protección Vegetal. *52*
4.5.5 Mojones de Kilometraje. *52*
4.5.6 Construcción de Alambradas. *52*
4.5.7 Protección Vegetal de Áreas de Préstamos. *52*
4.6 CANTIDADES Y COSTOS. 52
4.6.1 Introducción. *52*
4.6.2 Costos Básicos. *53*
4.6.3 Cómputo de Obras. *56*

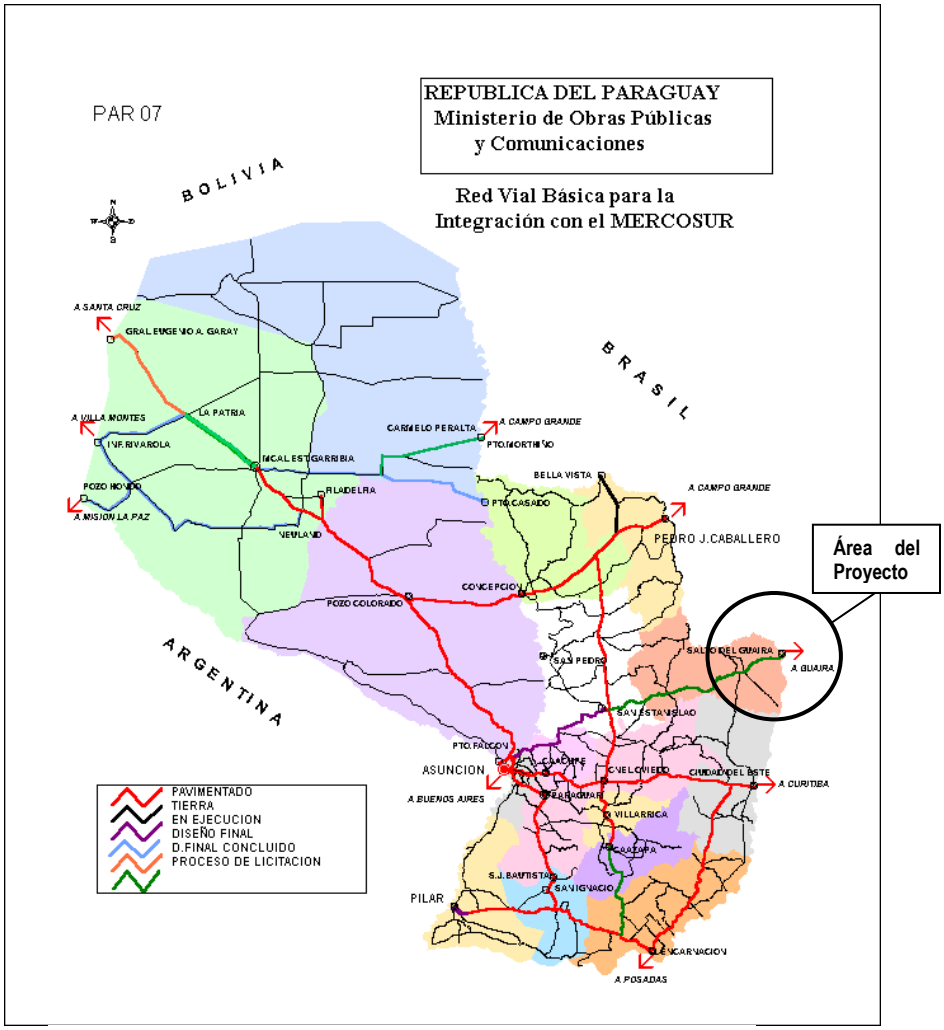
4.7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS. 57
4.7.1 Descripción. *57*
4.7.2 Materiales. *57*
4.7.3 Equipos. *57*
4.7.4 Método de Ejecución. *57*
4.7.5 Método de Medición. *57*
4.7.6 Forma de Pago. *57*
5 ANEXOS 58
5.1 ANEXO I – ESTUDIO DE TRAZADOS 58

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

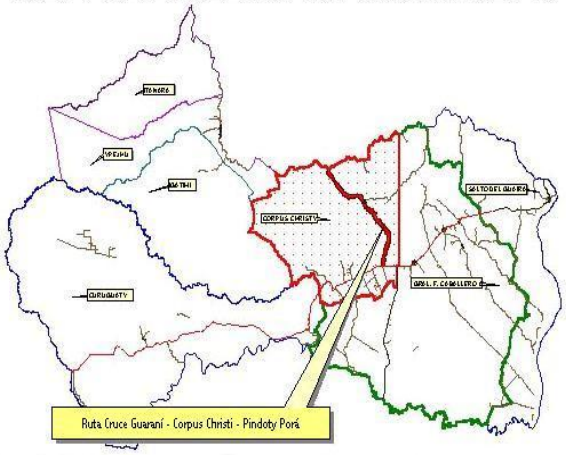
1 ANTECEDENTES

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

Mapa de ubicación.



DEPARTAMENTO DE CANINDEYÚ



14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

1.1.1 Descripción del Proyecto

El estudio se inicia en la intersección con la Ruta Nº 10 “Residentas” en la localidad conocida como Cruce Guaraní, estando su progresiva inicial en la intersección con la rotonda encausadora lado norte, lugar en el que se inicia la actual ruta que une esta localidad con Corpus Christi y Pindoty Porá, esta última situada en la frontera con el Brasil, frente a la ciudad de Sete Quedas, del Estado de Mato Groso do Sul, punto final del tramo en estudio, totalizando aproximadamente 42 Km de longitud.

En general, la traza mantiene una proyección con rumbo Norte, desarrollándose por divisores de agua, en terrenos altos con una topografía levemente ondulada, cruzando el Río Carapá, el Arroyo Agua Blanca y algunos cursos de aguas no permanentes de poca importancia.

Es importante señalar que en el tramo proyectado, existe un puente de hormigón armado de 45 m sobre el Río Carapá, además de otras obras de drenaje, las que permiten el escurrimiento de las aguas en los períodos de lluvias, que se producen generalmente en otoño y verano, siendo en estos períodos donde ocurren casi la totalidad de la precipitación anual de la región (1700 mm./año). Las mencionadas obras de drenaje, se encuentran en general operativas, pero los estudios técnicos proponen que deben ser reconstruidas, e incrementadas en su cantidad, a fin de permitir el paso seguro de las aguas que interceptan transversalmente la obra vial, con excepción del puente sobre el Río Carapá, el cual será ampliado para alcanzar un acho total de 10 m..

En relación a las características de los suelos que atraviesa la traza del camino existente en el tramo, podemos decir que en general desde Cruce Guaraní hasta el Arroyo Agua Blanca (Prog 8+534) son del tipo arcilloso (A-7-6). En cambio, en el resto del tramo predominan los suelos areno arcillosos y/o limosos (A-2-4; A-4).

La red hidrográfica básica de la región fue obtenida a partir de Cartas Digitalizadas, y Fotografías Aéreas del área de proyecto. Los cursos de agua más importantes son, el Río Carapá y el Arroyo Agua Blanca.

Conforme a estos datos obtenidos, al perfil longitudinal y transversal del levantamiento topográfico de la traza del camino, a las inspecciones in situ efectuadas, a las informaciones recogidas de pobladores del lugar, y a levantamientos topográficos adicionales efectuados, se establecieron los diversos parámetros necesarios para el cálculo de los caudales de derrame, tales como áreas de las cuencas, pendientes, longitudes de los cauces, tipo de suelo, tipo de vegetación, tipo de escurrimiento, etc.

Con el objetivo de caracterizar el régimen pluviométrico de la zona se adoptó la información procesada en el Diseño Final de Ingeniería de la Ruta 10, elaborada en base a datos estadísticos obtenidos de la Estación Guaira, dependiente de la Dirección Nacional de Aguas y Energía Eléctrica (DNAEE), del Brasil. Esta estación se encuentra ubicada a unos 70 Km al este, en línea recta del centro de gravedad de la Ruta Cruce Guaraní-Corpus Christi-Pindoty Porá.

En la intersección con la traza del proyecto, la cuenca del Arroyo Agua Blanca tiene una superficie de 97,05 Km^2 El caudal máximo calculado por el Método del Hidrograma Triangular Unitario fue de 108,82 m^3/s. Para el lugar fue proyectado un puente de Hormigón armado de 25 m. de longitud con ancho total de 10 m.

El procedimiento seguido para el diseño y dimensionamiento de las obras en sus aspectos geométricos, tuvo en cuenta los parámetros establecidos por la DV en los Términos de

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. “De la Encarnación” 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

Referencia del Proyecto y las condiciones predominantes en los sectores críticos del camino a ser rehabilitado.

Las tareas referentes a este servicio fueron realizadas en constante coordinación con el Especialista en Diseño Hidráulico, especialmente en los sectores bajos e inundables donde la cota de coronamiento de los terraplenes fue determinada como resultado de los estudios hidrológicos.

Cabe mencionar que en las intersecciones diseñadas, fueron previstas iluminación en un promedio de 500 m sobre cada ramal.

1.1.2 Parámetros Adoptados

En el diseño del camino se tuvo en cuenta los siguientes parámetros:

- Velocidad Directriz 80 km/h
- Radio mínimo de curvatura circular 300 m
- Pendiente máxima 6 %
- Pendiente mínima en desmonte 0,5 %
- Bombeo de la Calzada 3,0 %
- Ancho de calzada 7,00 m.
- Ancho de carril de ascenso 3.5 m.
- Ancho de banquina 2,00 m.
- Franja de dominio 30,00 m.

1.1.3 Cargas de Dimensionamiento

A los efectos de su utilización en el diseño del pavimento, fue calculado el número de ejes equivalentes que se acumularán a los 10 y 20 años de operación respectivamente.

Los vehículos fueron subdivididos en livianos, ómnibus, y camiones, siendo utilizados los siguientes coeficientes de aporte de ejes equivalentes:

Coeficientes de aporte de ejes equivalentes de 8,2 toneladas	Livianos	Ómnibus	Camiones
	0,02	0,28	2,48

En función de estos coeficientes de aporte fueron determinados los ejes equivalentes que pasarán a lo largo del periodo de diseño, obteniéndose los resultados siguientes:

EJES EQUIVALENTES DE 8,2 TONELADAS	
Años	N
10	1.438.939
20	4.331.114

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

Para el Diseño de Pavimento de tipo Flexible, se empleó el Método AASTHO 93, la aplicación del método para obtener el “SN” correspondiente (número estructural), en función al “N” (número de repeticiones), arrojo los siguientes

AÑO	SN
10	2.74
20	3.14

1.1.4 Composición del paquete del pavimento resultante

El proyecto seleccionado fue la alternativa de Tratamiento superficial triple en calzada, para lo cual se calculó un paquete estructural que consta de:

- **Base de Piedra triturada en un espesor de 14 cm.**
- **Sub Base 1 de Suelo estabilizado granulométricamente proporción piedra/suelo (70/30) en un espesor de 17 cm.**
- **Sub Base 2 de Suelo cemento con resistencia característica a los 7 días de 15 Kg/cm2, con un espesor de 20 cm.**

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. “De la Encarnación” 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

2 PRESENTACION DEL INFORME.

2.1 ANTECEDENTES.

El presente documento contiene el Informe Final de la Etapa II, en correspondencia con lo establecido en los Términos de Referencia y la Propuesta Técnica presentada.

El tramo objeto de diseño se inicia en el Km 348 de la Ruta 10 en el lugar denominado Cruce Guaraní, y se desarrolla hasta la localidad de Pindoty Porá, en la frontera con el Brasil, pasando por la Ciudad de Corpus Christi, totalizando una extensión aproximada de 42 Km.

El trazado geométrico, fue proyectado tomando como base la traza existente, aunque fueron incorporadas algunas variantes, con el objetivo de dotar a la vía de condiciones operativas compatibles con la velocidad de diseño establecida en los términos de referencia, acorde con la importancia del tramo objeto de diseño, el cual conecta el sur del Estado de Matto Grosso do Sul (República Federativa del Brasil) con la Ruta Nacional N° 10 y a través de esta con el sistema vial nacional.

En general, la traza se desarrolla por divisores de agua, en terrenos altos con una topografía levemente ondulada, con excepción del sector correspondiente al cruce de los valles del Arroyo Agua Blanca, del Río Carapá y la naciente del Río Piratiy.

Es importante mencionar que en el tramo estudiado, existen algunas obras de drenaje que permiten el escurrimiento de las aguas en los períodos de lluvia, que se producen generalmente en otoño y verano (1500 mm./año). Las mencionadas obras de drenaje, en su totalidad deben ser reconstruidas, e incrementadas en su cantidad, a fin de permitir el paso seguro de las aguas que interceptan transversalmente la obra vial, con excepción del puente de 45m sobre el Río Carapá, el cual deberá ser ampliado en su ancho.

El enfoque del presente proyecto, responde a los objetivos establecidos por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones y la Dirección de Vialidad, consistentes en permitir el tráfico en todo tiempo de modo que permita subsanar los inconvenientes creados por las interrupciones del tráfico, ocasionadas por los desbordes del flujo de las aguas superficiales, el ablandamiento de la superficie de rodadura por falta de una capa de rodadura estable, y por obras de drenajes en mal estado y/o inexistentes.

Se ha tomado en cuenta además, la información técnica contenida en los antecedentes proporcionados por la Dirección de Vialidad del MOPC, así como las recomendaciones para utilizar al máximo el emplazamiento del camino existente dentro de su franja de dominio, procurando así movimientos de suelos mínimos, y expropiaciones mínimas.

El Informe comprende los siguientes capítulos:

- Estudios Topográficos.
- Estudios Geotécnicos.
- Estudios Hidrológicos.
- Estudios de Tránsito.
- Diseño Geométrico.
- Diseño de Pavimento.
- Diseño de Puentes.
- Diseño de Obras de Drenaje.
- Diseño de Obras Complementarias.
- Cantidades y Costos.
- Especificaciones Técnicas.
- Anexos

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

3 ESTUDIOS DE INGENIERÍA.

3.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.

3.1.1 Estudios de Trazado.

Se han realizado los trabajos de estudios de trazado en correspondencia con los términos de referencia y la propuesta técnica.

3.1.1.1 Reconocimiento Cartográfico.

Se ha realizado el reconocimiento cartográfico a través de la recopilación de datos básicos. Con los datos allí obtenidos fueron confeccionados foto-mapas y mosaicos para identificar en ellos, los puntos de origen, destino, puntos obligados del Trazado, sectores críticos y eventuales dificultades para el cumplimiento de los parámetros de diseño establecidos.

La actividad consistió básicamente, en la realización de las siguientes tareas:

- Recopilación de la información básica consistente en cartas topográficas digitalizadas, ortofotocartas digitalizadas, y datos hidrogeológicos.
- Confección de foto-mapas, y mosaicos, sobre los que se realizaron las siguientes tareas:
  - Identificación de la traza, punto de comienzo y final, puntos obligados de paso.
  - Identificación de sectores críticos del trazado que presentaron dificultades para el cumplimiento de los parámetros de diseño establecidos.
  - Identificación de alternativas para el trazado de la vía.

Como resultado de estos estudios, se generaron la planta general montada sobre fotos aéreas y sus correspondientes curvas de nivel, en la que se trazó el eje tentativo con indicación de los kilometrajes con la identificación de los sectores críticos detectados así como posibles variantes, de modo contar con elementos básicos de apoyo para la exploración del terreno.

3.1.1.2 Inspección de Campo.

Los objetivos de la tarea, consistieron en:

- Recorrido del terreno a efectos de confirmar los puntos de inicio de tramo, de paso obligado y de fin de tramo, así como las alternativas de trazado viables de implementar.
- Comprobación con mediciones directas en el terreno, especialmente en los tramos críticos, de las pendientes y lineamientos previamente establecidos en la fase de reconocimiento cartográfico.

Integrantes del equipo técnico asignado por la Consultora para la elaboración del proyecto procedieron a realizar el recorrido del tramo, a efectos de confirmar los puntos de inicio, puntos obligados de paso y fin del proyecto, así como evaluar en el terreno la viabilidad de las alternativas formuladas como variantes al trazado.

3.1.1.3 Variantes.

El trazado geométrico, ha sido proyectado tomando como base la traza existente, aunque fueron incorporadas variantes, con el objetivo de adecuarse a los requerimientos de los parámetros de diseño asumidos, en correspondencia con la velocidad directriz. El aprovechamiento de la traza existente, permitirá reducir tanto la cantidad de propiedades afectadas y como los costos de traslado de las líneas de servicios, además de aprovechar el camino existente como vía auxiliar, durante la etapa de construcción de la obra.

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

Con base en el estudio de trazado sobre ortofotocartas, el recorrido del tramo, y el relevamiento realizado con GPS, fueron identificados 5 sectores en los que se requiere el mejoramiento del trazado (se suceden curvas y contracurvas), de modo a adecuarlo a los requerimientos de los parámetros de diseño establecidos en los Términos de Referencia, siendo necesaria la implementación de las siguientes variantes:

- Variante Agua Blanca
- Variante Carapá
- Variante Corpus Christi
- Variante Eucaliptal
- Variante Pindoty

Fueron estudiados además, accesos a la ciudad de Corpus Christi y Pindoty Porá y mejoramientos puntuales de algunas curvas.

Variante Agua Blanca

El camino existente, en el sector comprendido entre el km 8 y el km 9, presenta un trazado muy sinuoso en correspondencia con el cruce del Arroyo Agua Blanca existiendo 6 deflexiones importantes con tangentes cortas con radios mínimos. Para mejorar el trazado y adecuarlo a los parámetros de diseño, se plantea una variante por el lado izquierdo, con una longitud de unos 1.000 m. La variante no afectará viviendas pero si algunos terrenos de cultivos, y segmentará los terrenos interceptados. Se presenta en los anexos una planta en la que está representada la traza del camino existente, y la variante propuesta.

Variante Carapá

El camino existente, en el sector comprendido entre el km 12,5 y el km 15,5 en correspondencia con el cruce del Río Carapá, presenta curvas con tangentes cortas y muy próximas a las cabeceras del puente. Para mejorar el trazado y adecuarlo a los parámetros de diseño, se plantea mantener la alineación del eje del puente, alejar los vértices de la poligonal (PI) y prolongar las tangentes. La variante no afectará viviendas pero si algunos terrenos de cultivos, y segmentará los terrenos interceptados. Se presenta en los anexos una planta general en la que está representada la traza del camino existente, y la variante estudiada.

Variante Corpus Christi

El camino existente, en el sector comprendido entre el km 22 y el km 28, cruza la zona urbana de Corpus Christi, sector en el que además del conflicto con el tránsito urbano, el trazado presenta deflexiones importantes con radios pequeños fuera de la tolerancia de las normas de diseño para caminos de esta categoría. Para obviar estos inconvenientes y adecuarlo a los parámetros de diseño, se plantea una variante cuya traza se inicia en el km 22, pasando por el lado oeste de la ciudad, retomando el camino existente en el km 28. La variante no afectará viviendas pero si algunos terrenos de cultivos, y segmentará los terrenos interceptados. Se presenta en los anexos una planta general en la que está representada la traza del camino existente, y la variante estudiada.

Variante Eucaliptal

El camino existente, en el sector comprendido entre el km 28 y el km 32, atraviesa una zona baja y presenta un trazado muy sinuoso existiendo 6 deflexiones importantes con tangentes cortas con radios mínimos. Para mejorar el trazado y adecuarlo a los parámetros de diseño, se plantea una variante que pasa por el lado este del camino existente, en zona próxima al divisor de aguas. La variante no afectará viviendas pero si algunos terrenos de cultivos, y segmentará los terrenos interceptados. Se presenta en los anexos una planta en la que está representada la traza del camino existente, y la variante estudiada.

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

Variante Pindoty

El camino existente, en el sector comprendido entre el km 36 y el km 42, atraviesa la zona sub-urbana de Pindoty Porá y presenta un trazado muy sinuoso existiendo 6 deflexiones importantes con radios mínimos. Para mejorar el trazado y adecuarlo a los parámetros de diseño, se plantea una variante cuya traza se inicia en el km 36, bordeando la Reserva Natural de la Estancia Americana por el lado este, finalizando en la línea de frontera en el km 42, adecuándose al Plan Maestro Urbanístico de la localidad de Pindoty Porá. La variante se desarrolla dentro de potreros internos de la Estancia Americana, no afectando a viviendas ni cultivos, motivo por el cual pensamos que no habrá inconvenientes en obtener la autorización del propietario para la liberación de la franja de dominio. Se presenta en los anexos una planta general en la que está representada la traza del camino existente, y la variante estudiada.

Acceso Corpus Christi.

A la altura del km 23,5 se diseñará el acceso a la ciudad de Corpus Christi, en correspondencia con la avenida urbana principal, con una extensión de 1.500 m. Se presenta en los anexos una planta general en la que está graficado el acceso estudiado.

Acceso Pindoty Porá.

A la altura del km 40 se diseñó el acceso a la localidad de Pindoty Porá con una extensión de 1.200 m, en correspondencia con la avenida urbana principal prevista en el Plan Maestro Urbanístico de la localidad de Pindoty Porá. También se previó la pavimentación de la calle paralela a la línea fronteriza en una extensión de 1.700 m. Se presenta en los anexos una planta general en la que están indicados el acceso y la calle fronteriza estudiados.

3.1.1.4 Mejoramientos Puntuales.

Además de las variantes y los accesos mencionados, se ha estudiado el mejoramiento puntual de algunas curvas, en las que se propuso inicialmente emplear radios como mínimo iguales a 500 m, a efectos de dotar a la ruta de mejores condiciones operativas, que podrá permitir desarrollar en condiciones seguras velocidades de 80 Km/h.

3.1.2 Levantamiento Topográfico.

3.1.2.1 Relevamiento Plani-Altimétrico.

En correspondencia con la traza de la ruta existente y con los ejes de las variantes seleccionadas se realizó el relevamiento planialtimétrico del eje de proyecto, comprendiendo secciones transversales cada 20m, relevamiento de cursos de agua y relevamientos especiales (catastro, obras de arte y drenaje).

Fueron colocados los mojones demarcatorios de los vértices (PI) y los puntos de línea (PL) así como los puntos fijos (RN) de nivelación (cada 500 m). Estos mojones son de hormigón y llevan una chapa identificadora, cumpliendo con lo establecido en los Términos de Referencia. Cada mojón colocado tiene sus correspondientes amarres los que fueron colocados fuera de la zona del futuro trabajo de manera que no se destruyan.

Los Puntos de Línea y los de Vértice fueron colocados asegurando la intervisibilidad entre dos puntos consecutivos.

A lo largo del eje se efectuó el relevamiento planimétrico, en correspondencia con las estacas ubicadas cada 20m, habiéndose realizado el levantamiento de los hechos existentes en la franja de dominio.

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

Para la asignación de coordenadas x,y,z, se empleó un GPS topográfico de precisión, de modo que estas queden vinculadas a la red de la DISERGEMIL, en el Sistema UTM.

Las mediciones angulares del eje de proyecto fueron efectuadas con Teodolito Electrónico, en tanto el levantamiento de puntos se realizó con Estación Total.

Las cotas de los RN se obtuvieron mediante nivelación geométrica, con itinerarios cerrados en ida y vuelta, vinculándolas con puntos fijos cuyas coordenadas fueron obtenidas con GPS topográfico. Las tolerancias son las establecidas en los Términos de Referencia.

Dentro de la misma franja de terreno se relevaron los perfiles transversales en cada estaca, es decir espaciados cada 20 m.

Fueron identificados y registrados el tipo de terreno, vegetación, uso del suelo, alambrados, líneas de conducción (eléctrica y telefónica), presencia de agua superficial permanente o semipermanente, construcciones, y otras informaciones de interés a los fines del proyecto.

Se realizó un relevamiento pormenorizado de caminos y calles transversales (se levantó al menos 50 metros de perfil), a los efectos de poder determinar y proyectar los sistemas de escurrimiento y el diseño de los empalmes.

El relevamiento en zona urbana comprendió los umbrales, los hechos existentes como cordones, veredas, especies arbóreas, cercos o edificios, etc.

3.1.2.2 Relevamiento de Cursos de Agua

En los sectores en los que es necesario proyectar obras de arte, alcantarillas, drenes, protecciones contra la erosión, defensas u otras obras complementarias, se densificó el relevamiento topográfico de modo a ofrecer información suficiente para el proyecto.

Se identificaron: tipo de terreno, vegetación, uso del suelo, alambrados, líneas de conducción, caminos, alcantarillas y puentes existentes, canales y cursos de agua (con la dirección de escurrimiento y cotas apreciadas de crecientes máximas), presencia de agua superficial permanente o semipermanente, construcciones, y toda otra información de interés a los fines del proyecto.

Se realizó un levantamiento de los cursos de cursos de agua, unos 50 m aguas arriba y 25 m aguas abajo. En el caso de obras existentes, se relevó las características de las mismas, sus cotas de entrada y salida, su estado de conservación y referencias de su funcionamiento.

3.1.2.3 Procesamiento de Datos.

La información obtenida mediante Estación Total, fue registrada y volcada al Sistema de Proyecto para su procesamiento de modo que pueda editarse el listado de coordenadas y cotas de los puntos relevados, así como para alimentar los archivos del Software Autodesk Land Development Desktop que se utilizó para subsidiar el diseño.

3.2 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.

3.2.1 Generalidades.

El objetivo de este informe es presentar los resultados del Estudio Geotécnico, del proyecto vial entre el Cruce Guaraní sobre la ruta Nº 10 y la localidad de Pindoty Porá en el departamento de Canindeyú, para la Empresa Consultora Tecnodinámica S.R.L.

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

El alcance de los trabajos abarca la clasificación de suelos en la traza y los materiales de préstamos, evaluación de fundación de puentes y la localización de canteras dentro del área de estudio.

Los trabajos realizados consisten en una clasificación de suelos en la traza, determinación de los parámetros para la fundación de puentes y la identificación y estudios en la provisión de áridos.

En campo se efectuaron barrenos manuales, calicatas y sondeos a percusión en puentes y la localización de canteras dentro del área de estudio.

Las muestras de suelo y roca fueron enviadas al laboratorio, para los análisis correspondientes y considerados necesarios en el cálculo y diseño del paquete estructural.

3.2.2 Aspectos Geológicos Regionales y Locales.

3.2.2.1 Fisiología y Geomorfología de Área.

Desde el punto de vista geoestructural, la zona de estudio se divide en dos zonas;

Las cordilleras del Amambay y Mbaracayú; con sus estribaciones, que llegan hasta Salto del Guairá, juntamente con las cordilleras de San Joaquín constituyen la divisoria de aguas entre el rio Paraná y Paraguay. El componente más resaltante de la región, es sin duda la cuenca del rio Paraná, actualmente modificada por la represa de Itaipú. Esta cuenca constituye una fosa tectónica con su eje principal en dirección Noreste y Sudoeste, la misma esta incrustada sobre rocas cristalinas del precámbrico. La parte baja de la cuenca está ocupada por rocas sedimentarias continentales y marinas de espesor aproximado de 3.500 m y por una superposición de lavas basálticas con un espesor aproximado de 1.600 m.

En esta cuenca se registran grandes volúmenes de agua en sus afluentes primarios; el Pirá Pytá, Itabó, Limoy, Itambey, Pozuelo, Carapá, Pirati ̈y otros; contribuyendo con el caudal medio del rio Paraná estimado en 10.500 m3 /seg. en el año 2003.

Cuenca del rio Paraguay y afluentes; presenta una morfología diferente, se encuentra al Sur y al Oeste de la zona de estudio, con ríos y arroyos de menor gradiente hidráulico, como el Jejui Guazú, Jejui mí, Curuguaty, Corrientes y otros. Constituido por lomadas bajas con cultivos anuales de grandes superficies, algunas islas con árboles de poca altura que presentan vegetaciones del tipo bosque cerrado.

3.2.2.2 Clima.

La temperatura media anual del departamento de Canindeyú es de 21° C, disminuyendo levemente hacia el noreste. Su máxima es de 39°C en el verano y la mínima llega a los 0° C durante el invierno.

Las precipitaciones en la zona, son de ocurrencia frecuente, el promedio anual se sitúa alrededor de los 1.600 mm a algo superior a los 1.700 mm. El extremo norte es una de las dos zonas con mayor precipitación del país. La evapotranspiración media anual es de 1.100 mm al menos hacia el noreste.

Las principales características del clima en el área de influencia, se indican en la Tabla siguiente:

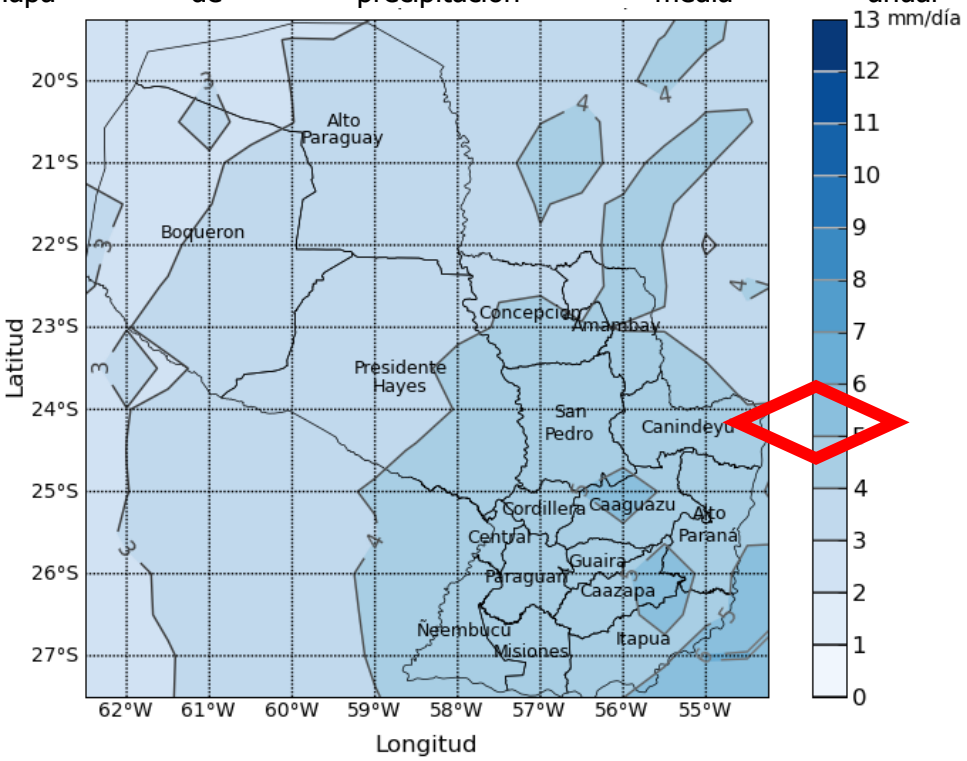
Tabla de Temperatura y clima predominante en Canindeyú

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

Características Climáticas	Canindeyú
Clima predominante	lluvioso y húmedo
Temperatura media	23º C
Temperatura máxima	35º C
Temperatura mínima	10º C
Precipitaciones	1.300 mm. año en el oeste 1.600 mm. año en el sureste
Promedio mensual de precipitaciones	129 mm, salvo en los meses invernales, durante los cuales la media baja a 52,2 mm

Se describe en forma general la distribución media anual de precipitación, donde se observa una variación de entre 5 mm/día. a 3 mm/día, los máximos anuales se registran en el sureste de la región Oriental en la frontera con Brasil, mientras que el mínimo se registra sobre el Chaco en la región noroeste del País.

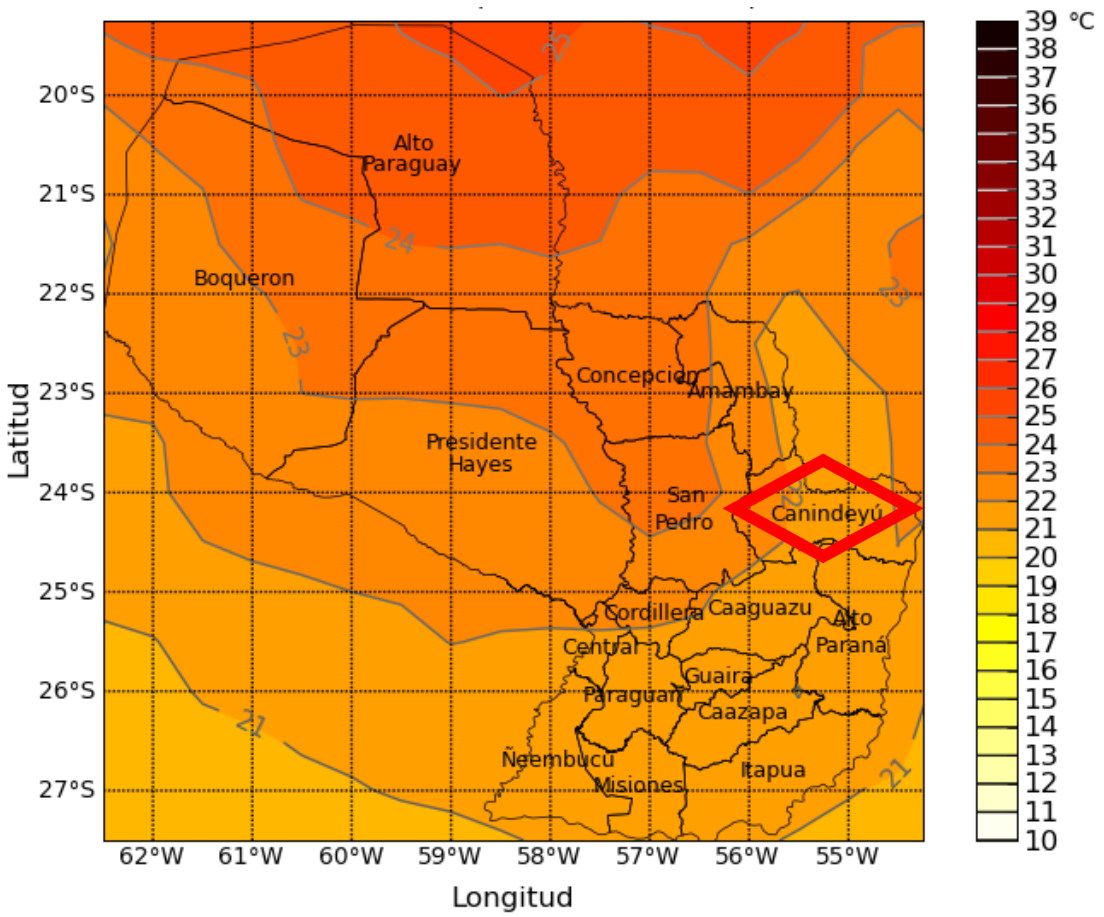
Mapa de precipitación media anual (1961-1990)



La temperatura media anual varía en la región Oriental entre 21° C en el sureste y casi alcanza los 24° C en el norte de la misma.

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

Mapa de temperatura media anual (1961-1990).



3.2.2.3 Geología Regional.

Los tipos litológicos existentes están representados por las formaciones Misiones, Alto Paraná de la era mesozoica y la formación Acaray de la era Cenozoica.

Formación Alto Paraná; Representada por lavas basálticas del tipo fisural con un espesor de aproximadamente 1.600 m. Los tipos litológicos a encontrados en los derrames son principalmente brechas y basaltos vesiculares y densos, correspondientes a los derrames de lavas basálticas, presentándose en diversas coladas de granulometría diferentes, afloran al Este y Norte del área del proyecto y aportan los sedimentos finos o arcillosos de coloración rojiza que se depositan en las planicies de las zonas bajas. Es posible que en algunos casos se presenten como diques en las formaciones más viejas con una granulometría más gruesa del tipo Diabasa.

Formación Misiones; Se encuentra subyacente a las lavas basálticas de la formación Alto Paraná, y la formación Acaray, constituida de areniscas friables con facies conglomeraticos, aunque particularmente en la región del distrito de Corpus Christi, está sobre yacente a los derrames basálticos.

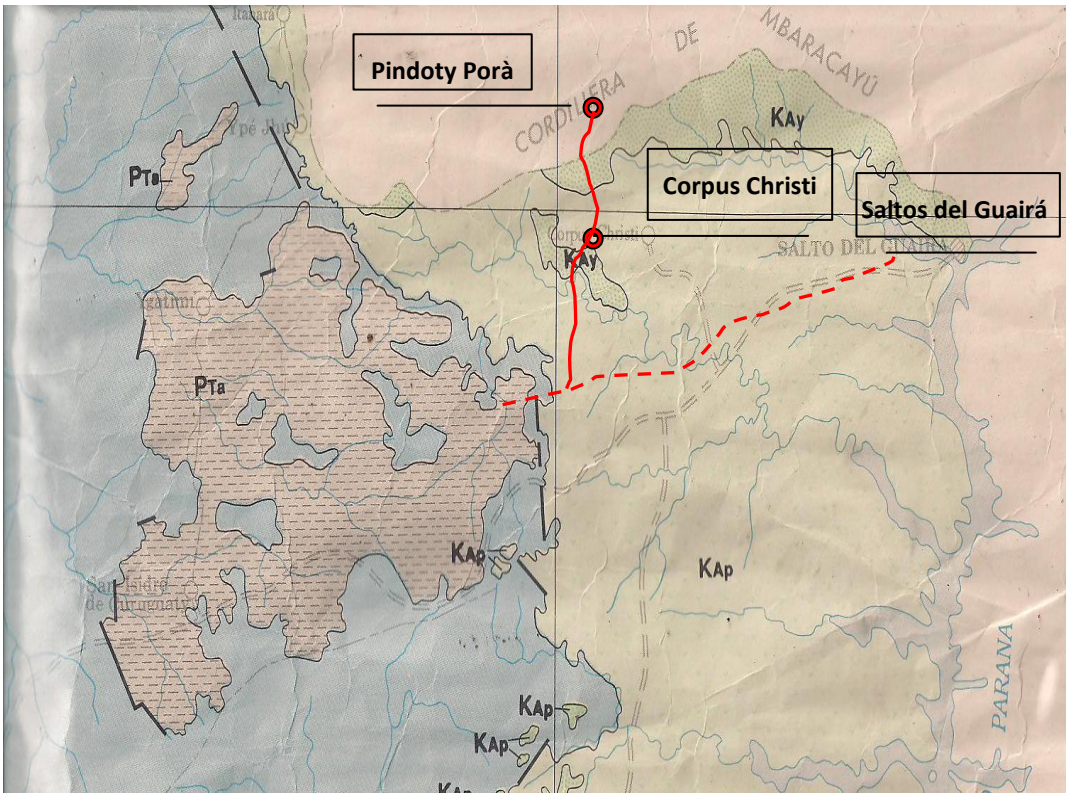
La roca de la Formación Misiones es una arenisca cuarzosa de color rojo ladrillo a blanco grisáceo**,** con diversos grados de cementación, comúnmente friables y sacaroidal. En algunos casos se hallan silisificados por intrusiones de Diques. El cemento de la arenisca es principalmente arcilloso y ferruginoso, si bien localmente se han observado la presencia de

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

cemento calcáreo y silíceo. Los suelos derivados son arenas finas con cierto porcentaje de limos.

Formación Acaray; la formación está constituida por sedimentos conglomeraticos en la base y arenosos hacia el techo. Posee fuerte coloración rojiza y afloran al SE de Corpus Christi. El espesor mínimo de la formación está estimado en 50 m abarcando un área estimada de 400 km^2.

MAPA GEOLÓGICO REGIONAL.



LEYENDA	FORMACION	EDAD	ROCA
KAp	ALTO PARANA	CRETASICO/JURASICO	BASALTOS
KAp	ACARAY	CRETACICO	ARENISCA/CONGLOMERADOS
PTs	TACUARY	PERMICO	ARENISCA Y LUTITAS
R/JMs	MISIONES	TRIASICO	ARENISCAS

3.2.2.4 Geología Local.

Particularmente el área del proyecto vial está cubierta por sedimentos derivados de los Basaltos en el Norte del área y sus suelos lateríticos derivados. Las Areniscas afloran en las zonas más bajas y al sur del tramo.

Los suelos de ambos extremos del tramo son esencialmente arcillosos derivados de basaltos y arenosos de areniscas de las formaciones del silúrico y en menor medida de sedimentos trasportados por los cursos hídricos y depositados en meandros y pequeños esterales.

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

3.2.3 Estudios de Suelos de la Traza.

Los Estudios Geotécnicos y Geológicos fueron realizados con todos los medios necesarios para lograr una correcta investigación de los suelos, que permita plasmar en el Proyecto las condiciones reales del terreno, y determinar su incidencia en los procesos constructivos y en el comportamiento de la obra para lograr el diseño óptimo en los distintos niveles de la plataforma.

Las actividades fueron concentradas en lo siguiente:

Reconocimiento preliminar de la zona del proyecto para conocimiento de las condiciones generales de los suelos.

Determinación del tipo y ubicación especifica de las perforaciones (sondeos) y estudios a realizarse.

Toma de muestras de materiales representativos para ensayos de laboratorio.

Elaboración de las planillas de campo para cada perforación realizada.

Desarrollo de todos los ensayos de campo y laboratorio, además de la evaluación de los resultados de los mismos. Estos ensayos fueron realizados de acuerdo a las Normas de Ensayo de uso habitual en la Dirección de Vialidad del MOPC.

Confección de las láminas, planos y planillas que corresponden a ensayos y perfil edafológico para cada caso en particular.

Ejecución de informes detallando la calidad y la aptitud de los suelos y cualquier tipo de material que fueron empleados en los distintos componentes de la estructura del camino, a distintos niveles de la plataforma como núcleo del terraplén, sub-rasante, banquinas, recubrimiento con suelo seleccionado, sub-bases, bases, etc.

Determinación de los tipos de materiales para las previsiones acertadas en el Proyecto en cuanto a la cuantificación y calificación de los mismos para movimiento de suelos. Además fueron definidos los parámetros necesarios para realizar los análisis de precios unitarios y conformación del presupuesto correspondiente, así como también de los parámetros técnicos de pendiente de taludes y contra taludes, etc.

Investigación de cualquier condicionante para la Elaboración del Proyecto como zonas bajas con acumulación de aguas, existencia de suelos expansivos en la plataforma existente, suelos susceptibles de erosión, zonas con asentamientos, deslizamientos, y otros casos. Estos trabajos están siendo bien detallados a los efectos de poder establecer claramente las soluciones que deban ser adoptadas.

Dentro de la determinación del perfil edafológico de la traza, fueron desarrolladas perforaciones (sondeos) y/o calicatas, con una separación máxima de 50 metros en zonas de terraplén y de 25 metros en zonas de desmonte.

En las perforaciones que fueron realizadas, la profundidad alcanzada fue hasta la cota de fondo cuneta, y como mínimo un (1,00) metro por debajo del terreno natural.

En el estudio en sectores existentes y que no poseen pavimentos y que son objeto de ampliaciones futuras, se realizó una evaluación del estado del terraplén. Para ello se ejecutaron perforaciones cada 50 m como máximo, de 1,50 m de profundidad como mínimo bajo la rasante existente en zonas en terraplén o bajo la línea de rasante proyectadas en zona de desmonte y se realizaron los ensayos de acuerdo al procedimiento descrito con anterioridad. Concordantemente con las muestras extraídas para los ensayos de calidad se determinaron el estado de densificación existente en el terraplén y se estudiaron los suelos con los procedimientos de referencia.

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

Con todos los datos obtenidos en esta etapa de los Estudios de Ingeniería, y en función a los resultados de los ensayos de los materiales, se confeccionaron un perfil geotécnico con las cotas del terreno natural, la rasante proyectada y el fondo de cuneta. El mismo está indicando, en correspondencia con las progresivas de las perforaciones, las profundidades de cada suelo detectado y los resultados de los ensayos de identificación, además de las presencia o no de sales y/o sulfatos, ensayos de compactación, valor soporte, humedad y densidad natural, así como el nivel de presencia o no de la napa freática correspondiente.

Los ensayos listados a continuación, constituyeron la base de la investigación de los materiales para la construcción:

- Tipo y espesor de cada horizonte o material encontrado
- Nivel de napas
- Granulometría para cada material
- Constantes físicas (LL,LP,IP) para cada material
- Clasificación HRB/AASHTO para cada material
- Índice de Grupo para cada material
- Presencia de materia orgánica para cada material
- Sales y sulfatos para cada material
- Densidad in situ para cada material
- Humedad Natural para cada material
- Proctor a la energía que corresponda según el tipo de suelo (densidad y humedad óptimas) para cada material
- CBR dinámico (se realizaron con tres energías de compactación, aplicando 12, 25 y 56 golpes/capa respectivamente). Para el caso de suelos con IP>10 donde se prevé su utilización sin mejoramiento, se realizó el ensayo en su versión completa, para cada material.
- Expansión luego de 4 días de embebimiento, para cada material.

Fueron confeccionados informes con la metodología aplicada en cada estudio, en los que se realizó una descripción detallada de los suelos de traza, y se presentaron los resultados de los ensayos realizados, los cuales se presentan en el anexo.

3.2.4 Estudios de Fundaciones.

3.2.4.1 Arroyo Agua Blanca.

3.2.4.1.1 Características del Estudio.

Los trabajos geotécnicos han sido realizados para la verificación de las condiciones de fundación de un puente a ser construido sobre el Arroyo Agua Blanca, afluente del rio Carapá, en la progresiva 8+200, entre el cruce Guaraní sobre la Ruta Nº X y la localidad de Pindoty Porá. Este estudio se efectuó a pedido de la Consultora Tecnodinámica S.R.L, para el diseño de la obra de arte.

3.2.4.1.2 Características de los Sondeos.

Fueron realizados dos sondeos, uno en cada margen sobre el eje del proyecto. En cada sondeo se efectuaron los ensayos de penetración estándar (SPT), a cada metro de perforación. Para el efecto fue utilizado un sacamuestra partido del tipo "Raymond – Terzaghi", ASTM D-1586 de 2" y 1 3/8" de diámetro externo e interno respectivamente. Hincados por medio de un mazo de 64 Kg. Y una altura de caída de 76,00 cm.

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

La perforación fue efectuada con barreno manual hasta las diferentes profundidades de ensayo de SPT. Posteriormente se continuaron los sondeos por medio de perforaciones rotativas con recuperación de testigos y sus correspondientes perfilajes.

Los sondeos se profundizaron hasta alcanzar los valores geomecánicos suficientes para los cálculos de fundación de acuerdo a las necesidades de la obra.

3.2.4.1.3 Nivel Freático.

En cada sondeo se realizo la determinación del nivel freático y la potencia estimada de los mismos de acuerdo a la extracción del agua, encontrándose las siguientes características:

- P-01; 1,60 m de baja potencia
- P-02; 2,05 m de baja potencia

3.2.4.1.4 Nivel de los Sondeos.

La boca de los sondeos fueron determinados topográficamente, tomando como cota 100 el tablero del puente existente, las cuales figuran en los perfiles correspondientes y en los informes planialtimétricos.

3.2.4.1.5 Resultado de Laboratorio.

Las muestras obtenidas en el muestreador Terzaghi han sido enviado al laboratorio y los resultados nos indican suelos del tipo arcillo limoso (CL) principalmente, los cuales se observan en los perfiles y en planillas adjuntas.

3.2.4.1.6 Litología Encontrada.

En la parte superior se encuentra un relleno de sedimentos depositados por el arroyo, subyacente tenemos una arcilla limosa gris amarillento con aumento de arenas en profundidad, mediana plasticidad. Desde aproximadamente 3.0 m se encuentra una arena arcillosa gris claro con manchas ocres, de baja plasticidad. Entre 5.0 a 6.0 m gradativamente pasamos de concreciones y fragmentos a un basalto muy alterado muestreado con métodos rotativos.

3.2.4.1.7 Recomendaciones de Fundación.

De acuerdo a los valores obtenidos en los sondeos realizados, se puede recomendar lo siguiente;

SONDEO	COTA SONDEO	PROFUND. FUNDACION	COTA FUND.	Tensión qu*	NIVEL FREATICO	LITOLOGIA DE APOYO
	m	m	m	Kg/cm^2	m	
P-01	98,90	6,25	92,7	8,0	1,60	Basalto alterado
P-02	98,40	6,10	92,3	8,0	2,05	Basalto alterado

* *Estas tensiones corresponden a las tensiones máximas comunes a suelos o roca de este tipo en ensayos de compresión simple. Para la determinación de las cargas solicitadas en fundaciones profundas, es necesario introducir la relación "suelo-estructura", con las variables de la profundidad de fundación, tipo adoptado y diámetro correspondiente.*

3.2.4.1.8 Tipo de Fundación.

Podrá utilizarse apoyos indirectos por medio de **pilotes pre-perforados, del tipo Strauss o tubulones.** La posibilidad de utilizar tubulones está limitada por el control del nivel freático, la profundidad de fundación y la litología encontrada.

3.2.4.1.9 Observaciones Adicionales.

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

Para la determinación de la profundidad de fundación, consideramos un empotramiento **dentro** del basalto alterado no menor a 0,5 m. Es importante el entibado para evitar desmoronamientos durante la ejecución de la fundación.

3.2.4.1 Río Carapá.

3.2.4.1.1 Características del Estudio.

Los trabajos geotécnicos han sido realizados para la verificación de las condiciones de fundación de un puente a ser ensanchado sobre el río Carapa, entre Cruce Guaraní sobre la Ruta Nº X y la localidad de Pindoty Porá. Este estudio se efectuó a pedido de la Consultora Tecnodinámica S.R.L, para el diseño de la obra de arte de referencia.

3.2.4.1.2 Características de los Sondeos.

Fueron realizados cuatro sondeos, dos en cada margen sobre el eje del proyecto. En cada sondeo se efectuaron los ensayos de penetración estándar (SPT), a cada metro de perforación. Para el efecto fue utilizado un sacamuestra partido del tipo "Raymond – Terzaghi", ASTM D-1586 de 2" y 1 3/8" de diámetro externo e interno respectivamente. Hincados por medio de un mazo de 64 Kg. Y una altura de caída de 76,00 cm.

La perforación fue efectuada con barreno manual hasta las diferentes profundidades de ensayo de SPT. Posteriormente se continuaron los sondeos por medio de perforaciones rotativas con recuperación de testigos y sus correspondientes perfilajes.

Los sondeos se profundizaron hasta alcanzar los valores geomecánicos suficientes para los cálculos de fundación de acuerdo a las necesidades de la obra.

3.2.4.1.3 Nivel Freático.

En cada sondeo se realizo la determinación del nivel freático y la potencia estimada de los mismos de acuerdo a la extracción del agua, encontrándose las siguientes características:

- P-01; 2,10 m de baja potencia
- P-02; 1,75 m de baja potencia
- P-03; 1,95 m de baja potencia
- P-04; 2,05 m de baja potencia

3.2.4.1.4 Nivel de los Sondeos.

La boca de los sondeos fueron determinados topográficamente, tomando el tablero existente con cota 100, las cuales figuran en los perfiles correspondientes y en los informes planialtimétricos.

3.2.4.1.5 Resultado de Laboratorio.

Las muestras obtenidas en el muestreador Terzaghi han sido enviado al laboratorio y los resultados nos indican suelos del tipo arcillo limoso (CL) principalmente, los cuales se observan en los perfiles y en planillas adjuntas.

3.2.4.1.6 Litología Encontrada.

El basamento de la cuenca hidrográfica es un Basalto de grano grueso, que aflora en varias partes del lecho del río, con sedimentos arenosos y areno limosos depositados en meandros que varían frecuentemente. En los sondeos se ha alcanzado el estrato rocoso y se realizaron perforaciones por métodos rotativos con extracción de testigos, determinándose un basalto correspondiente a las coladas de la formación Alto Paraná que se encuentra litológicamente alterado y fracturado.

3.2.4.1.7 Recomendaciones de Fundación.

De acuerdo a los valores obtenidos en los sondeos realizados, se puede recomendar lo siguiente;

SONDEO	COTA SONDEO	PROFUND. FUNDACION	COTA FUND.	Tensión qu*	NIVEL FREATICO	LITOLOGIA DE APOYO
	m	m	m	Kg/cm^2	m	
P-01	96,80	5,70	91,0	9,0	2.10	Basalto alterado
P-02	96,55	4,70	91,8	9,0	1.75	Basalto alterado
P-03	96,30	2,70	93,6	9,0	1.95	Basalto alterado
P-04	97,20	2,70	94,5	9,0	2.05	Basalto alterado

* *Estas tensiones corresponden a las tensiones máximas comunes a suelos o roca de este tipo en ensayos de compresión simple. Para la determinación de las cargas solicitadas en fundaciones profundas, es necesario introducir la relación "suelo-estructura", con las variables de la profundidad de fundación, tipo adoptado y diámetro correspondiente.*

3.2.4.1.8 Tipo de Fundación.

Podrá utilizarse apoyos indirectos por medio de **pilotes pre-perforados, del tipo Strauss o tubulones.** La posibilidad de utilizar tubulones está limitada por el control del nivel freático, la profundidad de fundación y la litología encontrada.

3.2.4.1.9 Observaciones Adicionales.

Para la determinación de la profundidad de fundación, consideramos un empotramiento **dentro** del basalto alterado no menor a 0,5 m. Es importante el entibado para evitar desmoronamientos durante la ejecución de la fundación.

3.2.5 Estudios de Canteras.

3.2.5.1 Descripción de Cantera.

DETERMINACIÓN PETROGRÁFICA

PROCEDENCIA: DPTO. CANINDEYU

TRAMO: Cruce Guarani-Corpus Crhisti-Pindoty Porá (Prog. 8+500)

Proyección UTM-Zona 21J

Norte:7.323.654,74-Este:717.191,14

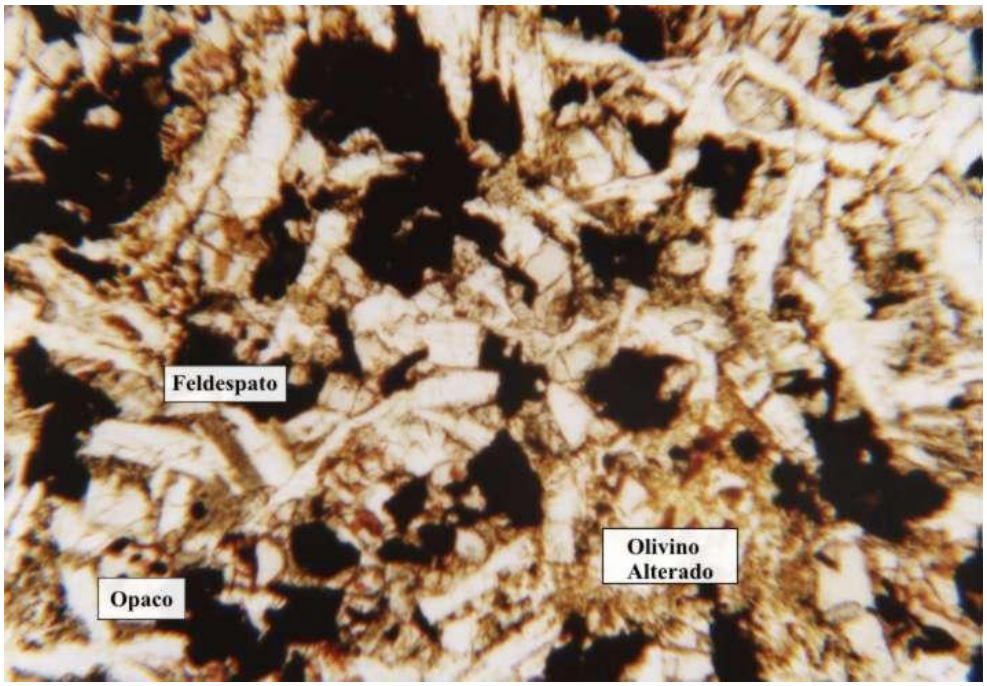
Fecha: 31/03/2011

Ensayo Petrográfico

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

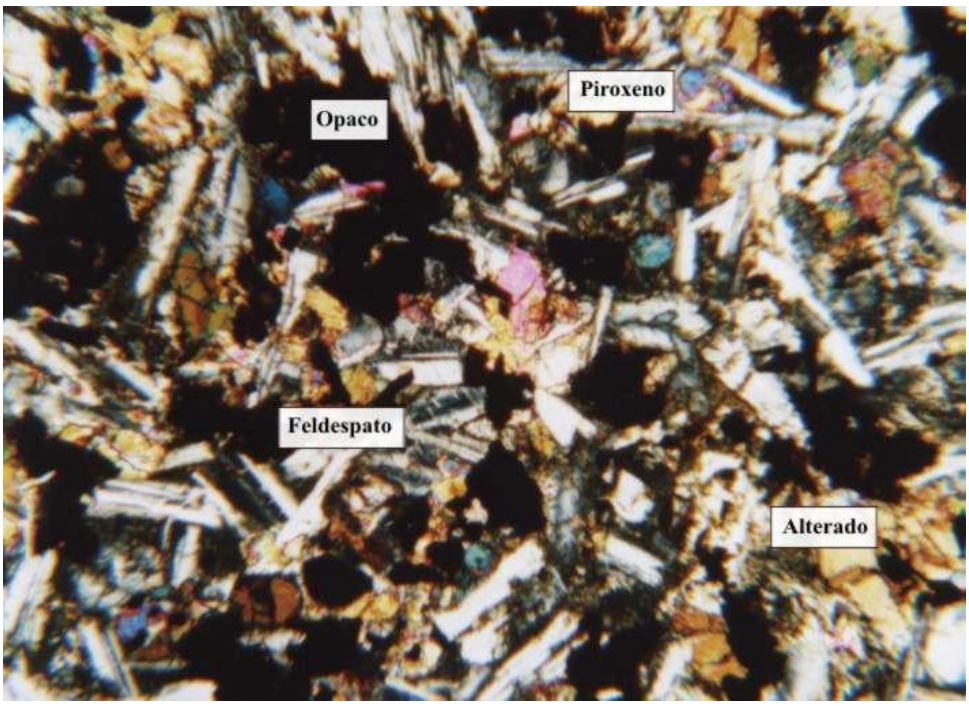
La roca en muestra de mano exhibe una textura afanítica. La media de tamaño de los cristales varía entre 0,75mm a 1 mm. La composición mineral se encuentra formada por cristales anhédricos de piroxeno de la variedad augita; la misma presenta color gris a marrón claro en luz paralela, relieve alto.

Asimismo, se observan cristales idiomórficos de feldespato (plagioclasa) de hábito prismático, incoloro en luz paralela.



Microfotografía. Luz Paralela 4x. Lamina delgada. Basalto Toleítico alterado de textura afanítica, representados por Piroxenos, feldespatos, oxido de hierro, vetas rellenado por clorita.

Los minerales accesorios observados están compuesto de opacos de forma irregulares (magnetita – titanomagnetita).



Microfotografía. Luz Polarizada 4x. Lamina delgada. Basalto Toleítico de textura afanítica, compuestos por Piroxenos, feldespatos, y opacos

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

En este contexto, con luz polarizada, presenta color gris de primer orden, maclado polisintético y se halla parcialmente interpenetrados con otros cristales del mismo tipo, conformando así una textura subofítica.

CLASIFICACION: BASALTO TOLEÍTICO.

ORIGEN: Roca ígnea básica, volcánica.

ALTERACIÓN

En general la roca no muestra signos de alteración en los minerales primarios (Piroxeno y Fesldespato). Por otro lado, el olivino exhibe una transformación a minerales de Serpentina y la hematita de color rojizo oscuro, presenta la formación de halos alrededor de los granos de magnetita.

CONCLUSIÓN

La roca sometida a ensayo petrográfico según las Normas ASTM- C295 no evidencia minerales nocivos de características con reacción de Álcalis.

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

Ubicación de Cantera.

3.3 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

Con el objetivo de dimensionar correctamente las obras de drenaje, en correspondencia con los caudales de proyecto, que conforman el sistema de drenaje de cada tramo de camino, fueron realizados los Estudios Hidrológicos, buscando identificar el régimen pluviométrico y la naturaleza de las precipitaciones más intensas de la región, habiendo consecuentemente establecido las características de escurrimiento superficial de las cuencas hidrográficas interceptadas por la traza.

3.3.1 Trabajos Realizados

Para la formulación del "Sistema Hidrológico" se efectuaron trabajos de campo complementados con trabajos de gabinete, abarcando las siguientes actividades:

- Observaciones in situ del comportamiento hidráulico de las obras de arte existentes en el tramo luego del levantamiento de las mismas.
- Delimitación de cuencas de los cauces hídricos de la zona en base a cartas topográficas digitalizadas de la Dirección del Servicio Geográfico Militar (DISERGEMIL), ortofotocartas digitalizadas del Sistema Nacional de Catastro (SNC), e imágenes satelitales Google Earth.
- Observaciones in situ de la geomorfología de la traza, identificando sectores bajos, con poca pendiente transversal, sectores ondulados, en media ladera, etcétera.
- Estudio de los datos pluviométricos y climáticos recopilados.
- Recopilación de información respecto al nivel aguas máximas de los causes hídricos.
- Cálculo del caudal de proyecto para cada cuenca delimitada.
- Determinación de la capacidad de escurrimiento de las obras proyectadas**.**

3.3.2 Curva IDF Seleccionada

Para el cálculo de las intensidades se ha seleccionado la Curva IDF de la Estación de Villarrica en su versión actualizada al año 2009. La ecuación de esta curva se ha obtenido del Trabajo Final de Grado, "Actualización de las Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia de Precipitación en el Paraguay", perteneciente a la Facultad de Ingeniería UNA.

Se tuvo en cuenta que esta estación es la más cercana a la zona de obra y la más representativa de la región para tormentas severas.

La ecuación empleada para los cálculos es la siguiente:

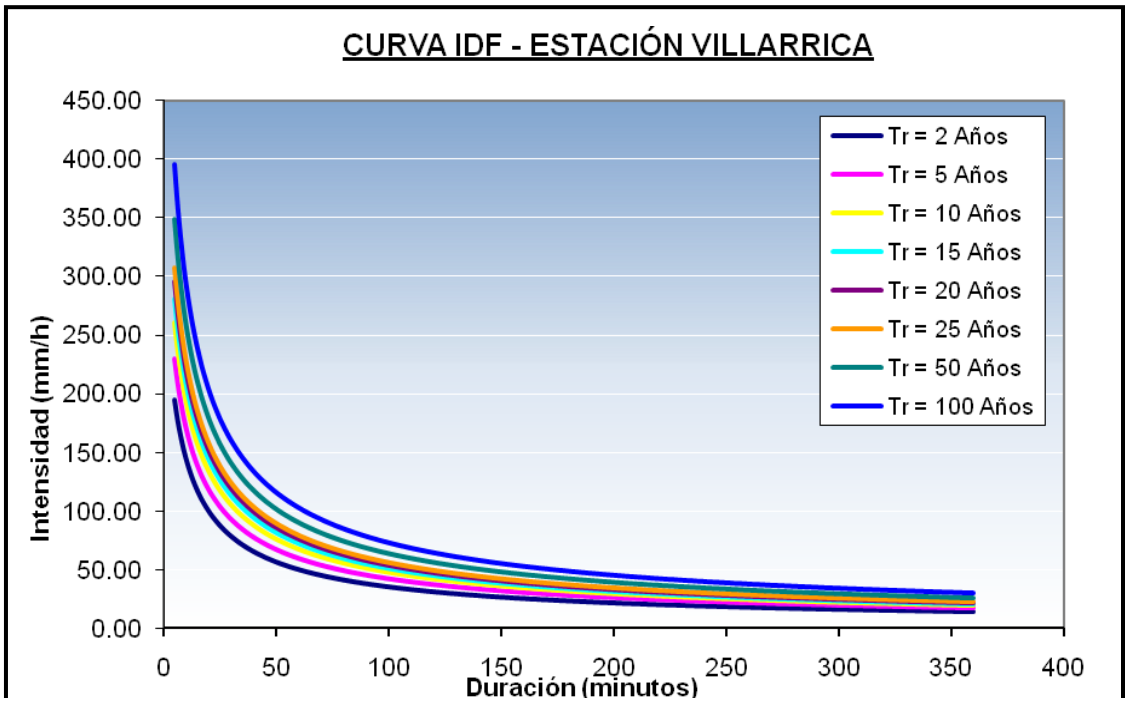
$$I = \frac{902{,}31 \times (T_R)^{0{,}18139}}{(t+5)^{0{,}72055}}$$

Donde:

I = intensidad de precipitación de la cuenca en mm/hora.

T_R = tiempo de retorno según el tipo de obra en años.

t = tiempo de concentración - fórmula de Kirpich, en minutos.



3.3.3 Red Hidrográfica Básica

La red hidrográfica básica del tramo fue obtenida a partir de cartas digitalizadas de la Dirección del Servicio Geográfico Militar (DISERGERMIL), y ortofotocartas digitalizadas del Sistema Nacional de Catastro (SNC).

3.3.4 Periodos de Recurrencia

Los períodos de recurrencia para el cálculo de los caudales de proyecto fueron establecidos en función a la importancia relativa de cada tipo de obra a dimensionar.

Los períodos de recurrencia adoptados fueron los siguientes:

- Obras de drenaje superficial 5 años.
- Alcantarillas 10 años.
- Puentes 50 años.

Con base en la experiencia de la Consultora en trabajos similares se adoptó un criterio más conservador para el caso de caudales requeridos para cuencas mayores de 2,00 km2 (alcantarillas de gran porte), siendo verificadas para un TR de 25 años, exceptuando los correspondientes a puentes casos en los que se aplicó el TR de 50 años previsto en los TDR.

3.3.5 Determinación de Caudales

Para la determinación de los caudales, las cuencas de aporte fueron subdivididas en 2 grupos distintos, con tratamiento diferente:

- Cuencas pequeñas: aquellas con áreas inferiores a 2 km² (200 has), calculadas mediante la fórmula del método racional.

- Cuencas grandes: aquellas con áreas superiores a 2 km² (200 has), calculadas por el método del Hidrograma Unitario Triangular, desarrollado por el U.S. Soil Conservation Service.

3.3.5.1 Cuencas de Contribución

Las áreas de las cuencas de contribución fueron determinadas por planimetría. Los contornos de cuencas fueron demarcados sobre un mosaico de ortofotocartas digitalizadas, complementados con información obtenida en la inspección del tramo, y del perfil longitudinal y transversal del terreno (estudios topográficos).

El mapa de cuencas se presenta en el anexo correspondiente a ñlos Estudios Hidrológicos del presente documento. Se presentan a continuación los mapas de las cuencas del tramo.

3.3.5.2 Cuencas Pequeñas

Los caudales correspondientes a cuencas pequeñas, fueron calculados mediante la aplicación del Método Racional.

- Tiempo de concentración

Para el cálculo del tiempo de concentración se ha utilizado la fórmula de "Kirpich", la cual relaciona los parámetros geométricos de cada cuenca estudiada:

$$t_c = 0{,}0195 \times \left(\frac{L}{\sqrt{m}} \right)^{0{,}77}$$

$$m = \frac{\Delta h}{L}$$

Donde:

t_c = Tiempo de concentración en minutos.

L = Longitud de la garganta principal en metros.

m = Pendiente de la garganta principal, adimensional.

Δh = Desnivel entre los puntos extremos de la garganta en metros.

- Coeficiente de Escorrentía

Teniendo en cuenta el tipo de suelo en la zona de obra que es básicamente arcillo arenoso y las características propias del terreno, se ha determinado un valor promedio C= 0,30 para el cálculo de caudales.

- Caudal del Proyecto

El Método Racional está representado por la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{(C \times I \times A)}{3{,}60}$$

Donde:

Q = Caudal en m^3/seg

C = Coeficiente de Escorrentía, adimensional.

I = Intensidad de precipitación en mm/hora.

A = Área de la cuenca contribuyente en km^2.

Se presentan, en el anexo correspondeinte los resultados obtenidos.

3.3.5.3 Cuencas Grandes

Para el cálculo de caudales de cuencas con áreas superiores a 2 km², interceptadas por la carretera fue empleado el Método del Hidrograma Unitario Triangular, desarrollado por el U.S. Soil Conservation Service, ya que en estos casos, por cuestiones conceptuales resulta inaplicable el Método Racional.

La metodología se desarrolla con base en los siguientes pasos:

- Definición de los parámetros del Hidrograma Unitario Triangular

$$\mathbf{q_p} = \frac{(2{,}08 \times A)}{t_p}$$

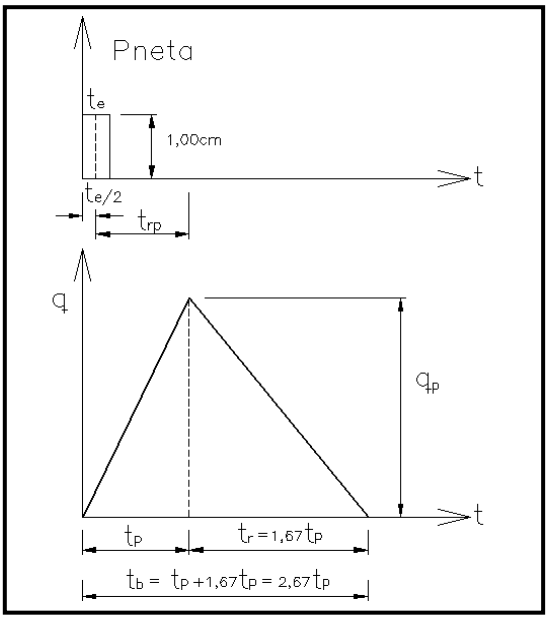
$$t_p = \frac{te}{2} + trp$$

$$te = \frac{tc}{5}$$

$trp = 0{,}60 \times t_c$

$tr = 1{,}67 \times t_p$

$tb = t_p + tr$



Donde:

q_p = caudal pico del H.U.T., en m³/s/cm.

A = área de la cuenca contribuyente en km².

t_c = tiempo de concentración en horas.

t_p = tiempo pico en horas.

te = tiempo unitario en horas.

trp = tiempo de retraso del pico en horas.

tr = tiempo de bajada en horas.

tb = tiempo base en horas.

- Cálculo de la Precipitación Efectiva

La cuantificación de la precipitación efectiva (Pe) fue determinada a partir de la precipitación total (P) según el método propuesto por el U.S. Soil Conservation Service.

De acuerdo con este método, en función de las características del suelo, de la vegetación y de la utilización de las áreas de las cuencas hidrográficas, se debe elegir un número de curva (CN) que la identifique.

Son utilizadas las siguientes relaciones:

$$CN = \frac{1000}{10 + S}$$

Donde:

CN = número de la curva representativa del complejo suelo – vegetación – utilización de las áreas de las cuencas.

S = variable dependiente de la retención e infiltración de la cuenca.

$$Pe = \frac{\left(P' - 0{,}2S^2\right)}{P' + 0{,}8S}$$

Donde:

Pe = precipitación efectiva, en pulgadas;

P'= precipitación total, en pulgadas (*).

Para áreas superiores a 25 km^2, se debe utilizar el factor de reducción de altura de precipitación, con el cual se obtiene un valor de precipitación total corregido (P'). Para cuencas con áreas menores, se tiene que P = P'.

$$P' = P \times \left(1 - 0{,}10 \times \log \frac{A}{25}\right)$$

Donde:

P' = precipitación total corregida en cm.

P = precipitación total real en cm.

A = área de la cuenca hidrográfica en km².

La siguiente fórmula establece el valor de la Pe en función de la P y la S:

$$Pe = \frac{(P - 0{,}2 \times S \times 2{,}54)^2}{(P + 0{,}8 \times S \times 2{,}54)}$$

Donde:

Pe = precipitación efectiva en cm.

P = precipitación total en cm.

S = máxima capacidad de retención e infiltración de la cuenca, en pulgadas.

- Determinación de los Hidrogramas de Proyecto

Conocidas las precipitaciones efectivas para cada intervalo Δt definido, se procede al cálculo de los caudales de proyecto mediante el "álgebra de los Hidrogramas", o sea, multiplicando las precipitaciones efectivas por las ordenadas del Hidrograma unitario, reiteradas a intervalos de tiempo iguales al intervalo unitario considerado.

Los valores de las descargas del Hidrograma de proyecto, por tanto, serán dados por:

$$Q_i = \Delta P_{e1-0} \cdot q_1 + \Delta P_{e2-1} \cdot q_2 + \Delta P_{e3-2} \cdot q_3 + \ldots \Delta P_{ei-n} \cdot q_i$$

El caudal de proyecto de la cuenca corresponderá al valor máximo de las combinaciones obtenidas en las descargas del Hidrograma de proyecto.

3.3.6 Dimensionamiento Hidráulico

Las secciones necesarias para el escurrimiento de las descargas determinadas en el ítem anterior, fueron determinadas mediante la aplicación de la fórmula de mannong y la ecuación de continuidad.

3.3.6.1 Alcantarillas

Para el dimensionamiento hidráulico de las alcantarillas se estableció que las mismas deben operar como canal para un tiempo de recurrencia de 10 años.

Fueron dimensionadas alcantarillas tubulares y celulares cuadradas de hormigón armado, simples, dobles y triples, calculadas a partir de las expresiones:

- $Q_c = 1{,}425 \cdot D^{5/2}$ (Alcantarillas Tubulares)
- $Q_c = 1{,}705 \cdot L^{5/2}$ (Alcantarillas Celulares Cuadradas)

A partir de las expresiones anteriores fueron elaborados cuadros en los que se indica la capacidad e escurrimiento de las obras, utilizados para el dimensionamiento.

Caudal, velocidad y pendiente crítica de alcantarillas tubulares de hormigón trabajando como canal

Tipo y Diámetro	Caudal Crítico Q' (m^3/s)	Velocidad Crítica V' (m/s)	Pendiente Crítica i' (%)
1Ø1,20	2,248	2,71	0,66
2Ø1,00	2,850	2,47	0,70
2Ø1,20	4,496	2,71	0,66
3Ø1,00	4,275	2,47	0,70
3Ø1,20	6,744	2,71	0,76

Caudal, velocidad y pendiente crítica de alcantarillas celulares de hormigón trabajando como canal

Tipo	Sección (m)	Caudal Crítico Q' (m^3/s)	Velocidad Crítica V' (m/s)	Pendiente Crítica i' (%)
Simple	1,00x1,00	1,700	2,550	0,78
Simple	1,50x1,50	4,700	3,132	0,68
Simple	2,00x2,00	9,654	3,616	0,62
Simple	2,50x2,50	16,850	4,043	0,58
Simple	3,00x3,00	26,590	4,429	0,54
Doble	1,00x1,00	3,400	2,550	0,78
Doble	1,50x1,50	9,400	3,132	0,68
Doble	2,00x2,00	19,290	3,616	0,62
Doble	2,50x2,50	33,700	4,043	0,58
Doble	3,00x3,00	53,156	4,429	0,54
Triple	1,50x1,50	14,100	3,132	0,68
Triple	2,00x2,00	28,935	3,616	0,62
Triple	3,00x3,00	79,743	4,429	0,54

Se presentan, en el anexo correspondiente los resultados obtenidos.

3.3.6.2 Puentes

Los caudales obtenidos para las cuencas C-1 (arroyo Agua Blanca) y C-5 (río Carapá), requieren de puentes de hormigón armado, siendo proyectado en el primer caso, una obra de nueva de L=25m (el puente de madera existente de L= 12m se deberá demoler), en tanto en el segundo caso, se propone el ensanche de 8m a 10m del puente de H°A° existente de L= 45m.

Las verificaciones realizadas se presentan a continuación.

VERIFICACION HIDRAULICA PUENTES									
Metodología : MANNING - CONTINUIDAD									
Cuenca	**A(m2)**	**P (m)**	**R (m/m)**	**S (m/m)**	**n**	**V (m/seg)**	**Q efectivo (m3/seg)**	**Q requerido (m3/seg)**	**Observación**
C-1	75,0	31,0	2,42	0,0008	0,012	4,26	319,52	197,19	PH°A° L=25m verifica
C-5	139,5	51,2	2,72	0,0007	0,012	4,32	602,00	577,94	PH°A° L=45m existente verifica

Donde:

A (m2) = Sección de escurrimiento

P (m)= Perímetro mojado

R (m)= Radio Hidráulico

S (m/m)= Pendiente del lecho

n= Coeficiente de rugosidad

V (m/s)= Velocidad

Q (m3/s)=Caudal efectivo

3.3.6.3 Cunetas Revestidas de Hormigón

En los cortes con pendientes pronunciadas mayores a 3%, fueron diseñadas cunetas revestidas de hormigón, con el objeto de evitar la erosión de las cunetas.

La capacidad de escurrimiento de las cunetas depende de una serie de variables tales como:

- Altura del corte
- Ancho de plataforma
- Intensidad de precipitación
- Pendiente de la rasante
- Longitud de la pendiente

Teniendo en cuenta los condicionantes precedentemente mencionados, con base en la experiencia del consultor, fueron diseñadas las cunetas revestidas de hormigón, habiéndose considerado además, los aportes de calzada y cunetas aguas arriba, aportes laterales de calles transversales, y tramos de conducción hasta el sitio de entrega, lugares en los que fueron previstos disipadores de energía.

3.3.7 Resultados Obtenidos

En el Anexo "Estudios Hidrológicos e Hidráulicos", se presentan los resultados obtenidos en el cálculo de caudales, mediante la metodología y criterios precedentemente mencionados.

Se presenta a continuación el listado de las obras proyectadas.

PROG.	NOMBRE CUENCA	COTA SALIDA	tc [min]	Tr	I [cm/h]	Obra Proyectada	LONGITUD DE OBRA PROYECTADA
0+200	C-1-1	379,68	5,12	10	25,85	1 C de 1 x 1 m.	15
3+780	C-3	350,55	64,65	10	6,44	3 C de 1 x 1 m.	15
12+440	C-4	363,8	17,08	10	14,73	2 C de 1 x 1 m.	15
14+380	C-6	332	32,53	10	10,05	2 C de 1,5 x 1,5 m.	23
15+320	C-7	359,69	34,02	10	9,78	2 C de 1,5 x 1,5 m.	15
17+060	C-8	387,45	45,09	10	8,17	2 C de 1,5 x 1,5 m.	15
19+460	C-9	402,63	12,13	10	17,69	1 Ø de 1 m.	15
19+920	C-10	400,47	19,94	10	13,5	1 Ø de 1 m.	15
20+700	C-5-1	403,92	36,08	10	9,42	2 C de 1 x 1 m.	15
24+220	C-11	420,46	11,5	10	18,18	1 C de 1,5 x 1,5 m.	15
25+620	C-12	419,67	19,29	10	13,76	2 Ø de 1 m.	15
26+900	C-13	407,32	16,17	10	15,19	1 C de 1,5 x 1,5 m.	21
27+500	C-14	418,35	15	10	15,82	1 C de 1,5 x 1,5 m.	28
28+980	C-15	436,16	8,74	10	20,74	2 C de 1,5 x 1,5 m.	18
29+780	C-16	427,91	14,17	10	16,31	1 Ø de 1 m.	37
31+460	C-5-2	424,1	16,42	10	15,06	3 C de 1 x 1 m.	20
33+940	C-5-3	424,69	25,93	10	11,56	2 C de 1 x 1 m.	27
35+460	C-5-4	422,69	14,46	10	16,14	3 C de 1,5 x 1,5 m.	17
37+100	C-17	431,75	9,85	10	19,61	1 C de 1 x 1 m.	15
37+500	C-18	425,67	8,57	10	20,92	1 C de 1,5 x 1,5 m.	20
ACCESO A PINDOTY							
1+160	C-19-1	398,3	37,53	10	9,19	2 C de 1 x 1 m.	15
0+440	C-19-1	417,25	47,76	10	7,87	1 Ø de 1 m.	15
PROG.	**NOMBRE CUENCA**	**COTA SALIDA**				**Obra Proyectada**	**LONGITUD DE OBRA PROYECTADA**
8+535	C-1	317,45	HUT C-1			PUENTE	25
3+360	C-2	368,44	HUT C-2			2 C de 1,5 x 1,5 m.	15
13+980	C-5	319,1	HUT C-5			PUENTE	45
39+498	C-19	366,28	HUT C-19			1 C de 3 x 3 m.	72

3.4 ESTUDIOS DE TRÁNSITO.

3.4.1 Antecedentes.

Los estudios de tránsito se realizan por dos motivos principales. El primero es a los efectos de su utilización en la evaluación económica y determinación de los beneficios que trae aparejado el proyecto y el segundo es su uso en el diseño de pavimento de modo a obtener el TMDA representativo del tramo, y su correspondiente cantidad de ejes equivalentes de 8,2 tn a lo largo de la vida útil.

A efectos de determinar el tránsito fueron realizados conteos volumétricos clasificados y encuestas origen/destino.

Planificación del Conteo y Encuestas.

Para la ubicación de los puestos de conteo se ha estudiado el tramo y los distintos accesos al mismo, así como las poblaciones por donde se desarrolla el trazado.

Los puestos de conteo se ubicaron en:

- Puesto Nº1 en Cruce Guaraní (Km 0+000)
- Puesto Nº2 en Corpus Christi (en el Km 23+500)
- Puesto Nº3 en Pindoty Porá (en el Km 42+500 en el acceso a Pindoty Porá)

En el Puesto Nº1, se efectuó el conteo durante 7 días (desde el miércoles 12/01/2011 hasta el miércoles 19/01/2011) entre las 6.00 hs y las 18.00 horas, y un día se extendió el horario a 24 horas. Con este conteo de 24 horas se determinaron los coeficientes a aplicar a los conteos de 12 horas para expandirlos a 24 horas. En los otros dos puestos se realizaron conteos de 12 horas durante 3 días (desde el jueves 20/01/2011 al sábado 22/01/2011 en la Prog 23+400 y desde el domingo 23/01/2011 al 25/01/2011 en la Prog. 42+000. Se realizó la expansión a 24 horas mediante los coeficientes obtenidos en el conteo de 24 horas mencionado.

Las encuestas O/D fueron realizadas durante un periodo de tres días en horarios diurnos en los puestos de conteo precedentemente mencionados:

- En el Puesto Nº1, ubicado en la progresiva 0+000 (Cruce Guaraní) las encuestas se llevaron a cabo los días jueves 13/01/20011, viernes 14/01/2011 y lunes 17/01/2011.
- En el Puesto Nº2, ubicado en la progresiva 23+400 (Corpus Christi) las encuestas se llevaron a cabo los días jueves 20/01/2011, viernes 21/01/2011 y el sábado 22/01/2011.
- En el Puesto Nº3, ubicado en la progresiva 42+000 (Pindoty Porá) las encuestas se llevaron a cabo los días domingo 23/01/2011, lunes 24/01/2011 y el martes 25/01/2011.

Con la disposición de las estaciones de conteo según lo expresado precedentemente y con la complementación de información obtenida de las encuestas de origen y destino se ha logrado interceptar todos los flujos derivados a los tramos en estudio. De esta manera fue posible conocer las zonas de origen y destino de los vehículos.

Se ha tenido en cuenta además, en estas encuestas, la información requerida para la determinación del ahorro en tiempo de viaje.

Los datos del tráfico existente y los resultantes de las encuestas complementarias fueron sometidos a los análisis y tabulaciones adecuadas, contemplando la expansión de los conteos volumétricos clasificados y el montaje de las matrices actuales de origen/destino. Para ello, fueron considerados, entre otros, los aspectos vinculados al posicionamiento de los puestos de

conteo, periodo de conteo, estaciones de los flujos y condiciones del tráfico en cada tramo en la época de la ejecución de encuestas.

3.4.2 TMDA.

En la siguiente tabla se indica el TMDA obtenido con base en el conteo, representativo de los distintos sub-tramos, sin considerar correcciones por estacionalidad.

Tramo	TMDA Existente (2011)			
	Livianos	Ómnibus	Camiones sin acoplado	Camiones con acoplado y semirremolques
Cruce Guarani - Corpus Christi (Puesto 1)	381	6	52	22
Cruce Guaraní - Corpus Christi (Puesto 2)	360	5	44	14
Pindoty Porá - Corpus Christi (Puesto 3)	236	5	42	8

Para la variación estacional, fueron estudiados los datos de vehículos totales mensuales de la Estación de Peaje de 25 de diciembre sobre Ruta 3. Se procesó toda esa información y se obtuvieron las variaciones estacionales correspondientes. Dichos factores se han incluido en la siguiente tabla.

ESTACIÓN DE PEAJE 25 DE DICIEMBRE			
AÑO 2009	MENSUAL	%	ESTACIONALIDAD
Enero	1196	106.53%	93.47%
Febrero	1228	109.34%	90.66%
Marzo	1195	106.40%	93.60%
Abril	1258	112.07%	87.93%
Mayo	982	87.47%	112.53%
Junio	980	87.25%	112.75%
Julio	1098	97.83%	102.17%
Agosto	1074	95.66%	104.34%
Septiembre	1007	89.73%	110.27%
Octubre	1099	97.89%	102.11%
Noviembre	1089	97.03%	102.97%
Diciembre	1267	112.81%	87.19%
MEDIA	1123	100,00%	100,00%

El coeficiente utilizado en el presente estudio para la corrección por estacionalidad es el correspondiente al mes de enero (Estacionalidad Puesto 25 de Diciembre), es decir 0,9347.

Determinación de Tráfico Actual.

Los volúmenes diarios actuales del tráfico, fueron determinados por segmentos homogéneos de tráfico, considerando las diversas categorías de vehículos, los cuales se corrigieron con los factores de ajustes (horaria, semanal, estacional, clausura, otros) para la determinación del TMDA.

Se determinaron dos sub-tramos (secciones) en toda la longitud:

- Sección 1: de Km 0+000 (Cruce Guaraní) a Km 23+500 (Corpus Christi)
- Sección 2: de Km. 23+500 (Corpus Christi) a Km 42+000 (Pindoty-Porá)

Como representativo de la Sección 1 (Cruce Guaraní - Corpus Christi), se adoptó la información recabada en el Puesto 1 (Cruce Guaraní). Como representativo de la Sección 2 (Corpus Christi – Pindoty Porá), se adoptó la información recabada en el Puesto 3 (Pindoty Porá).

En la siguiente tabla se indica el TMDA de ambas secciones, corregido por estacionalidad.

Sub - tramos	TMDA Estacionalizado (2011)			
	Livianos	Ómnibus	Camiones sin acoplado	Camiones con acoplado y semirremolques
Sección 1: Cruce Guaraní - Corpus Christi	356	6	49	20
Sección 2: Corpus Christi - Pindoty Porá	221	5	39	8

El TMDA estacionalizado de los distintos sub-tramos, proyectado para fines del año 2013 (empleando las tasas de crecimiento del estudio económico), unificando el componente camiones, el cual servirá de base para las proyecciones, considerando el año de inicio de operación (2014), sin incluir aún el transito derivado + inducido + generado, es:

Sub - tramos	TMDA Estacionalizado (2013)			
	Livianos	Ómnibus	Camiones	Total
Sección 1: Cruce Guaraní - Corpus Christi	395	6	85	487
Sección 2: Pindoty Porá - Corpus Christi	245	5	58	308

3.4.3 Número de Ejes Equivalentes.

A los efectos de su utilización en el diseño del pavimento, fue calculado el número de ejes equivalentes que se acumularán a los 10 y 20 años de operación respectivamente.

Los vehículos fueron subdivididos en livianos, ómnibus, y camiones, siendo utilizados los siguientes coeficientes de aporte de ejes equivalentes:

Coeficientes de aporte de ejes equivalentes de 8,2 toneladas	Livianos	Ómnibus	Camiones
	0,02	0,28	2,48

En función de estos coeficientes de aporte fueron determinados los ejes equivalentes que pasarán a lo largo del periodo de diseño, obteniéndose los resultados siguientes:

EJES EQUIVALENTES DE 8,2 TONELADAS	
Años	N
10	1.438.939
20	4.331.114

3.5 ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE SERVICIO

3.5.1 Introducción

Con el objeto de evaluar la capacidad de las Rampas en la carretera en estudio y poder ofrecer un nivel de servicio acorde con la categoría de Ruta nacional y basados en los Estudios de Tránsito, es necesario realizar verificaciones de necesidad de carriles adicionales de ascenso en rampas ascendentes.

El método consiste en determinar por un lado, la capacidad (oferta) de la rampa estudiada, la cual está directamente vinculada con sus características geométricas (ancho de carril, obstrucciones laterales, longitud de pendiente, porcentaje de pendiente), y la composición del tránsito (porcentaje de camiones) en vph (vehículos por hora). Por otro lado se determina el volumen de tránsito esperado (demanda) expresado también en vph, y se comparan los resultados. Cuando la demanda alcance o supere la capacidad, se estará operando con niveles muy altos de saturación, y en estos casos es recomendable la incorporación del carril adicional.

Con la construcción de estos carriles adicionales, el Nivel de Servicio de la Carretera se mantendrá estable, y se estarán evitando las congestiones que suelen producirse en las rampas ascendentes ante la presencia de camiones.

La Capacidad se define como el máx. N° de vehículos que pueden pasar razonablemente un lado del camino, sin que la densidad de transito sea tan grande que ocasione demoras, peligros o incomodidad a los conductores. El periodo normal en general de evaluación de la capacidad es una hora.

3.5.2 Capacidad en Condiciones Ideales.

La capacidad de una carretera de 2 carriles en condiciones ideales "independientemente de la distribución en los sentidos de la marcha es de 2000 vehículos /hora.

Las condiciones ideales del tráfico de la carretera se establecen así:

- Flujo ininterrumpido libre de interferencias laterales de vehículos y peatones.
- Evolución plano altimétrica correspondiente a una V □□100 K/H, y dist. De visibilidad de adelante no inferior a 450 m.
- Carriles de 3.65 m. de ancho con bermas adecuadas y sin obstáculos laterales a una distancia no menor de 1.80 m. desde el borde del pavimento.
- Ausencia de Camiones.

3.5.3 Capacidad Posible - Calculo

Considerado siempre que se respete la primera de estas condiciones se analizan los elementos principales que influyen en la capacidad

Los coeficientes correctivas que intervienen son:

- L= considera la evolución planimetrica del trazo
- W = considera ancho de los carriles y la presencia de obstáculos laterales
- T = considera la presencia de camiones y las características altimétricas de la carretera que fuerzan a los mismos a velocidades inferiores a las permitidas a los automóviles.

$$\therefore \mathbf{C = 2000 \times L \times W \times T}$$

Fueron seleccionadas 7 rampas, con pendientes mayores al 4%, habiéndose utilizado los datos de tránsito.

Los Valores de W y L que depende n de la Geometría y la Velocidad de diseño fueron seleccionados de la tabla siguiente:

TABLA B 2.1. A

VALORES DEL COEFICIENTE L PARA CADA VELOCIDAD DIRECTRIZ

VELOCIDAD DIRECTRIZ (Km/h)	L
110	1.000
100	0.987
90	0.973
80	0.96
70	0.953
60	0.945
50	0.94
40	0.935
30	0.93

TABLA B.2.1. B

EFECTO COMBINADO DEL ANCHO DEL CARRIL Y DEL ANCHO LATERAL LIBRE DE OBSTACULOS SOBRE LA CAPACIDAD DE UNA CARRETERA DE DOS CARRILES CON FLUJO DE TRAFICO NO INTERRUMPIDO

DISTANCIA DEL BORDE DEL CARRIL AL OBSTACULO (m)	FACTORES DE CORRECION							
	OBSTACULOS EN UN SÓLO LADO				OBSTACULOS EN LOS DOS LADOS			
	Carril de m. 3.65	Carril de m. 3.30	Carril de m. 3.00	Carril de m. 2.75	Carril de m. 3.65	Carril de m. 3.30	Carril de m. 3.00	Carril de m. 2.75
1.80	1.00	0.88	0.81	0.76	1.00	0.88	0.81	0.76
1.20	0.98	0.85	0.79	0.74	0.94	0.83	0.76	0.71
0.60	0.93	0.81	0.75	0.70	0.85	0.75	0.69	0.65
0	0.88	0.77	0.71	0.66	0.76	0.65	0.62	0.58

Parámetros de ingreso:

Velocidad de Diseño: 80 Km/h → L= 0.96 (TABLA B.2.1.A)

Distancia del borde del carril al obstáculo (m) = 1.8

Obstáculos en un solo lado, carril de 3.5 (m)

por interpolación lineal W= 0.95 (TABLA B.2.1.B)

Para cada Rampa se ingresa con la longitud y pendiente y se saca de la Lámina B.2.1.a, el número de vehículos Livianos Equivalentes.

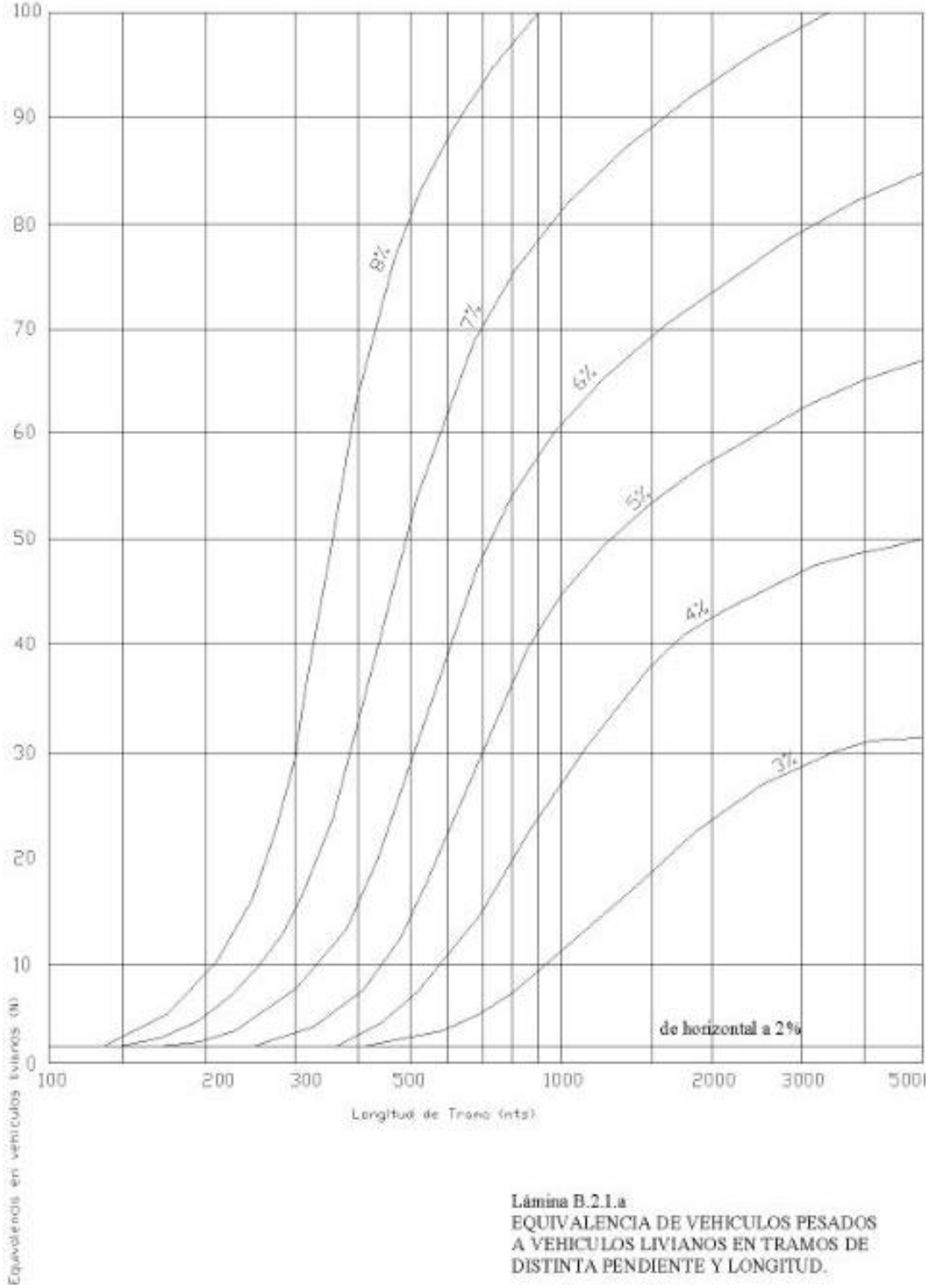


Lámina B.2.1.a
EQUIVALENCIA DE VEHICULOS PESADOS A VEHICULOS LIVIANOS EN TRAMOS DE DISTINTA PENDIENTE Y LONGITUD.

Lámina B.2.1.a

El porcentaje de camiones del tramo en estudio es del 25 % para el año de inicio de servicio y de 35 % a los 10 años de servicio de acuerdo al conteo realizado en el tramo y las proyecciones de tránsito estudiadas, con éste dato se ingresa en la Lámina B.2.1.b

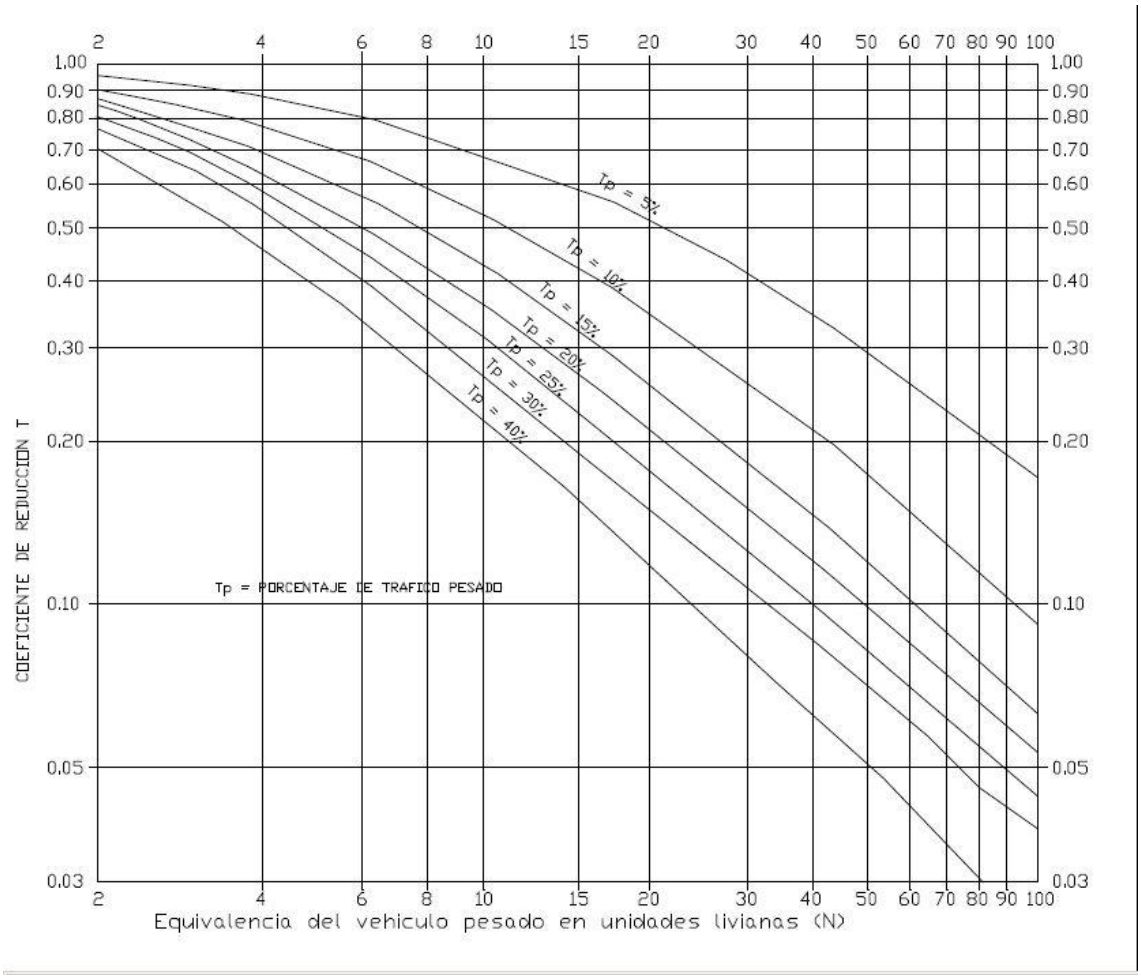


Lámina B.2.1.b

En la lámina de arriba se determina el coeficiente reductor "Tc" de la capacidad de servicio de cada rampa debido a la presencia de camiones

3.5.4 Demanda

Los valores Obtenidos para cada rampa son comparados con la demanda de tránsito para un periodo que abarca 10 años de servicio teniendo en cuenta las tasas de crecimiento del tránsito en dicho periodo y adoptando los siguientes parámetros:

Demanda Horaria = TMDA/2 x K

Siendo:

TMDA: Transito medio Diario del año en estudio y

K: Factor de conversión para el cálculo del Tránsito de Hora pico (12% adoptado)

El método adoptado en éste estudio corresponde a las descritas en el MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS DG-1999 del Ministerio de Transportes, comunicaciones viviendas y construcción del Perú y en correspondencia con el Boletín de la HIGHWAY CAPACITY NORMAL en el que se exponen resultados de una gran cantidad de observaciones.

Los Resultados Obtenidos se presentan a continuación en la Tabla Siguiente:

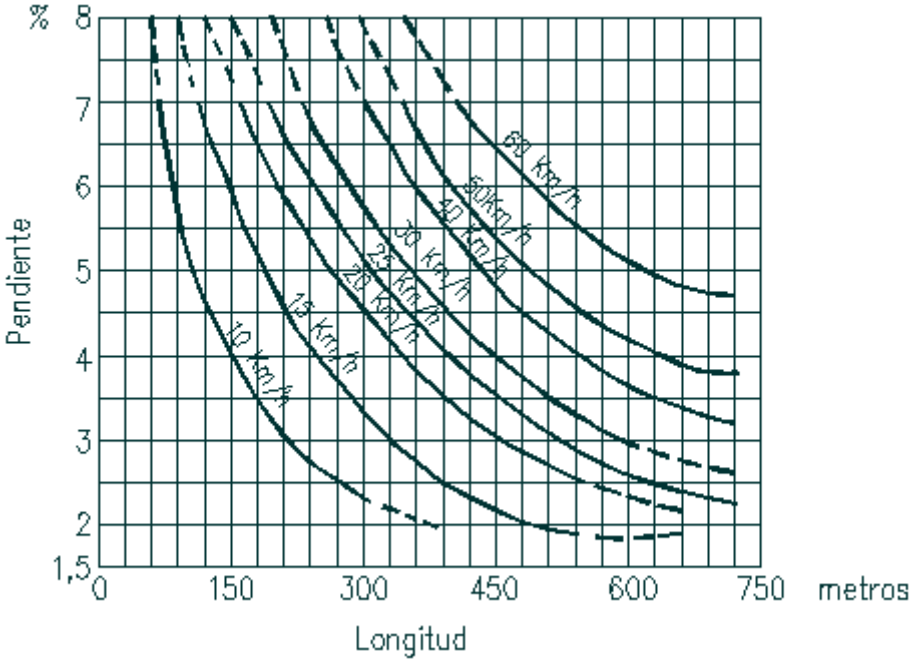
Nº	Tramos Progresivas De	Tramos Progresivas A	Medidas de las Rampas Long. (m)	Medidas de las Rampas Pendiente (%)	Capacidad C= 2000 /2 x W x L x Tc W x L	Capacidad C= 2000 /2 x W x L x Tc Tc 2015 25% camiones	Capacidad C= 2000 /2 x W x L x Tc Tc 2025 35% camiones	C 2015	C 2025	Volumen de Demanda en Vehiculos Hora V = TMDA / 2 x K k=12% factor de Hora pico TMDA /2	2015	TMDA /2	2020	TMDA /2	2021	TMDA /2	2022	TMDA /2	2023	TMDA /2	2024	TMDA /2	2025	Analisis de Necesidad carril Ascenso Años 2015	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1	8+020	8+420	400	-5.90%	0.91	0.22	0.18	200	163	445	53.3	556	66.7	582	69.8	609	73.1	638	76.6	668	80.2	700	84	0.27	0.37	0.39	0.42	0.45	0.48	0.52
2	8+620	9+220	600	6.00%	0.91	0.1	0.08	91	72	445	53.3	556	66.7	582	69.8	609	73.1	638	76.6	668	80.2	700	84	0.59	0.82	0.88	0.94	**1.01**	**1.08**	**1.17**
3	13+240	13+720	480	-5.08%	0.91	0.27	0.22	245	200	445	53.3	556	66.7	582	69.8	609	73.1	638	76.6	668	80.2	700	84	0.22	0.30	0.32	0.34	0.37	0.39	0.42
4	14+580	14+840	260	4.57%	0.91	0.52	0.45	473	409	445	53.3	556	66.7	582	69.8	609	73.1	638	76.6	668	80.2	700	84	0.11	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.21
5	26+320	26+840	520	-4.46%	0.91	0.27	0.21	245	191	445	53.3	556	66.7	582	69.8	609	73.1	638	76.6	668	80.2	700	84	0.22	0.31	0.33	0.35	0.38	0.41	0.44
6	38+560	39+480	920	-4.31%	0.91	0.16	0.12	145	109	445	53.3	556	66.7	582	69.8	609	73.1	638	76.6	668	80.2	700	84	0.37	0.53	0.57	0.61	0.66	0.71	0.77
7	39+480	40+240	760	6.00%	0.91	0.09	0.07	81	63	445	53.3	556	66.7	582	69.8	609	73.1	638	76.6	668	80.2	700	84	0.66	0.93	0.99	**1.07**	**1.15**	**1.24**	**1.33**

La planilla de arriba considera niveles de servicio variables en el tiempo ya que el porcentaje de camiones va aumentando con lo cual el nivel de servicio disminuye. Para el efecto se consideraron las capacidades extremas es decir año de inicio de servicio y año de fin de análisis que para el estudio siguiente fueron los primeros 10 años de servicio. Con estos valores se interpola la capacidad correspondiente a cada año y se compara con el TMDA proyectado para

el mismo en porcentaje. Es decir cuando el valor encontrado es igual o mayor que la unidad, el nivel de servicio de la rampa fue alcanzado o rebasado respectivamente.

3.5.5 Longitud De Rampas

A efectos del estudio se ha adoptado el criterio de que la longitud critica para el inicio de la rampa es aquella que ocasiona una reducción de 25 Kmh en la velocidad de operación de los vehículos pesados. Para ello se ha corregido la progresiva de inicio de la rampa desde su punto más bajo con grafico de la Lámina Siguiente.



3.5.6 Conclusión

Basados en las premisas arriba expuestas y la planilla de cálculo para el periodo de estudio de 10 años, se Observa que en las rampas Nº 2, se llaga a su capacidad de servicio en el año 8, en la rampa 7 al año 7. Por tanto se recomienda realizar rampas de ascenso en las ubicaciones siguientes:

Nº	Tramos Progresivas		Medidas de las Rampas		UBIC:
	De	A	Longitud (m)	Pendiente (%)	Lado
2	8+800	9+320	520	6%	DER
7	39+660	40+500	840	6%	DER

Para ambos el carril de ingreso se desarrolla en 60 m. y el carril de retorno >= a 100 m.

4 DISEÑOS DE INGENIERÍA.

4.1 DISEÑO GEOMÉTRICO.

Las características geométricas y técnicas del Diseño Final de Ingeniería para este proyecto de pavimento flexible con carpeta asfáltica, están sujetas a las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras de la AASHTO, considerando una velocidad directriz de 80 km por hora para la avenida principal y 40 km por hora para las interconexiones y accesos y estarán adecuadas a los resultados y recomendaciones del análisis de capacidad sometidas a las calzadas de las arterias.

4.1.1 Planimetría.

El proyecto planimétrico fue desarrollado en función a la velocidad directriz y a los demás parámetros técnicos fijados en consenso con los técnicos del MOPC y se presenta en planos en la escala apropiada, adoptándose para el dibujo la simbología usual en la D.V., como asimismo el formato de las láminas.

En la planimetría se consignan detalladamente los accidentes topográficos, las obras subterráneas, la subdivisión de las propiedades, las variantes con respecto al camino existente, así como todo otro detalle de interés para el proyecto.

En la planimetría de cada lámina se muestra el Norte, la traza en línea gruesa y todos los puntos característicos de las curvas horizontales TE, EC, CC, CE, ET, PC, FC, (según sean con o sin transición respectivamente), con las progresivas correspondientes así como el AC, R, Te, Le, Des, i y s. Asimismo se indican las obras proyectadas y la ubicación de los puntos de línea, puntos fijos de nivelación vértices con su numeración correspondiente en el terreno y su progresiva y cualquier otro elemento (proyectado).

4.1.2 Altimetría.

El proyecto Altimétrico fue desarrollado en base a las normas establecidas que condicionan la visibilidad, así como los Estudios Hidrológicos que determinan la rasante mínima y los estudios Geotécnicos que proporcionan información en cuanto al tipo de suelo que servirá de fundación.

El proyecto altimétrico en planos fue dibujado en escala H: 1:2.000 y V: 1:200 y se indica el perfil longitudinal del terreno y la rasante. Esta se muestra con línea gruesa. Se indican los datos de pendientes, progresivas de los vértices, principio y fin de las curvas verticales (PCV y FCV), principio y fin de los puentes proyectados. Asimismo se indican las cotas y progresivas de los caminos interceptados, pendientes de los desagües o cunetas longitudinales, cotas de desagües, así como pendiente de obras de arte.

4.1.3 Sección Transversal.

La definición de los elementos que conforman el Perfil Transversal proporciona información sobre la estructura del pavimento y las soluciones tipo para el movimiento de suelo y obras de drenaje longitudinal y transversal.

Los diseños fueron dibujados en una escala conveniente para poder mostrar claramente los detalles de talud, flecha, pendiente, soleras, anchos, etc. Y pueden encontrarse los detalles en el Atlas de Planos.

Normas y Parámetros Principales.

Se tendrán en cuenta los parámetros siguientes:

- Altura mínima de rasante s/Fondo de desagüe.: H de estructura de desagüe + 0.60m.
- Altura mínima de rasante s/nivel máximo de aguas libres: 1 m.
- Altura mínima de rasante s/nivel máximo de aguas libres que permanezcan más de 3 meses:2/3 x H de estructura de desagüe + 0.60m
- Altura mínima de rasante s/nivel de aguas subterráneas. 1m.
- Talud máximo en los terraplenes y desmontes.: 1:2
- Ancho mínimo de cunetas: 1.2 m.
- Contra talud.: 1:2

4.1.4 Sobre ancho de calzada en curvas

Los sobreanchos fueron estudiados para el tramo en las curvas horizontales de radios mas pequeños, en combinación con el ancho de carriles, para facilitar las maniobras de los vehículos en forma eficiente, segura, cómoda y económica.

Para establecer la necesidad del sobreancho en curvas hemos tomado en cuenta la siguiente expresión empírica:

$$S = n\left[R - \sqrt{\left(R^2 - L^2\right)}\right] + \left(0.10 * V\right)/\sqrt{R}$$

Donde:

S = Sobreancho en (m)
n = Número de carriles = 2
L = Longitud entre el eje frontal y el posterior del vehículo de diseño en (m) = 18 m
R = Radio de curvatura en (m) – para cada caso
V = Velocidad de diseño de la carretera en (Km/h) - 80 km/h

Los sobreanchos calculados por esta fórmula, arrojan valores mayores que los de las Tablas de la AASHTO, por lo que deben tomarse como provistos de un margen de seguridad.

En la selección del sobreancho en curvas se ha tomado en consideración lo siguiente:

- Sobreanchos menores de 0,60 metros, no son necesarios en las curvas.

Por tanto debido a los amplios radios de curvatura del trazado se ha determinado que no es necesario ejecutar ampliaciones de calzada en curvas para el tramo en estudio.

4.1.5 Intersecciones.

En las intersecciones y empalmes con caminos pavimentados, fueron diseñados encauzadores del tráfico, con el objeto de organizar los flujos de tránsito de manera que los giros se realicen funcionalmente y en forma segura. Para el efecto fueron diseñados carriles de espera para giros a la izquierda con isletas encausadoras definidas por pinturas cebradas y tachas reflectivas, y carriles de deceleración y aceleración.

Los lugares donde fueron diseñadas las intersecciones son:

- Acceso a Corpus Christi en la progresiva: 23+300
- Acceso a Pindoty Pora en la progresiva: 39+850
- Empalme con Avenida Fronteriza en la progresiva: 41+650

4.2 DISEÑO DE PAVIMENTO.

4.2.1 Diseño de Pavimento Flexible

Para el Diseño de Pavimento de tipo Flexible, se empleó el Método AASTHO 93, de acuerdo al cual para obtener el "SN" correspondiente (número estructural), en función al "N", se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$Log_{10}(N) = Z_r \times S_o + 9{,}36 \cdot \log_{10}(SN+1) - 0{,}20 + \frac{\log_{10}\frac{DPSI}{2{,}7}}{0{,}4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5{,}19}}} + 2{,}32 \cdot \log_{10}(MR) - 8{,}07$$

Dónde:

- SN = Número Estructural del Pavimento
- r = Confiabilidad= 80 %
- So = Desvío Standard= 0,49
- Zr = Error Standard= -0,841
- MR = Módulo de Resiliencia Subrasante= 12.550
- DPSI = Pérdida de Serviciabilidad = 2,2
- N = Número de repeticiones acumuladas (10 años) = 1.438.939 ejes
- N = Número de repeticiones acumuladas (20 años) = 4.331.114 ejes

El módulo de resiliencia de la subrasante corresponde a suelos de CBR≥ 12%, ha ser empleados en el coronamiento del terraplén.

4.2.2 Cálculo del SN

Con los parámetros indicados precedentemente obtenemos los siguientes valores de SN.

AÑO	SN
10	2,77
20	3,27

4.2.3 Diseño de las Capas del Pavimento

La fórmula para dimensionar los espesores de las capas en función al SN, es la siguiente:

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + \ldots + a_i \cdot D_i \cdot m_i$$

Dónde:

- a1 y a2 Coeficientes de capas de las mezclas asfálticas y de las bases;
- D1 y D2 Espesores de las capas de mezclas asfálticas y de las bases;
- mi Coeficiente de drenaje.

Los coeficientes de capas adoptados fueron los siguientes:

Coeficientes de Capas (por cm)	
Carpeta y Base de CºAº	0,1732
Base de Piedra Triturada (CBR≥ 100%)	0,0606
Sub Base de Suelo Piedra (CBR≥ 70%)	0,0531
Sub Base de Suelo Cemento (fck≥ 15 kg/cm2)	0,0520
Sub Base de Suelo Cemento (fck≥ 7 kg/cm2)	0,0450

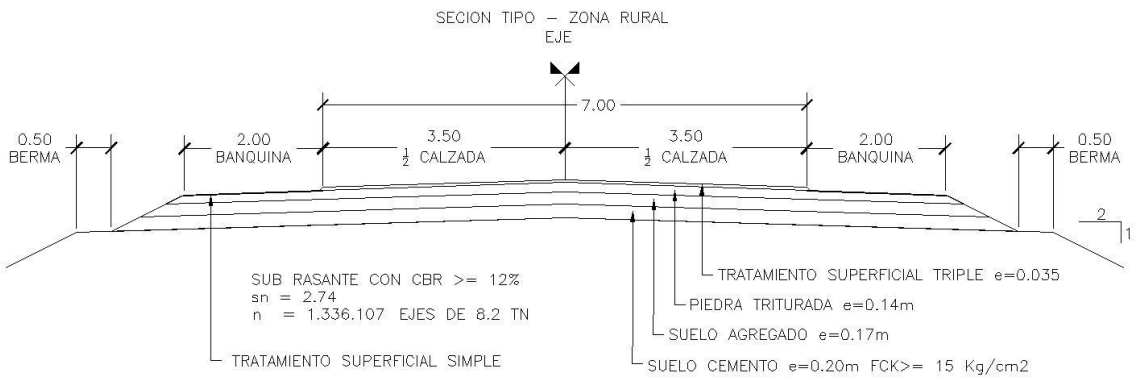
Alternativa 10B-2

Pavimento de Tratamiento Superficial Triple para 10 años

Capas Paquete	Coef.	Esp. (cm)	SN
C tratamiento superficial triple		2,5	0,00
B piedra triturada CBR 100	0,0606	14	0,8484
SB2 suelo piedra 30/70 CBR 70	0,0531	17	0,9027
SB1 suelo cemento (fck= 15kg/cm2)	0,0520	20	1,04
SN			**2,79**

Adicionar un Recapado de 4 cm a los 10 años de servicio para cubrir la demanda de tránsito de los últimos 10 años de proyecto (SN= 3,14)

Capas Paquete	Coef.	Esp. (cm)	SN
C Carpeta de concreto asfáltico	0,1732	4	0,6928
B piedra triturada CBR 100	0,0606	14	0,8484
SB2 suelo piedra 30/70 CBR 70	0,0531	17	0,9027
SB1 suelo cemento (fck= 15kg/cm2)	0,0520	20	1,04
SN			3,48



4.3 DISEÑO DE PUENTES.

El presente ítem refiere al dimensionamiento de dos puentes necesarios en el tramo:

- **El primero es el puente sobre el Arroyo Agua Blanca.**

El puente nuevo contará con 1 vano de 25 m y está ubicado entre las progresivas: 8 + 545 y 8 + 570 de la ruta: Cruce Guaraní (Ruta Nº X y Pindoty Porá)

De acuerdo a los datos del informe geotécnico, el tipo de fundaciones puede ser: pilote preperforado, pilotes STRAUSS y/o pozo excavado a cielo abierto.

- **El Segundo es el puente sobre el Río Carapá.**

La memoria realizada para ésta estructura, se refiere al cálculo y dimensionado del proyecto de ampliación del Puente Carapá ubicado sobre el río Carapá entre el cruce Guaraní sobre ruta Nº X y la localidad de Pindoty Porá.

Es un puente existente tiene un ancho de 7.15 m y se quiere ampliar a 10 metros o sea 1.425 m hacia ambos lados.

En principio se agregarán vigas pre moldeadas que apoyen en los estribos ampliados para recibir las nuevas solicitaciones y en los apoyos intermedios mediante pilares adicionales en correspondencia con los ejes de los pilares existentes.

Los pilares a ejecutar descansarán en pilotes pre perforados de $Ø_f$ = 0.80 m fundados sobre el manto rocoso basáltico; llevarán en su extremo superior cabezales donde, en 1ra etapa, apoyarán los extremos de las vigas pre moldeadas.

Una vez posicionadas las vigas se les da continuidad macizando sus extremos y permitiendo que se solidarice con el cabezal.

Por último se colocan las losetas de pre montaje y se lanza el hormigón para completar el espesor total de la losa del tablero.

El trabajo consistirá en el cálculo y elaboración de diseños ejecutivos, o sea que comprende el dimensionado tanto de las fundaciones, meso estructura y superestructura.

Los materiales a utilizar y el nivel de control serán como sigue.

HORMIGÓN ARMADO	VIGAS PREFABRICADAS EN Hº ARMADO	HORMIGÓN EJECUTADO "IN SITU"
Resistencia a compresión a los 28 días	25 MPa	25 MPa
Cantidad mínima de cemento	300 kg/m³	300 kg/m³
Tamaño máximo del agregado (mm)	25	25
Máxima relación agua/cemento	0.50	0.50
Consistencia del hormigón	Fluida	Blanda
Asiento Cono de Abrams (cm)	12 ± 2	7 ± 2
Adensamiento	Vibrado	Vibrado
Nivel de control previsto	Normal	Normal

Serán aplicadas diversas Normas afines:

- Especificaciones AASHTO para diseño de puentes Edition sixteenth – 1960
- Norma Brasileña Nº 7187 – "Projeto e execucao de pontes de concreto armado e protendido"
- Norma Brasileña Nº 7188 – "Carga movel em ponte redoviaria"
- ABNT NBR – 1618 – "Projeto de estruturas de concreto"
- Normas Provisorias de Proyectos de Trazados de caminos, puentes y obras de arte – 1960 (M.O.P.C.)
- Norma Brasileña de Fundaciones Nº 6122
- Norma DIN – 1045 – "Cálculo y ejecución de obras de hormigón y hormigón armado"

En general el dimensionado de elementos estructurales se hará siguiendo lo prescripto en las Normas Brasileñas.

Las cargas actuantes serán las que surgen de las especificaciones "AASHTO" para el diseño de puentes por el método LRSD – 2005

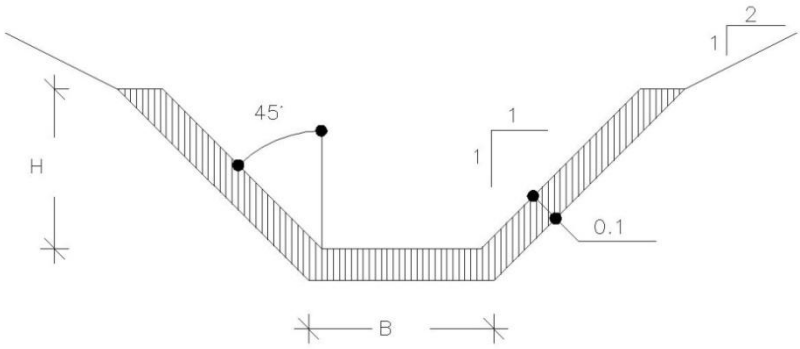
Cuando en casos especiales, las cargas son manifiestamente inferiores a las de otra normativa internacional de amplia difusión, se complementarán con las que ofrezcan mayor seguridad.

Las memorias de Cálculo de cada estructura se presentan en volúmen independiente como Anexo VI- Memoria de Cálculo de Puentes.

4.4 DISEÑOS DE OBRAS DE DRENAJES.

Luego de realizar el levantamiento de datos de las obras de drenaje existentes, ha elaborado un estudio, donde se verifican las condiciones de funcionamiento de las obras existentes, sus problemas, sus causas y las recomendaciones para su utilización, reacondicionamiento, o demolición.

DETALLE CUNETA REVESTIDA DE HORMIGON

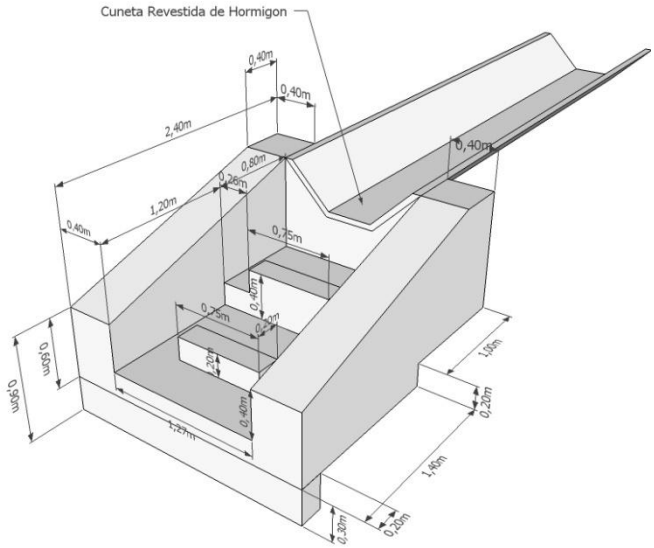


Drenaje Superficial en Desmontes.

Las aguas que, por precipitación, lleguen a la plataforma y a los taludes de la carretera, serán drenadas por medio de cunetas triangulares de hormigón, ubicadas junto al borde del talud de desmonte, con pendientes iguales o superiores a 3%, de acuerdo al diseño tipo representado en la tabla siguiente.

TIPO	RANGO DE UTILIZACION[m]	B [m]	H[m]
A	0 - 500	0,4	0,4
B	500 - 1000	0,6	0,5

Las cunetas de protección en desmonte tienen la forma y dimensiones características definidas en los diseños "Proyecto de Drenaje", que aparece en el volumen de planos. Las mismas deberán ser localizadas aproximadamente paralelas a las crestas de los taludes, a una distancia mínima de 2,00 m.



Deberán ser revestidas con Hormigón. Su utilización está prevista apenas para aquellos lugares en que se pensó imprescindible dar continuidad al escurrimiento que normalmente se presenta aguas arriba de los cortes, para impedir que estos escurrimientos, una vez interrumpidos, lleguen al camino y provoquen erosiones en los taludes de corte. En las progresivas de terminación de las

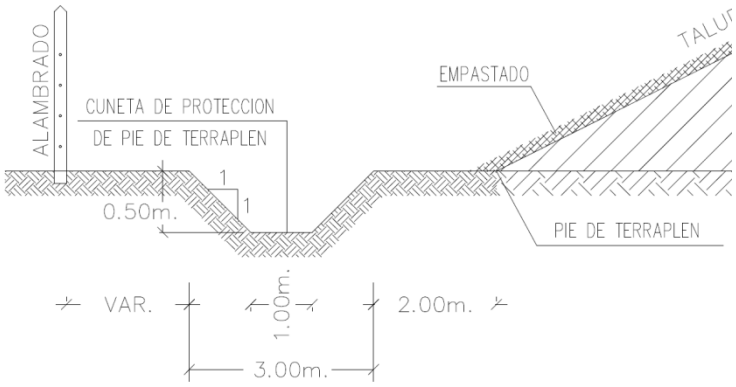
cunetas revestidas de Hormigón en su punto más bajo, se realizarán obras de protección disipadoras de energía de mampostería de piedra como las mostradas en la figura siguiente:

4.4.1 Cunetas de Protección de Pie de Terraplén.

Las cunetas de protección de terraplén serán localizadas a una distancia mínima de 2 m. del pie de talud. Fueron indicadas, en determinados casos, para proteger el terraplén contra la erosión provocada por las aguas provenientes de terrenos con pendientes transversales elevadas o para dar continuidad al flujo proveniente de las cunetas de desmonte, o zanjas de protección de desmonte, conduciendo para la alcantarilla más próxima o para un lugar de desagüe seguro. Como en el caso de las cunetas de protección de desmonte, las de terraplén fueron también, y principalmente, indicadas para permitir el escurrimiento paralelo al camino y evitar la formación de aguas estancadas a lo largo de la franja de dominio.

Cabe aquí mencionar que algunos elementos de proyecto, tales como posición del eje y pendientes, podrán sufrir pequeños ajustes en la fase de ejecución de obra.

Las pendientes de proyecto fueron obtenidas a partir de levantamientos ejecutados por los estudios topográficos en el fondo de los cursos de agua, que como sabemos, sufre influencia diaria de acción de las aguas, pudiendo ser erosionados, o en él depositados materiales, especialmente después de los períodos de crecientes.



4.4.2 Dren Longitudinal Profundo.

Los elementos utilizados para la elaboración del proyecto de drenaje subterráneo fueron obtenidos de los estudios geotécnicos y del proyecto geométrico.

En el proyecto de ejecución, son presentados cuadros y planos que indican la localización prevista para los dispositivos empleados, así como sus detalles constructivos.

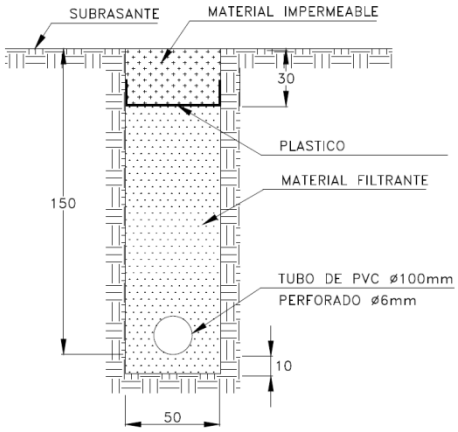
Fue previsto dren longitudinal profundo para desmontes en suelo o en roca, constituido por un tubo de PVC perforado y material drenante (piedra triturada). El dren para desmontes en suelo deberá ser envuelto por una manta sintética. Las aguas recolectadas por los drenes deberán

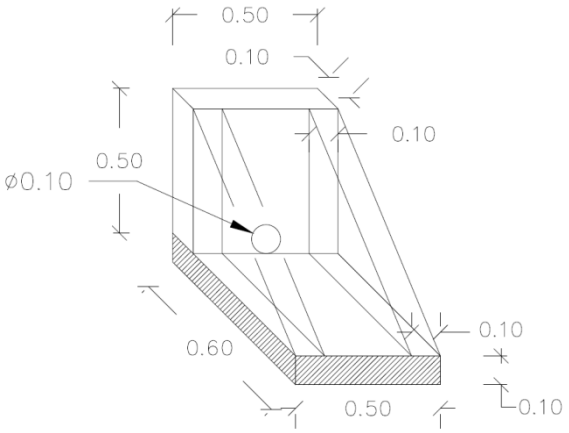
14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

escurrir a través de los tubos perforados, con 100 mm, de diámetro, colocados en la parte inferior de la zanja del dren.

Las descargas se harán a través de bocas de salida en los puntos bajos de los cortes, donde los drenes deberán girar aproximadamente 45°, según un radio del orden de 5 m.

El detalle final se encuentra en los planos de Drenaje del Proyecto y se muestra a continuación en forma esquemática:





DETALLE BOCA DE SALIDA

4.4.3 Alcantarillas Tubulares y Celulares.

En base al inventario de las obras de drenaje existentes, tipo, su estado actual, y la evaluación de su comportamiento, se definió quienes son las que deben ser demolidas, los factibles de conservar, si es necesario ensancharlas, o si se deben construir obras nuevas.

Las alcantarillas tanto tubulares como celulares, son básicamente de Hº Aº, con cabecera de entrada y salida. El dimensionamiento de dichas alcantarillas fue efectuado considerando las situaciones de; operando como canal, y como orificio.

Las obras de drenaje son diseñadas por medio de la fórmula de Manning y la Ecuación de Continuidad.

4.5 DISEÑO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS.

En esta Sección se comentan las directrices que se tuvieron en cuenta para la ejecución de los servicios que componen el proyecto de obras complementarias, donde están incluidos los proyectos de señalización, alambradas a construir o trasladar, barandas de seguridad, accesos a propiedades, plantación de tepes.

Los detalles, dispositivos – tipos y proyectos, se encuentran en el Volumen de Planos

4.5.1 Barandas de Defensa.

Se proyectaron barandas metálicas de chapas tipo Flex Bean, para defensa, de acuerdo a detalles presentados en el Volumen de Planos.

Los criterios aplicados se traducen gráficamente en los dibujos del proyecto. Adoptándose defensa en los terraplenes superior a los tres metros, independiente de la alineación horizontal, y en los accesos a puentes.

4.5.2 Señalización Horizontal.

Tiene por objetivo demarcas los carriles y bordes del pavimento así como la restricción de adelantamiento en zonas de limitada visibilidad tanto en curvas horizontales como verticales. Además en las intercepciones (isletas con pintura cebrada) cumple la función de encausar el tráfico de manera a ordenarlo para que la maniobra sea segura.

Fueron previstos en el diseño la implementación de Elementos Reflectivos,(tachas y tachones bidireccionales), como complemento para resaltar y visualizar los encauzadores con pintura cebrada y bordes de calzada en horario nocturno en los cruces principales.

Los espesores de las franjas de señalización horizontal, fueron proyectados de acuerdo a las exigencias del tipo de carretera. Las dimensiones, frecuencia y ubicación se detallan en las tablas obrantes en los planos de Obra. Las características de los materiales se encuentran en las especificaciones técnicas del proyecto.

Las categorías principales de marcación longitudinal diseñadas para el tramo comprenden:

- Líneas de Borde de pavimento
- Líneas centrales
- Líneas de separación de rampas de entrada o de salida
- Demarcación de zonas de adelantamiento prohibido
- Demarcación de transiciones en el ancho del pavimento
- Demarcación de paraderos de buses
- Demarcación de Canalización (cebrado)
- Flechas

4.5.3 Señalización Vertical.

El objetivo básico del proyecto de señalización, fue el de informar al usuario de la existencia de lugares o situaciones potencialmente peligrosas, además de prestar informaciones de interés, a lo largo de su desplazamiento y de procurar disciplinar y orientar la circulación.

El proyecto siguió las recomendaciones del Manual Interamericano de Dispositivos para el Control de Calles y Carreteras, Edición 1971.

La señalización vertical, en el presente proyecto, es la constituida por carteles, fijados en soportes de madera y un pórtico de señalización con estructura metálica, comprendiendo cinco categorías de señales, a saber:

- Señales Preventivas
- Señales de Reglamentación
- Señales Informativas
- Señales Educativas
- Señales Auxiliares

Las señales preventivas tendrán forma cuadrada, y colocada en la diagonal correspondiente en forma vertical, fondo amarillo, con la orla y símbolo de color negro.

Las señales de reglamentación tendrán forma rectangular, fondo blanco con moldura en rojo y símbolo negro. Una franja roja, NW-SE, cortando a 45° el diámetro horizontal, indica la prohibición.

La señal de parada obligatoria tendrá forma octogonal, fondo rojo, con la palabra "PARE" en blanco y orla blanca.

Las señales informativas y las señales educativas tendrán forma rectangular, con dimensiones variables, inscripciones y orlas en color blanco sobre verde. Las señales auxiliares llevarán letras blancas en fondo azul, con símbolo negro sobre rectángulo blanco.

Las placas de carácter educativo tendrán el fondo blanco, letras y orlas negras.

4.5.4 Protección Vegetal.

La protección vegetal consistió en el recubrimiento vegetal, a través de gramíneas y leguminosas, de las áreas dejadas al descubierto por las operaciones de construcción, con el objetivo de preservarla de la erosión y reintegrarla al paisaje para la ejecución del empastado de taludes, deben ser obedecidos los procedimientos especificados.

Hay que destacar que los cuantitativos presentados, se refieren al revestimiento vegetal de taludes de terraplenes, que son más susceptibles a la erosión, habiendo sido previsto un margen adicional para el revestimiento de zanjas y cunetas.

4.5.5 Mojones de Kilometraje.

Se proyectaron en Hormigón Armado según planos tipo incluidos en el volumen de planos, colocándose uno en cada kilómetro.

4.5.6 Construcción de Alambradas.

En donde existen variantes del trazado existente se construirán alambradas nuevas. En donde no hayan variantes, cuando la alambrada existente esté dentro de la franja de dominio, será mudada, si las condiciones de la alambrada lo permite, o sustituida por una alambrada nueva, en caso contrario.

4.5.7 Protección Vegetal de Áreas de Préstamos.

Se previó la protección de los préstamos concentrados a ser utilizados para la extracción de material para los terraplenes, ya sea dejando un "cerco perimetral" con los árboles existentes entre zona o mediante reforestación con especies nativas del lugar en torno de las fosas o lagunas que se forman como consecuencia de la extracción de material.

4.6 CANTIDADES Y COSTOS.

4.6.1 Introducción.

La metodología adoptada para la ejecución del presupuesto está constituida por las siguientes tareas:

- Estudio de Mercado,
- Costo horario de utilización de los equipos,
- Producción de los equipos,
- Costos unitarios de los servicios,
- Cuadro explicativo del presupuesto,
- Resumen del presupuesto.

Con los Costos Unitarios, ordenados convenientemente y afectados por las cantidades de cada servicio, se obtienen los costos finales.

Los títulos tratados en esta metodología son desarrollados en ítems posteriores, conforme al modelo utilizado para el servicio.

4.6.2 Costos Básicos.

4.6.2.1 Costo del Equipo.

Costo de los equipos es el costo que proviene de la posesión y del uso del equipo, la unidad de tiempo en que generalmente se mide este costo es la hora.

Así los costos horarios de los equipos se pueden dividir en:

- Gastos de Inversión,
- Gastos de funcionamiento directo y de funcionamiento indirecto.

El costo horario de los equipos se compone de:

- Amortización,
- Intereses,
- Seguros,
- Reparaciones y Repuestos,
- Combustibles,
- Lubricantes

4.6.2.1.1 Depreciación e Intereses

Depreciación es la pérdida del valor del equipo como consecuencia del uso o de la obsolescencia. Interés es la remuneración del capital.

4.6.2.1.2 Vida útil de los Equipos.

Se define como la vida útil del equipo como el período de tiempo que va desde su adquisición o inicio de funcionamiento, hasta la fecha de su retiro de servicio.

La vida útil varía conforme al tipo de equipo y condiciones de trabajo.

Se ha adoptado para la vida útil de los equipos los valores en años u horas trabajadas durante ese período. También se tuvo en cuenta las condiciones de trabajo, que pueden ser: Liviano, Medio o Pesado.

En este caso hemos adoptado la condición media de servicio, a menos que se determine en forma particular otras condiciones para el equipo.

4.6.2.1.3 Gastos de Funcionamiento Indirectos.

Incluye todos los gastos referentes a:

a) Reparaciones de pequeño o gran monto, incluyendo materiales, piezas y accesorios de reposición, gatos de taller y mano de obra necesaria con sus respectivas cargas sociales.
b) Llantas, neumáticos, láminas (cuchillas), tornillos, correas, orugas, ruedas motrices y otras piezas de desgaste efectivo durante la operación.

Para cuantificar los gastos de funcionamiento indirectos se relacionan, para fines de previsión, las reservas destinadas al mantenimiento con el costo de adquisición del equipo.

4.6.2.1.4 Gastos de Funcionamiento Directos.

Son los gastos que se realizan en combustibles, lubricantes, grasa, filtros y personal.

- El valor de cada uno de rubros descritos precedentemente se ha calculado mediante la aplicación de las siguientes formulas:

a) Amortización: (C – R)/Vu,
b) Interés: (t/Va) x [(n+1)/2n] x C
c) Seguros: (s/Va)/[(n+1)/2n] x C
d) Reparaciones y Repuestos: 0,75 x (C/Vu)
e) Combustibles: P x q x k x (1/g x p) = 0,19 x p x P
f) Lubricantes: 30% del costo del consumo de combustible.

En cada una de estas expresiones, el significado de cada uno de los símbolos, es como sigue:

Vu = Vida útil del equipo, en años
Va = Utilización anual del equipo, en horas
C = Precio de adquisición del equipo, 1 USD=4.300 Gs.
R = Valor residual del equipo: 20%
t = Tasa de interés adoptada: 7%
s = Tasa de seguros y comisiones: 4%
n = Período de amortización en años (vida útil)
P = Potencia del motor en HP
q = Consumo de combustible en Kg/HP hora; Gasoil=0,135
p = Precio de combustible en Gs/litro; Gasoil=5.125 Gs/litro
k = Factor de utilización
g = Peso específico del combustible en Kg/litro; Gasoil = 0,860

4.6.2.2 Costo de Mano de Obra.

Para determinar el costo de mano de obra, se adoptará la siguiente calificación general:

- Mano de obra especializada,
- Mano de obra semi especializada,
- Mano de obra no especializada.

Se califican como mano de obra especializada las siguientes funciones:

a) Ingeniero,
b) Supervisor de Obras,
c) Técnico de Nivel Medio,
d) Operador de Máquinas,
e) Técnico,
f) Auxiliar Técnico.

Se califican como mano de obra semi especializada y no especializada, las siguientes funciones:

g) Profesionales en general,
h) Auxiliares de administración,
i) Ayudantes,
j) Obreros.

Para la calificación de mano de obra especializada, se utiliza el criterio de que es la mano de obra que la empresa normalmente tendrá dificultad de contratar en la zona de obra. Constituyen el cuadro permanente de empleados de la empresa.

Por mano de obra semi especializada y no especializada, se entiende aquella que la empresa normalmente emplea en la zona de obra.

Se recomienda que el costo de mano de obra esté constituido por los salarios mínimos (salario-hora incluyendo las cargas sociales) conforme la mano de obra sea especializada, semi especializada o no especializada, multiplicados por los coeficientes calculados, que constituyen los salarios patrones de las categorías arriba especificadas: salario – hora.

Los Consultores han establecido un criterio para determinar el salario de la mano de obra especializada, semi especializada y no especializada, y se adoptó como base el salario mínimo vigente en el país.

- Cargas Sociales sobre la Mano de Obra

Los Consultores han realizado un estudio basado en la legislación vigente.

Los resultados del estudio están reunidos en el cuadro "Días de trabajo efectivo por año", cuadro "Cargas Sociales sobre horas normales", y cuadro "Cargas sociales sobre horas extras".

- Cálculo de los Salarios – Base

Para el cálculo de los salarios-base horarios, se ha considerado a más del trabajo normal de diario de ocho (8) horas, dos (2) horas más. Consultas realizas a las empresas constructoras de caminos confirman la media de dos (2) horas como período extraordinario de trabajo, para categorías utilizables en el presente trabajo. En éste período hay un aumento de 50% al salario normal.

De esta forma, los salarios-base se calculan a partir de los salarios-hora, a través de la siguiente fórmula:

$$\frac{(1+ESN(\%))\times 8 + (1+ESE(\%))\times 2 \times 1{,}5}{10} \quad SBH_i = SH_i$$

Donde:

SBH i = salario – base,

SH i = salario – hora,

ESN (%) = suma de las cargas sociales sobre as horas normales, expresada en porcentaje,

ESE (%) = suma de las cargas sociales sobre las horas extras, expresada en porcentaje,

i = 1 = índice que simboliza la variable referida a la mano de obra especializada,

i = 2 = índice que simboliza la variable referida a la mano de obra semi y no especializada.

El cálculo de los salarios-base horario se muestra en el "Cálculo de los salarios-base".

Posteriormente se calcula la media aritmética para las funciones clasificadas en un mismo patrón salarial, obteniéndose un salario hora medio representativo de cada categoría profesional. Dividiendo éste salario por el salario-hora (base), conforme sea la mano de obra (especializada, semi o no especializada), se obtienen los valores de K ó R respectivamente.

Se han realizado encuestas a tres firmas constructoras de plaza a fin de obtener datos acerca de las distintas categorías definidas en el cuadro "Cálculo de los patrones salariales para la mano de obra especializada, semi y no especializada".

4.6.2.3 Costos de los Materiales y Transporte.

Para el cálculo de transportes, se ha adoptado la siguiente clasificación:

- Transporte local,
- Transporte comercial,

4.6.2.3.1 Transporte Local.

Es aquel que se desarrolla dentro del cantero de trabajo u obrador y se deriva directamente para los locales de ejecución de la obra. A efecto de determinar el costo del transporte local, las carreteras se clasifican en tres tipos:

- Carreteras pavimentadas,
- Carreteras con revestimiento primario,
- Camino de servicio

En el transcurso del presente trabajo se designarán x1; x2; y x3, respectivamente a las variables que representan el trayecto en Km. que el vehículo transita, conforme al tipo de vía anteriormente clasificada.

4.6.2.3.2 Transporte Comercial.

Es aquel que aunque deriva de la ejecución de la obra, tiene su origen fuera del obrador. El transporte comercial ocurre cuando se trae al obrador material a ser utilizado en obra. Para el transporte comercial los consultores han clasificado dos tipos de carreteras:

- Carreteras pavimentadas,
- Carreteras con revestimiento primario

Así las variables:

- x_1 designará el trayecto en Km. que el vehículo circula sobre carretera pavimentada,
- x_2 para el trayecto en Km. sobre carretera con revestimiento primario,
- x_3 se utilizará únicamente si el proyecto se localiza en perímetro urbano.

4.6.2.4 Costos Indirectos.

4.6.2.4.1 Gastos Generales.

Se ha adoptado una tasa del doce por ciento (12%), que afectará el costo directo total, para cubrir los gastos generales.

4.6.2.4.2 Beneficios.

Se ha adoptado como tasa de beneficio diez y ocho por ciento (18%) de la suma del costo directo total y los gastos generales.

4.6.3 Cómputo de Obras.

Los Cómputos de la Obra proyectada fueron realizados con la planimetría, la altimetría, estudios geotécnicos, planillas de Obras de arte y Especificaciones técnicas.

El desarrollo de los cálculos para la obtención de las cantidades están incluidos en el volumen Anexo correspondiente a Cómputo de Obras y comprende cómputos para la alternativa con tratamiento asfáltico triple y Carpeta de concreto asfáltico en caliente. El resumen de las cantidades se encuentra en la Planilla de Presupuesto.

4.7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

En base a los criterios y rubros de proyecto adoptados, fueron elaboradas las especificaciones técnicas constructivas que servirán para que durante el proceso de construcción de la vía proyectada, se adopten las medidas, procedimientos y métodos necesarios que la implementación en obra, esté acorde.

Cada ítem de Obra fue especificado con la siguiente estructura básica:

4.7.1 Descripción.

Se describe los casos de utilización del ítem y el alcance dentro del proyecto.

4.7.2 Materiales.

Se lista los materiales principales del ítem y se detallan las características físicas y químicas necesarias y obligatorias que deben cumplir los mismos para la utilización en el rubro especificado.

4.7.3 Equipos.

Se listan y se detallan las características técnicas mínimas que deben poseer los equipos para la ejecución.

4.7.4 Método de Ejecución.

Se explica en forma breve las exigencias constructivas mínimas para dar la calidad esperada del rubro en el proyecto.

4.7.5 Método de Medición.

Se aclara los métodos, condiciones y unidades de medición del ítem o los sub ítem especificando cuales son incluidos dentro de la medición y cuáles deberían estar incluidos como parte de los trabajos de apoyo.

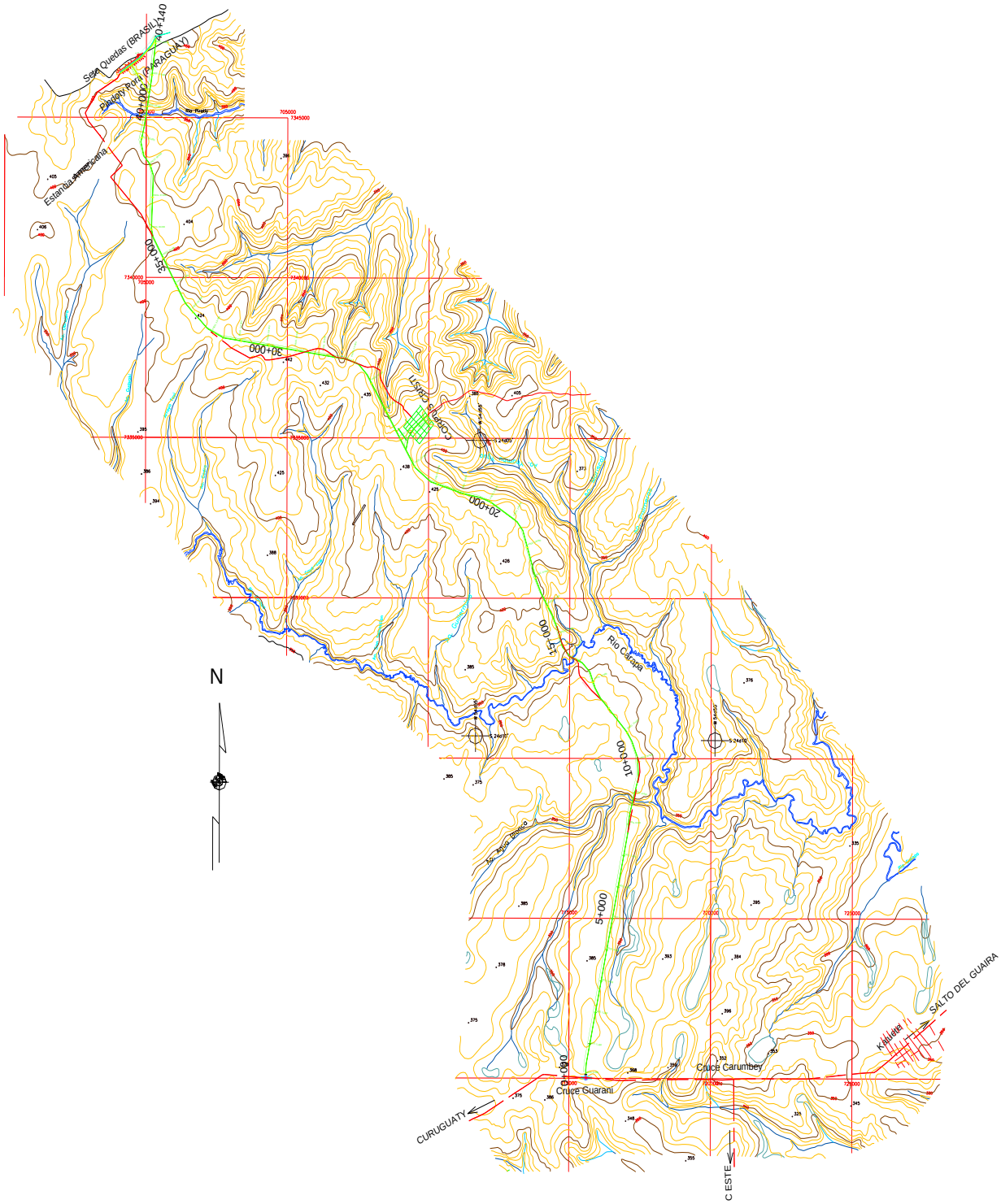
4.7.6 Forma de Pago.

Se indica el ítem del presupuesto con el que se realizará la certificación de los trabajos medidos.

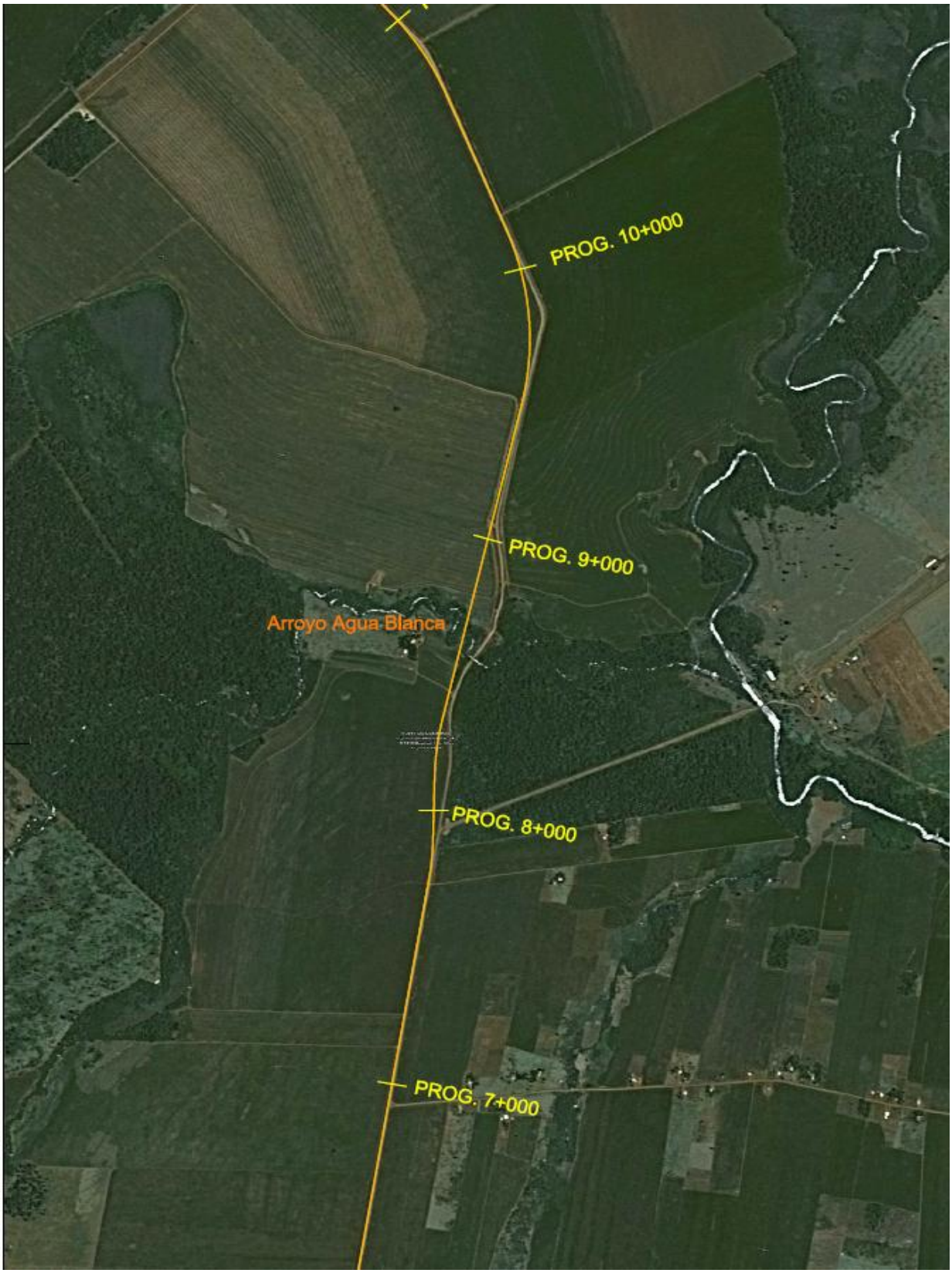
5 ANEXOS.

5.1 ANEXO I – ESTUDIO DE TRAZADOS.

Planta General.DISEÑO GEOMÉTRICO.



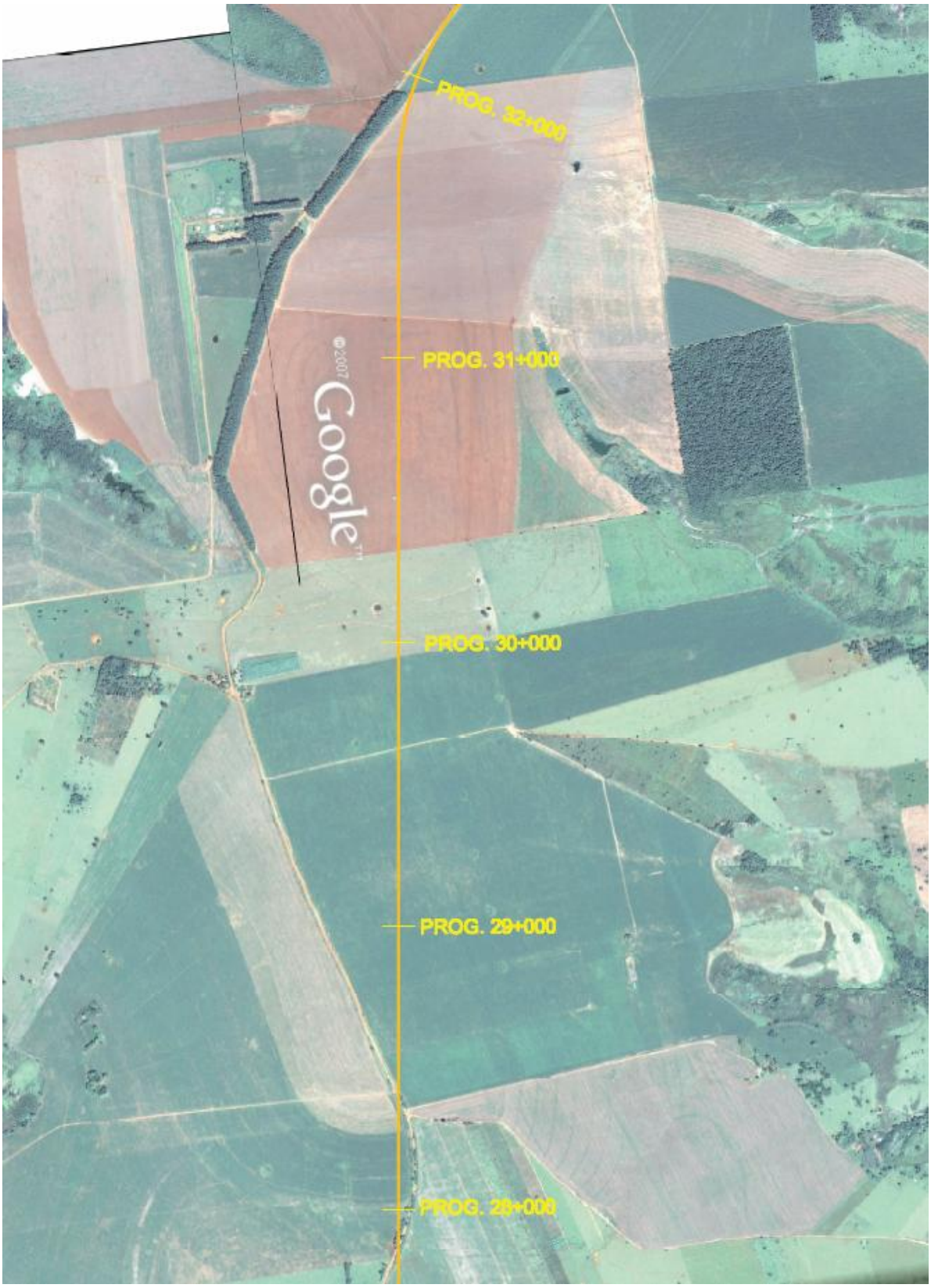
Variante Agua Blanca.



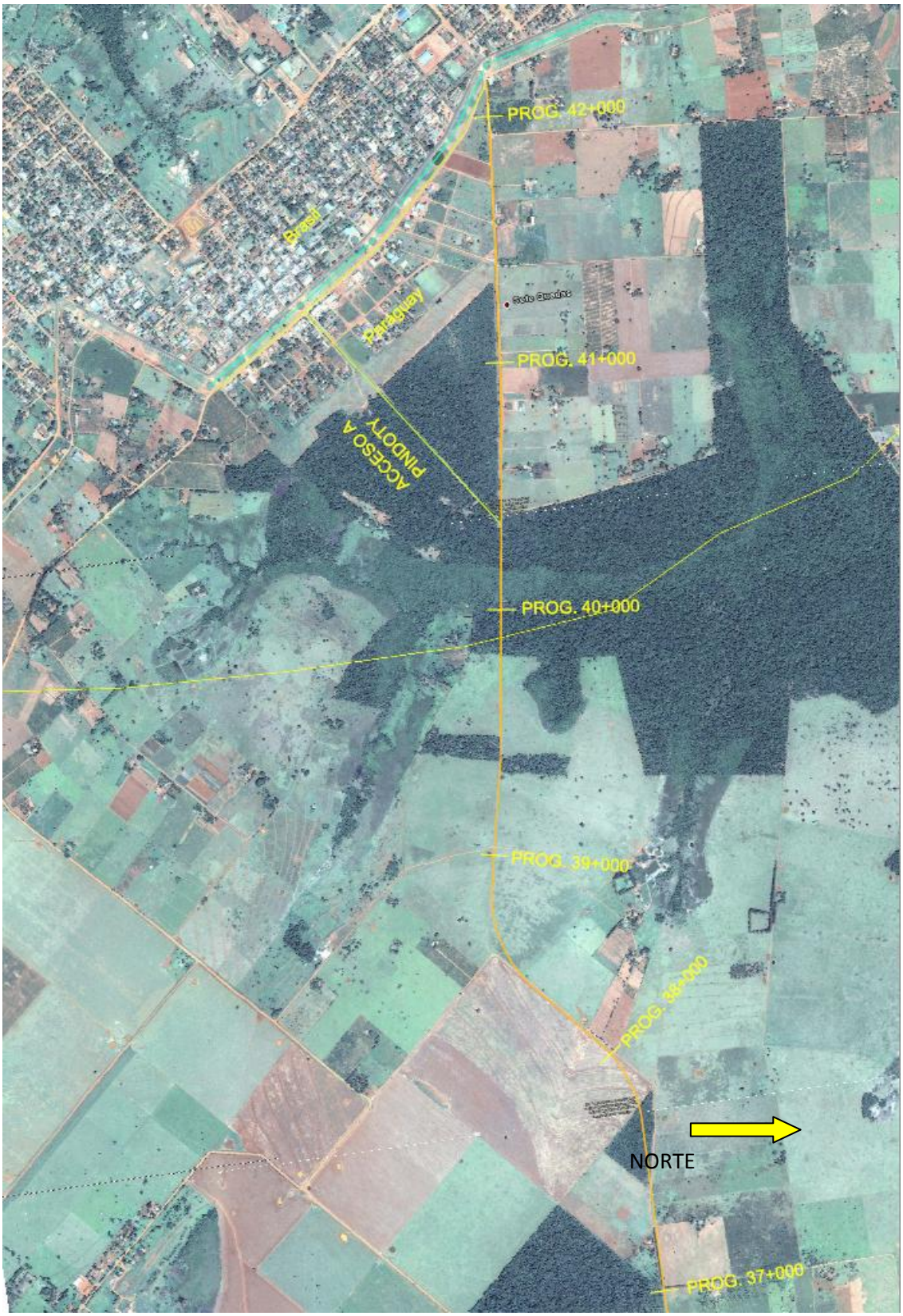
Variante Carapá.

PROG. 16+000
PROG. 15+000
PROG. 14+000
Arroyo Karapá
PROG. 13+000
PROG. 12+000
©2007 Google™

Variante Eucaliptal.

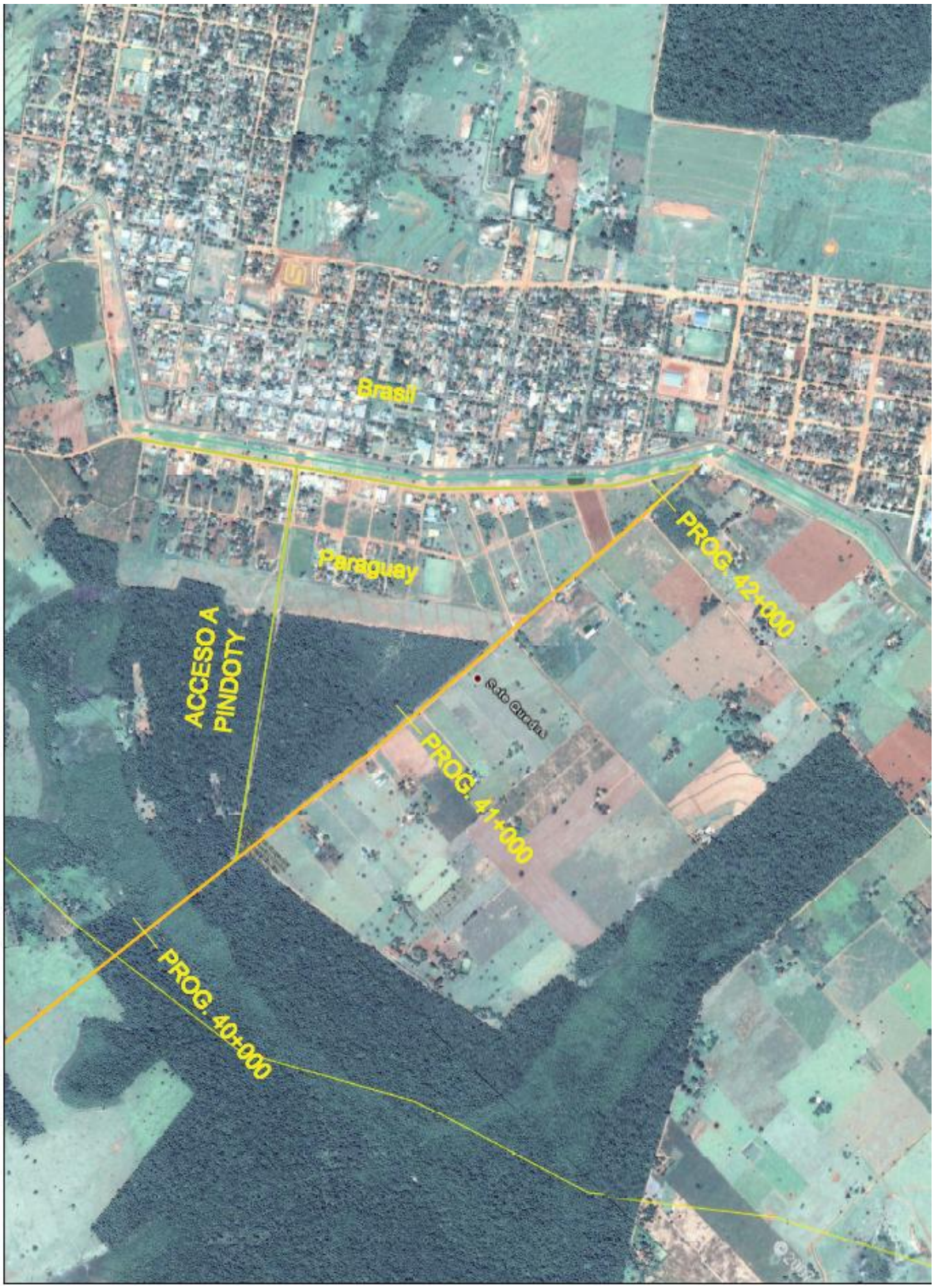


Variante Pindoty.



Acceso Corpus Christi.

Acceso Pindoty Porá.



ANEXO II – ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.

Ensayos de Suelos de la Traza.

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS

Descripción de la muestra						% Que Pasa Tamiz U.S.S.			Limites de Consistencia		IP	Clasificación AASHTO		Ensayo de Compactación		Ensayo de CBR			
Muestra	Sondeo O	Profundidad m.	Ubicación	Descripción	H.N.	Nº			LL	LP		Indice de Grupo	Grupo o Sub Grupo	Densidad Máxima	Humedad Óptima	Densidad de moldeo	Humedad Moldeo	Expansion	CBR
Nº	Pozo Nº				%	10	40	200	%	%	%			Kg/m3	%		%	%	%
1	1	0.10 - 1.50	0 + 010		33,4	100	99	97,8	41,8	30,4	11,4	10	A - 7 - 5						
2	2	0.10 - 1.50	0 + 250		34,2	100	99,1	97,6	41,7	29,7	12	10	A -7 - 6						
3	3	0.10 - 1.50	0 + 500		25,5	100	99,4	98,5	48	37	11	11	A -7 - 5	1510	25,5	1492	25,9	0,77	9,9
4	4	0.10 - 1.50	0 + 750		31,5	100	91,8	96	46,1	35,7	10,7	11	A - 7 - 5						
5	5	0.10 - 1.50	1 + 000		32,9	100	99,1	97,5	45,9	35,3	10,6	11	A -7 - 5	1510	26,1	1492	26,1	0,79	10,2
6	6	0.10 - 1.50	1 + 250		30,1	100	99,1	97,6	46,1	34,6	11,5	11	A -7 - 5						
7	7	0.10 - 1.50	1 + 500		28,4	100	98,9	97,8	45,6	35	10,6	11	A - 7 - 5	1540	27	1528	26,8	0,85	11
8	8	0.10 - 1.50	1 + 750		26,4	100	99	97,8	45,2	34,2	11	11	A -7 - 5						
9	9	0.10 - 1.50	2 + 000		19,8	100	99,2	97,8	46,4	35,2	11,2	11	A -7 -5	1475	28,4	1448	28,3	0,7	10,8
10	10	0.10 - 1.50	2 + 250		23,7	100	98,6	97,2	44,8	33,6	11,2	10	A - 7 - 5						
11	11	0.10 - 1.50	2 + 500		29,8	100	98,5	96,7	48	35,9	12,1	11	A - 7 - 5	1500	27	1478	26,8	0,83	12,1
12	12	0.10 - 1.50	2 + 750		33,7	100	98,9	96,9	47,2	35,4	11,8	11	A - 7 - 5						
13	13	0.10 - 1.50	3 + 000		22,9	100	98,8	97,6	47,3	34,6	12,7	12	A - 7 - 5	1505	27,8	1485	27,7	0,87	9,6
14	14	0.10 - 1.50	3 + 250		26,5	100	98,5	96,6	47,5	34,9	12,6	12	A - 7 - 5						
15	15	0.10 - 1.50	3 + 500		27	100	98,1	96,4	46,9	33,6	13,3	12	A - 7 - 5	1540	26,5	1540	26,3	0,79	12,4
16	16	0.10 - 1.50	3 + 750		25,7	100	98,8	96,2	48,8	35,2	13,6	12	A - 7 - 5						
17	17	0.10 - 1.50	4 + 000		25,2	100	98,4	95,3	41,5	26,9	14,6	10	A - 7 - 6	1540	28,8	1525	26,7	0,92	8,9
18	18	0.10 - 1.50	4 + 250		24,8	100	98,5	95,7	40,8	28	12,8	11	A - 7 - 6						
19	19	0.10 - 1.50	4 + 500		22,5	100	98,6	94,9	44,9	31,4	13,5	11	A - 7 - 5	1500	26	1583	25,9	0,38	10,6
20	20	0.10 - 1.50	4 + 750		27,4	100	98	95	44,8	31,7	13,1	11	A - 7 - 5						

OBSERVACIONES

OBRA: Ruta Cruce Guaraní - Pindoty

FECHA: 2-12-03 PLANILLA Nº

CALCULO: RDG VERIFICO

Laboratorio TecnoVial

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS

Descripción de la muestra						% Que Pasa Tamiz U.S.S.			Limites de Consistencia		IP	Clasificación AASHTO		Ensayo de Compactación		Ensayo de CBR			
Muestra	Sondeo O	Profundidad m.	Ubicación	Descripción	H.N.	Nº			LL	LP		Indice de Grupo	Grupo o Sub Grupo	Densidad Máxima	Humedad Óptima	Densidad de moldeo	Humedad Moldeo	Expansion	CBR
Nº	Pozo Nº				%	10	40	200	%	%	%			Kg/m3	%		%	%	%
21	21	0.10 - 1.50	5+ 000		19,4	100	98,4	95,2	41,6	28,8	12,8	11	A - 7 - 6	1530	26,3	1532	26,1	0,72	9,9
22	22	0.10 - 1.50	5 + 250		17,7	100	98,3	95	41,5	28,4	13,1	11	A - 7 - 6						
23	23	0.10 - 1.50	5 + 500		24,8	100	98,2	95	46	30,8	15,2	12	A - 7 - 5	1550	24,4	1531	24,4	0,7	13,6
24	24	0.10 - 1.50	5 + 750		22,5	100	97,9	93,4	47,1	32,4	14,7	12	A -7 - 5						
25	25	0.10 - 1.50	6 + 000		25,8	100	92,8	87,8	44	30,2	13,8	11	A - 7 - 5	1540	26	1528	26	0,61	12,9
26	26	0.10 - 1.50	6 + 250		34,7	100	96,9	86,9	41	29,2	11,8	10	A -7 - 6						
27	27	0.10 - 1.50	6 + 500		30,8	100	93,6	83,9	41	28,8	12,1	10	A - 7 - 6	1590	23,8	1590	23,9	0,48	10,8
28	28	0.10 - 1.50	6 + 750		31,4	100	92,8	83	36,6	28,2	8,4	8	A - 4						
29	29	0.10 - 1.50	7 + 000		33,5	100	94,2	82,5	38,5	29,9	8,6	8	A - 4	1690	18,2	16,8	18,2	0,3	12,6
30	30	0.10 - 1.50	7 + 250		30,2	100	91,8	81,8	41	29	12	10	A - 7 - 6						
31	31	0.10 - 1.50	7 + 500		33,6	100	91,1	81,8	41,9	30,4	11,5	10	A -7 - 5	1720	17,2	1710	17,1	0,32	14,2
32	32	0.10 - 1.50	7 + 750		31,7	100	91,3	81	38,5	30	8,5	8	A - 4						
33	33	0.10 - 1.50	8 + 000		32,6	100	91,6	79,7	38,8	30,1	8,7	8	A - 4	1715	17,6	1700	17,7	0,26	15,3
34	34	0.10 - 1.50	8 + 250		27,8	100	90,5	80	37,6	29,3	8,3	8	A - 4						
35	35	0.10 - 1.50	8 + 500		33,9	100	89,8	77,6	37,4	29	8,4	8	A - 4	1740	16,8	1738	16,9	0,28	12,4
36	36	0.10 - 1.50	8 + 750		29,3	100	85,8	76,8	37,7	28,9	8,8	8	A - 4						
37	37	0.10 - 1.50	9 + 000		30,9	100	81,6	72,2	38,9	30,2	8,7	8	A - 4	1782	16,6	1735	16,7	0,2	14,5
38	38	0.10 - 1.50	9 + 250		28,7	100	85,6	70	38,2	32,1	8,6	7	A - 4						
39	39	0.10 - 1.50	9 + 500		29,4	100	84,6	68,5	36,8	28,6	8,7	7	A - 4	1779	16	1780	16	0,2	16,3
40	40	0.10 - 1.50	9 + 750		23,1	100	82,6	63,8	36,2	27,8	8,4	6	A - 4						

OBSERVACIONES

OBRA: Ruta Cruce Guaraní - Pindoty

FECHA: 2-12-03 PLANILLA Nº

CALCULO: RDG VERIFICO

Laboratorio TecnoVial

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS

Descripción de la muestra						% Que Pasa Tamiz U.S.S.			Limites de Consistencia		IP	Clasificación AASHTO		Ensayo de Compactación		Ensayo de CBR			
Muestra	Sondeo O	Profundidad m.	Ubicación	Descripción	H.N.	Nº			LL	LP		Indice de Grupo	Grupo o Sub Grupo	Densidad Máxima	Humedad Óptima	Densidad de moldeo	Humedad Moldeo	Expansion	CBR
Nº	Pozo Nº				%	10	40	200	%	%	%			Kg/m3	%		%	%	%
41	41	0.10 - 1.50	10 + 000		21,9	100	96	57,2	34,6	26,3	8,3	5	A - 4	1750	13	1670	13,1	0,2	18,3
42	42	0.10 - 1.50	10 + 250		25,4	100	91,8	62,6	30,2	21,7	8,5	6	A - 4						
43	43	0.10 - 1.50	10 + 500		24,3	100	89,7	64,5	31,4	22,2	9,1	6	A - 4	1719	14,2	1802	14,1	0,35	16,4
44	44	0.10 - 1.50	10 + 750		29,7	100	88,9	67,4	30,7	21,4	9,3	7	A - 4						
45	45	0.10 - 1.50	11 + 000		27,3	100	90	65,6	32,2	23,3	8,7	7	A - 4	1800	14,3	1796	14,3	0,31	11,8
46	46	0.10 - 1.50	11 + 250		23,5	100	88,6	70,4	31,3	22,9	8,4	7	A - 4						
47	47	0.10 - 1.50	11 + 500		24,3	100	89,4	72,5	32,5	23,7	8,8	8	A - 4	1820	14	1800	13,8	0,2	17,5
48	48	0.10 - 1.50	11 + 750		27,8	100	87,9	71,9	32,6	24,4	8,2	8	A - 4						
49	49	0.10 - 1.50	12 + 000		25,1	100	87,4	74,5	32,8	24,3	8,5	8	A - 4	1829	13,7	1805	13,5	0,24	15,3
50	50	0.10 - 1.50	12 + 250		26,1	100	88,9	76,3	33,6	24,7	8,9	8	A - 4						
51	51	0.10 - 1.50	12 + 500		26,5	100	90	75,8	31,9	23,3	8,6	8	A - 4	1888	12,7	18,82	12,5	0,22	11,5
52	52	0.10 - 1.50	12 + 750		22,3	100	90,6	70,8	35,5	27,6	7,9	8	A - 4						
53	53	0.10 - 1.50	13 + 000		24,9	100	88,9	68,7	35,5	27,5	8	7	A - 4	1870	12,2	1860	12,1	0,28	12,8
54	54	0.10 - 1.50	13 + 250		25,4	100	89,4	70,6	36,7	28,8	7,9	8	A - 4						
55	55	0.10 - 1.50	13 + 500		24,6	100	89,7	67,8	34,5	26,4	8,1	7	A - 4	1850	11,7	1858	11,7	0,28	15,2
56	56	0.10 - 1.50	13 + 750		27,6	100	87,9	64,8	35,2	27,1	7,5	6	A - 4						
57	57	0.10 - 1.50	14 + 000		25,3	100	89,4	66,7	30,2	27,9	8,3	7	A - 4	1870	12	1860	11,9	0,35	14,8
58	58	0.10 - 1.50	14 + 250		18,1	100	90,4	65,9	36,6	28,3	8,3	7	A - 4						
59	59	0.10 - 1.50	14 + 500		24,9	100	94	81,1	38,6	29,9	8,9	8	A - 4	1850	14,2	1850	14,1	0,26	20
60	60	0.10 - 1.50	14 + 750		27,4	100	88,9	63,8	37,2	29,4	7,8	6	A - 4						

OBSERVACIONES

OBRA: Ruta Cruce Guaraní - Pindoty

FECHA: 2-12-03 PLANILLA Nº

CALCULO: RDG VERIFICO

Laboratorio TecnoVial

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS

Descripción de la muestra						% Que Pasa Tamiz U.S.S.			Limites de Consistencia		IP	Clasificación AASHTO		Ensayo de Compactación		Ensayo de CBR			
Muestra	Sondeo O	Profundidad m.	Ubicación	Descripción	H.N.	Nº			LL	LP		Indice de Grupo	Grupo o Sub Grupo	Densidad Máxima	Humedad Óptima	Densidad de moldeo	Humedad Moldeo	Expansion	CBR
Nº	Pozo Nº				%	10	40	200	%	%	%			Kg/m3	%		%	%	%
61	61	0.10 - 1.50	15 + 000		28,2	100	90,4	68,5	39,4	30,8	8,8	7	A - 4	1915	13,5	1900	13,4	0,24	17,5
62	62	0.10 - 1.50	15 + 250		27,2	100	91,8	70,1	37,7	29,5	8,2	7	A - 4						
63	63	0.10 - 1.50	15 + 500		25,9	100	89,7	67,8	38,6	28,9	8,1	7	A - 4	1819	11,6	1780	11,7	0,26	13,4
64	64	0.10 - 1.50	15 + 750		33,5	100	88,6	65,9	36,1	28,7	7,4	7	A - 4						
65	65	0.10 - 1.50	16 + 000		32	100	90	66,9	37	28,9	8,1	7	A - 4	1845	12,2	1821	12,2	0,24	14,4
66	66	0.10 - 1.50	16 + 250		25,2	100	89,7	65	37	28,1	9	6	A - 4						
67	67	0.10 - 1.50	16 + 500		25,7	100	87,4	65,9	36,9	28,8	8,1	7	A - 4	1838	12,1	1810	12,1	0,22	15,3
68	68	0.10 - 1.50	16 + 750		22,7	100	88,9	63,8	38,2	29,6	8,6	6	A - 4						
69	69	0.10 - 1.50	17 + 000		26,3	100	90	64,6	36,8	29,3	7,5	6	A - 4	1845	12,7	1810	12,7	0,31	15,1
70	70	0.10 - 1.50	17 + 250		33,4	100	89,2	63,9	36,4	28,5	7,9	6	A - 4						
71	71	0.10 - 1.50	17 + 500		26,7	100	90	65,8	36,6	28,3	8,3	7	A - 4	1888	12,9	1869	13	0,26	14,2
72	72	0.10 - 1.50	17 + 750		18,3	100	91,2	66,2	36,8	28,4	8,4	7	A - 4						
73	73	0.10 - 1.50	18 + 000		26,3	100	88,5	65,1	35,5	27,3	8,2	6	A - 4	1880	13,2	1861	13,2	0,24	13,4
74	74	0.10 - 1.50	18 + 250		14,7	100	87,4	61,5	36,7	28,7	8	6	A - 4						
75	75	0.10 - 1.50	18 + 500		15,5	100	88,5	62	37,2	28,9	8,3	6	A - 4	1870	13	1836	13,1	0,28	12,8
76	76	0.10 - 1.50	18 +750		19,3	100	90,7	66,4	36,5	28,5	8	7	A - 4						
77	77	0.10 - 1.50	19 + 000		16,1	100	87,8	64,8	36,1	28,5	7,6	6	A - 4	1890	12,2	1860	12,2	0,22	12,8
78	78	0.10 - 1.50	19 + 250		12,1	100	85	59,8	35,5	28,4	7,1	5	A - 4						
79	79	0.10 - 1.50	19 + 500		17,7	100	86,8	61,4	35,6	28	7,6	6	A - 4	1870	12,8	1830	12,9	0,26	12,3
80	80	0.10 - 1.50	19 + 750		20,4	100	87,9	57,8	36,1	28,5	7,6	5	A - 4						

OBSERVACIONES

OBRA: Ruta Cruce Guaraní - Pindoty

FECHA: 2-12-03 PLANILLA Nº

CALCULO: RDG VERIFICO

Laboratorio TecnoVial

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS

Descripción de la muestra						% Que Pasa Tamiz U.S.S.			Limites de Consistencia		IP	Clasificación AASHTO		Ensayo de Compactación		Ensayo de CBR			
Muestra	Sondeo O	Profundidad m.	Ubicación	Descripción	H.N.	Nº			LL	LP		Indice de Grupo	Grupo o Sub Grupo	Densidad Máxima	Humedad Óptima	Densidad de moldeo	Humedad Moldeo	Expansion	CBR
Nº	Pozo Nº				%	10	40	200	%	%	%			Kg/m3	%		%	%	%
81	81	0.10 - 1.50	20 + 000		24,2	100	88,5	59,8	36,9	28,7	8,2	5	A - 4	1910	11,4	1879	11,5	0,28	13,2
82	82	0.10 - 1.50	20 + 250		51,2	100	88	57,8	40,2	32,9	7,5	5	A - 4						
83	83	0.10 - 1.50	20 + 500		17,9	100	80,1	58	401	32,2	7,9	5	A - 4	1890	13,1	1800	13,1	0,28	19,6
84	84	0.10 - 1.50	20 + 750		22,5	100	85,8	58,9	40,1	32	8,1	5	A - 4						
85	85	0.10 - 1.50	21 + 000		13,3	100	80,4	57,2	38,5	30,9	7,6	5	A - 4	1890	12,3	1870	12,4	0,2	16,2
86	86	0.10 - 1.50	21 + 250		23,3	100	82,2	58,4	39,1	30,3	8,8	5	A - 4						
87	87	0.10 - 1.50	21 + 500		22,2	100	79,7	56,8	38,9	31,1	7,8	5	A - 4	1910	11,1	1900	11,2	0,2	18
8	8	0.10 - 1.50	21 + 750		21,4	100	86,6	57,4	43,1	35,4	7,7	5	A - 4						
89	89	0.10 - 1.50	22 + 000		23,7	100	80,4	59,6	39,7	32,2	7,5	5	A - 4	1920	11,5	1900	11,4	0,17	20
90	90	0.10 - 1.50	22 + 250		13,9	100	82,5	58,5	40,5	32,5	8	5	A - 4						
91	91	0.10 - 1.50	22 + 500		10,6	100	79,2	60,4	40,3	32,2	8,1	5	A - 4	1910	11,2	1900	11,2	0,18	19,6
92	92	0.10 - 1.50	22 + 750		4,2	100	81,7	61,8	39,6	31,4	8,2	6	A - 4						
93	93	0.10 - 1.50	23 + 000		15,6	100	80	60,5	40,5	32,2	8,3	6	A - 4	1920	11	1880	11,1	0,24	16,8
94	94	0.10 - 1.50	23 + 250		14,4	100	78,4	61,9	44,8	36,8	8	6	A - 4						
95	95	0.10 - 1.50	23 + 500		15,3	100	82,6	58,8	42,9	34,8	8,1	5	A - 4	1940	10,6	1900	10,1	0,28	24,4
96	96	0.10 - 1.50	23 + 750		11,8	100	80,8	59,7	43,4	35,7	7,7	5	A - 4						
97	97	0.10 - 1.50	24 + 000		21,7	100	83,7	57,8	39,4	32	7,4	5	A - 4	1940	10,4	1928	10,4	0,24	20,6
98	98	0.10 - 1.50	24 + 250		22,1	100	80	56,9	40,7	32	7,8	5	A - 4						
99	99	0.10 - 1.50	24 + 500		17,8	100	82,4	55,9	40	32,2	7,8	5	A - 4	1930	10,6	1900	10,7	0,22	19,8
100	100	0.10 - 1.50	24 + 750		12,6	100	84,9	52,8	40,9	33,7	7,2	4	A - 4						

OBSERVACIONES

OBRA: Ruta Cruce Guaraní - Pindoty

FECHA: 2-12-03 | PLANILLA Nº

CALCULO: RDG | VERIFICO

Laboratorio TecnoVial

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS

Descripción de la muestra						% Que Pasa Tamiz U.S.S.			Limites de Consistencia		IP	Clasificación AASHTO		Ensayo de Compactación		Ensayo de CBR			
Muestra	Sondeo O	Profundidad m.	Ubicación	Descripción	H.N.	Nº			LL	LP		Indice de Grupo	Grupo o Sub Grupo	Densidad Máxima	Humedad Óptima	Densidad de moldeo	Humedad Moldeo	Expansion	CBR
Nº	Pozo Nº				%	10	40	200	%	%	%			Kg/m3	%		%	%	%
101	101	0.10 - 1.50	25 + 000		12,8	100	85,6	53,8	40,8	32	7,9	4	A - 4	1962	11,1	1921	11,1	0	20,2
102	102	0.10 - 1.50	25 + 250		13,5	100	81	51,9	39,3	31,6	7,7	4	A - 4						
103	103	0.10 - 1.50	25 + 500		11	100	86,8	49,4	39,4	32,7	6,7	3	A - 4	1942	12	1911	12,1	0	15,4
104	104	0.10 - 1.50	25 + 750		9,7	100	87,6	48,1	38,2	30,6	7,6	3	A - 4						
105	105	0.10 - 1.50	26 + 000		12,6	100	81,6	47,5	37,8	30,4	7,4	3	A - 4	1960	11,4	1931	11,5	0	15,4
106	106	0.10 - 1.50	26 + 250		10,3	100	83,4	32,6	36,7	29,9	6,8	0	A - 2 - 4						
107	107	0.10 - 1.50	26 + 500		11,3	100	79,9	29,8	36,6	30,1	6,5	0	A - 2 - 4	1955	12	1922	12,1	0	23,4
108	108	0.10 - 1.50	26 + 750		7,8	100	81,8	28,9	35,3	28,6	6,7	0	A - 2 - 4						
109	109	0.10 - 1.50	27 + 000		13,8	100	81,8	22,9	33,5	27,1	6,4	0	A - 2 - 4	2010	9,8	1980	9,9	0	17
110	110	0.10 - 1.50	27 + 250		12,6	100	79,9	23	33,5	27,6	5,9	0	A - 2 - 4						
111	111	0.10 - 1.50	27 + 500		11,1	100	78,7	23,8	33,1	26,7	6,4	0	A - 2 - 4	1992	9,8	1966	9,8	0	15,9
112	112	0.10 - 1.50	27 + 750		11,8	100	81,8	22,9	33,5	27,1	6,4	0	A - 2 - 4						
113	113	0.10 - 1.50	28 + 000		7,9	100	79,9	23	33,5	27,6	5,9	0	A - 2 - 4	1960	11,5	1938	11,6	0	20,2
114	114	0.10 - 1.50	28 + 250		10	100	78,7	23,8	33,1	26,7	6,4	0	A - 2 - 4						
115	115	0.10 - 1.50	28 + 500		8,9	100	82,7	22,9	38,6	32,7	5,9	0	A - 2 - 4	1940	11,5	1905	11,6	0	19,6
116	116	0.10 - 1.50	28 + 750		10,2	100	83,5	22,4	36,2	30,4	5,8	0	A - 2 - 4						
117	117	0.10 - 1.50	29 + 000		11,9	100	85,1	21,8	36,1	30,6	5,5	0	A - 2 - 4	1950	11,4	1921	11,6	0	24,4
118	118	0.10 - 1.50	29 + 250		12,3	100	82,7	22,9	37,8	32,1	5,7	0	A - 2 - 4						
119	119	0.10 - 1.50	29 + 500		8,5	100	83,5	22,4	37,5	31,8	5,7	0	A - 2 - 4	1940	120	1915	12,1	0	19,1
120	120	0.10 - 1.50	29 + 750		11,7	100	85,1	21,8	36,2	30,1	6,1	0	A - 2 - 4						

OBSERVACIONES

OBRA: Ruta Cruce Guaraní - Pindoty

FECHA: 2-12-03 PLANILLA Nº

CALCULO: RDG VERIFICO

Laboratorio Tecno Vial

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS

Descripción de la muestra						% Que Pasa Tamiz U.S.S.			Limites de Consistencia		IP	Clasificación AASHTO		Ensayo de Compactación		Ensayo de CBR			
Muestra	Sondeo O	Profundidad m.	Ubicación	Descripción	H.N.	Nº			LL	LP		Indice de Grupo	Grupo o Sub Grupo	Densidad Máxima	Humedad Óptima	Densidad de moldeo	Humedad Moldeo	Expansion	CBR
Nº	Pozo Nº				%	10	40	200	%	%	%			Kg/m3	%		%	%	%
121	121	0.10 - 1.50	30 + 000		10,8	100	80,2	22,6	36,8	30,7	6,1	0	A - 2 - 4	1930	12	1903	12,2	0	23,4
122	122	0.10 - 1.50	30 + 250		13,5	100	80,1	23	36,8	30,8	6	0	A - 2 - 4						
123	123	0.10 - 1.50	30 + 500		13,8	100	84,8	22,9	36,7	30,5	6,2	0	A - 2 - 4	2015	12,4	2000	12,3	0	25,2
124	124	0.10 - 1.50	30 + 750		15,9	100	82,8	23,1	38,2	31,4	6,8	0	A - 2 - 4						
125	125	0.10 - 1.50	31 + 000		15,5	100	83	24,3	38,1	31,5	6,6	0	A - 2 - 4	2020	12,4	2000	12,2	0	26,3
126	126	0.10 - 1.50	31 + 250		24,2	100	84,8	24,9	40	33,3	6,7	0	A - 2 - 4						
127	127	0.10 - 1.50	31 + 500		24,6	100	82,6	27,8	40,5	34,1	6,4	0	A - 2 - 4	1973	12	1970	11,8	0	22
128	128	0.10 - 1.50	31 + 750		25,3	100	85,4	35	40,3	33,6	6,7	0	A - 2 - 4						
129	129	0.10 - 1.50	32 + 000		20,5	100	86,7	36,8	39,6	33,8	5,8	1	A - 4	1950	13	1930	12,8	0	17,5
130	130	0.10 - 1.50	32 + 250		18,5	100	90,8	39	39,3	32,4	6,9	1	A- 4						
131	131	0.10 - 1.50	32 + 500		16,2	100	86,9	37,9	40,8	34,2	6,6	1	A - 4	1965	11,7	1960	11,6	0	20,1
132	132	0.10 - 1.50	32 + 750		13,2	100	87,5	38,1	40,9	33,9	7	1	A -4						
133	133	0.10 - 1.50	33 + 000		19,4	100	84,6	36,7	37,8	30,4	7,4	1	A - 4	1970	11,4	1933	11,5	0,24	22,3
134	134	0.10 - 1.50	33 + 250		16,4	100	86,1	37,8	38,2	30,6	7,6	1	A -4						
135	135	0.10 - 1.50	33 + 500		13,5	100	85,9	37,5	39,4	32,7	6,7	1	A - 4	1975	11,1	1943	11,1	0,26	23
136	136	0.10 - 1.50	33 + 750		13	100	86,7	29,8	35,3	28,6	6,7	0	A - 2 - 4						
137	137	0.10 - 1.50	34 + 000		19	100	70,8	8	NL	NP	NP	0	A - 2 - 4	1903	7,4	1867	7,4	0,13	21,7
138	138	0.10 - 1.50	34 + 250		10,7	100	79,9	28,7	36,7	29,9	6,8	0	A - 2 - 4						
139	139	0.10 - 1.50	34 + 500		14,6	100	81,9	26,8	34,1	28,1	6	0	A - 2 - 4	1958	11,8	1932	11,9	0	24,2
140	140	0.10 - 1.50	34 + 750		11,7	100	82	27,8	35,2	29	6,2	0	A - 2 - 4						

OBSERVACIONES

OBRA: Ruta Cruce Guaraní - Pindoty

FECHA: 2-12-03 PLANILLA Nº

CALCULO: RDG VERIFICO

Laboratorio TecnoVial

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS

Descripción de la muestra						% Que Pasa Tamiz U.S.S.			Limites de Consistencia		IP	Clasificación AASHTO		Ensayo de Compactación		Ensayo de CBR			
Muestra	Sondeo O	Profundidad m.	Ubicación	Descripción	H.N.	Nº			LL	LP		Indice de Grupo	Grupo o Sub Grupo	Densidad Máxima	Humedad Óptima	Densidad de moldeo	Humedad Moldeo	Expansion	CBR
Nº	Pozo Nº				%	10	40	200	%	%	%			Kg/m3	%		%	%	%
141	141	0.10 - 1.50	35 + 000		11,6	100	82,6	27,1	34,3	28	6,3	0	A - 2 - 4	1930	11,8	1972	11,9	0	24,6
142	142	0.10 - 1.50	35 + 250		13,7	100	80,6	26,5	33,5	27,1	6,4	0	A - 2 - 4						
143	143	0.10 - 1.50	35 + 500		16	100	81,8	27	33,5	27,6	5,9	0	A - 2 - 4	1870	11,2	1950	11	0	20,6
144	144	0.10 - 1.50	35 + 750		14,7	100	79,8	26	31,1	26,7	6,4	0	A - 2 - 4						
145	145	0.10 - 1.50	36 + 000		16,4	100	78,4	28,4	36,1	30,6	5,8	0	A - 2 - 4	1980	11,1	1970	11	0	19,3
146	146	0.10 - 1.50	36 + 250		15,2	100	80,6	26,8	36,2	30,4	5,8	0	A - 2 - 4						
147	147	0.10 - 1.50	36 + 500		12,1	100	78,9	25,9	38,6	32,7	5,9	0	A - 2 - 4	1988	12	1970	12,1	0	18,8
148	148	0.10 - 1.50	36 + 750		19,4	100	77,5	26,8	36,2	30,1	6,1	0	A - 2 - 4						
149	149	0.10 - 1.50	37 + 000		15,7	100	78,8	25,9	37,5	31,8	5,7	0	A - 2 - 4	1998	11,5	1980	11,2	0	23,2
150	150	0.10 - 1.50	37 + 250		12,8	100	80	26,3	37,8	32,1	5,7	0	A - 2 - 4						
151	151	0.10 - 1.50	37 + 500		16,2	100	77,8	25,8	36,7	30,5	6,2	0	A - 2 - 4	1990	11,7	1970	11,4	0	19,4
152	152	0.10 - 1.50	37 + 750		8,1	100	78,4	24,9	36,8	30,8	6	0	A - 2 - 4						
153	153	0.10 - 1.50	38 + 000		14,9	100	76,9	26	36,8	30,7	6,1	0	A - 2 - 4	1982	12	1992	11	0	22,1
154	154	0.10 - 1.50	38 + 250		28,4	100	75,9	26,8	38,2	31,4	6,8	0	A - 2 - 4						
155	155	0.10 - 1.50	38 + 500		14,8	100	80,6	27,1	40	33,3	6,7	0	A - 2 - 4	2002	11,2	1970	12	0	17,3
156	156	0.10 - 1.50	38 + 750		12,9	100	81,8	26,3	38,1	31,5	6,6	0	A - 2 - 4						
157	157	0.10 - 1.50	39 + 000		14,8	100	80,9	25,4	40,3	33,6	6,7	0	A - 2 - 4	2012	11,6	1989	11,5	0	25,2
158	158	0.10 - 1.50	39 + 250		17,3	100	79,8	25,2	40,5	31,1	6,4	0	A - 2 - 4						
159	159	0.10 - 1.50	39 + 500		17,8	100	79,3	24,9	39,6	33,8	5,8	0	A - 2 - 4	1998	11,8	1965	11,5	0	23,5
160	160	0.10 - 1.50	39 + 750		14,6	100	78,7	23,8	39,3	32,4	6,8	0	A - 2 - 4						

OBSERVACIONES

OBRA: Ruta Cruce Guaraní - Pindoty

FECHA: 2-12-03 | PLANILLA Nº

CALCULO: RDG | VERIFICO

Laboratorio TecnoVial

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS

Descripción de la muestra						% Que Pasa Tamiz U.S.S.			Limites de Consistencia		IP	Clasificación AASHTO		Ensayo de Compactación		Ensayo de CBR			
Muestra	Sondeo O	Profundidad m.	Ubicación	Descripción	H.N.	Nº			LL	LP		Indice de Grupo	Grupo o Sub Grupo	Densidad Máxima	Humedad Óptima	Densidad de moldeo	Humedad Moldeo	Expansion	CBR
Nº	Pozo Nº				%	10	40	200	%	%	%			Kg/m3	%		%	%	%
161	161	0.10 - 1.50	40 + 000		19,6	100	79	24,1	40,9	33,9	6,6	0	A - 2 - 4	2010	1,5	1985	11,4	0	20,3
162	162	0.10 - 1.50	40 + 250		15,5	100	80,8	23,9	40,8	34,2	6,6	0	A - 2 - 4						
163	163	0.10 - 1.50	40 + 500		12,6	100	77,9	23,6	39,4	32,7	6,7	0	A - 2 - 4	1990	12,2	1970	12	0	20,8
164	164	0.10 - 1.50	40 + 750		16,2	100	80	24,1	38,2	30,6	7,6	0	A - 2 - 4						
165	165	0.10 - 1.50	41 + 000		9,6	100	79,7	23,8	37,8	30,1	7,4	0	A - 2 - 4	1990	12,3	1985	12,1	0	17,9
166	166	0.10 - 1.50	41 + 250		12,1	100	80,6	23,6	34,3	28	6,3	0	A - 2 - 4						
167	167	0.10 - 1.50	41 + 500		11,4	100	79,7	23,1	34,1	28,1	6	0	A - 2 - 4	2020	11,5	2000	11,1	0	18,9
168	168	0.10 - 1.50	41 + 750		10,4	100	76,4	22,9	35,2	29	6,2	0	A - 2 - 4						
169	169	0.10 - 1.50	42 + 000		9,5	100	78,6	22	33,5	27,6	5,9	0	A - 2 - 4	2005	12	1992	11,6	0	17,7
170	170	0.10 - 1.50	42 + 250		9,7	100	79,9	23,6	33,5	27,1	6,4	0	A - 2 - 4						
171	171	0.10 - 1.50	42 + 500		9,8	100	80,7	24	33,1	26,7	6,4	0	A - 2 - 4	2005	11,9	1992	11,5	0	20,3

OBSERVACIONES

OBRA: Ruta Cruce Guaraní - Pindoty

FECHA: 2-12-03 | PLANILLA Nº

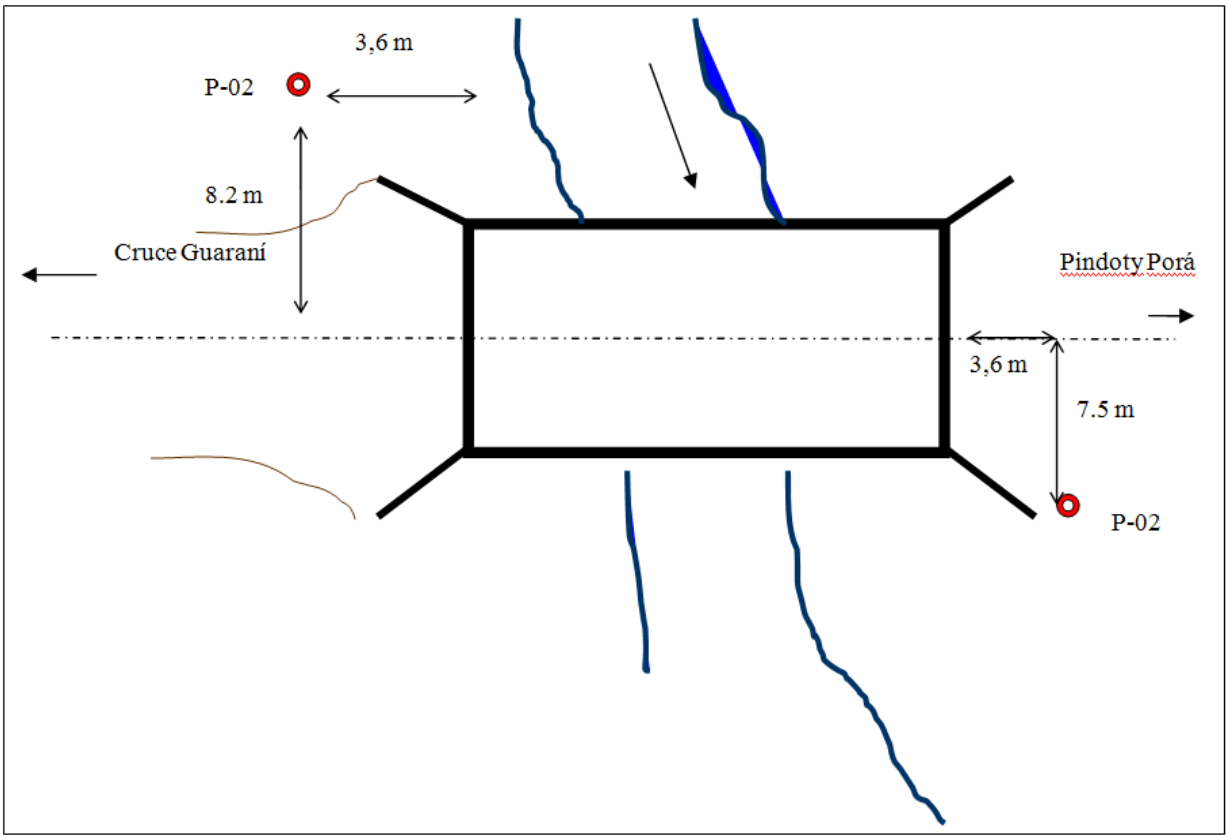
CALCULO: RDG | VERIFICO

Laboratorio TecnoVial

Estudios de Fundaciones.

Arroyo Agua Blanca.

Croquis de Ubicación.



Fotos de los Sondeos.

SPT en el sondeo P-01.

Puente de madera actual.

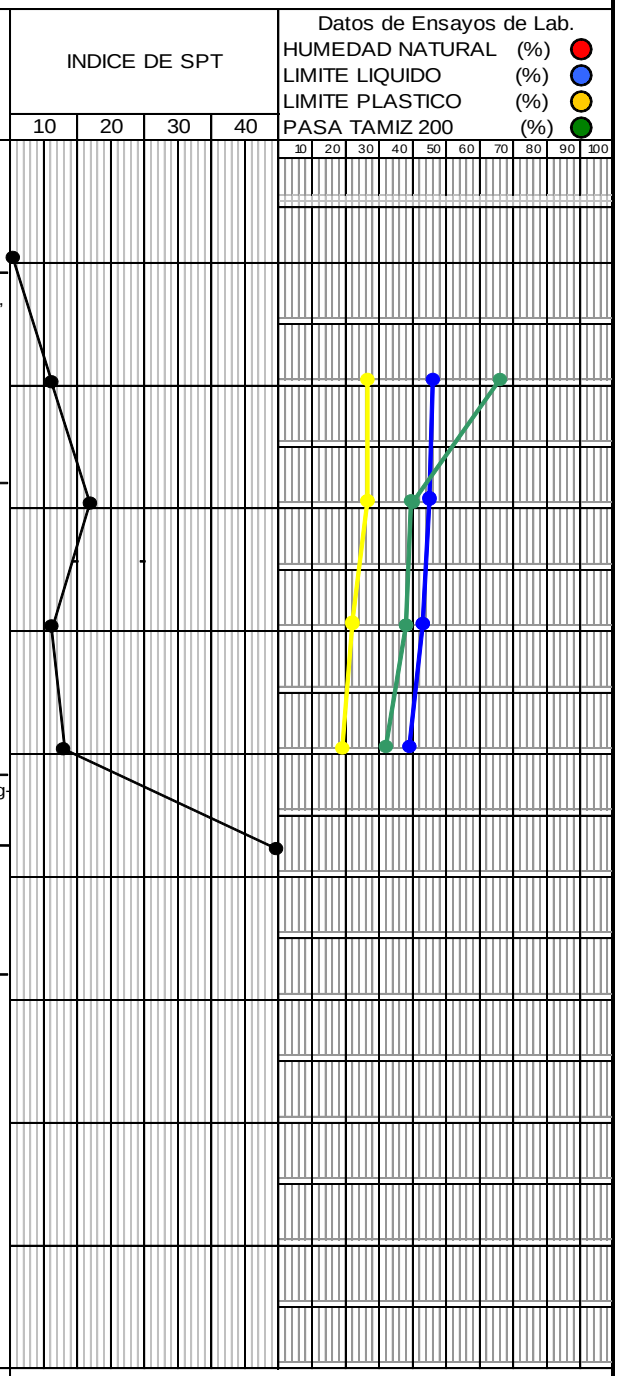
SPT en el sondeo P-02.

Planilla de Sondeos.

PLANILLA DE SONDEO

Sondeo Nº:	01	Solicitado: Consultora Tecnodinámica S.R.L	Referencias
Ubicación :	Cruce Guaranì - Pindoty Porà - 8+200	Realizado por : E. Martí	Arcilla
Profundidad :	6.80 mts	Coordenadas	Arenas
Fecha inicio :	15/02/11	X;	Limos
Fecha fin :	15/02/11	Y;	Gravas
Nivel de Agua	1,60 m	Cota; 98,9 m	Saprolito

Muest. (Nº)	Prof. (m)	Golpes	Indice de SPT	Perfil Litol.	Descripción Visual In Situ
1	0,55				Sedimentos de arena fina
	0,70	1			
	0,85	1			
	1,00		1		
2	1,55				Desde 1,10 m arcilla limosa gris claro, mediana plasticidad.
	1,70	2			
	1,85	3			
	2,00	3	6		
3	2,55				
	2,70	4			
	2,85	7			
	3,00	5	12		Desde 2,80 m arena arcillosa gris con manchas ocres y oscuras, baja plasticidad.
4	3,55				
	3,70	2			
	3,85	3			
	4,00	3	6		
5	4,55				
	4,70	3			
	4,85	3			Concreciones en profundidad.
	5,00	5	8		
6	5,55				Desde 5,20 m saprolito basaltico, fragmentos en matriz arcillosa.
	5,70	10			
	5,85	25	Rechazo		Desde 5,75 m basalto gris claro muy terado y fracturado.
	6,00				
7	6,55				
	6,70				
	6,85				
	7,00				6,80 m fin de sondeo
8	7,55				
	7,70				
	7,85				
	8,00				
9	8,55				
	8,70				
	8,85				
	9,00				
10	9,55				
	9,70				
	9,85				
	10,00				



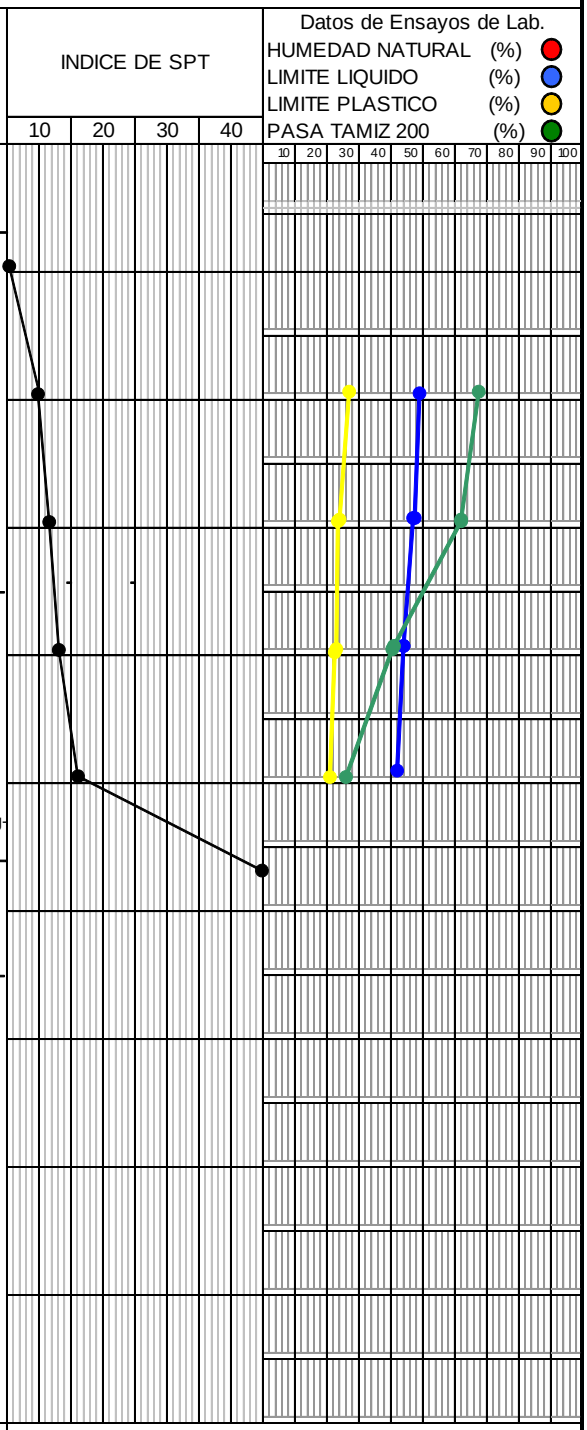
Responsable: ING. J. C. Bernie

Ingesul Ingenieria SRL

PLANILLA DE SONDEO

Sondeo Nº:	02	Solicitado: Consultora Tecnodinámica S.R.L	Referencias
Ubicación :	Cruce Guaranì - Pindoty Porà - 8+200	Realizado por : E. Martí	Arcilla
Profundidad :	6.50 mts	Coordenadas	Arenas
Fecha inicio :	16/02/11	X;	Limos
Fecha fin :	16/02/11	Y;	Gravas
Nivel de Agua	2,05 m	Cota; 98,4 m	Saprolito

Muest. (Nº)	Prof. (m)	Golpes	Indice de SPT	Perfil Litol.	Descripción Visual In Situ
1	0,55				Sedimentos de arena fina
	0,70	1			
	0,85	1			
	1,00		1		
2	1,55				Desde 0,70 m arcilla limosa gris claro, mediana plasticidad.
	1,70	2			
	1,85	2			
	2,00	3	5		
3	2,55				
	2,70	2			
	2,85	3			
	3,00	4	7		
4	3,55				Desde 3,50 m arena arcillosa gris con manchas ocres y oscuras, baja plasticidad.
	3,70	2			
	3,85	4			
	4,00	4	8		
5	4,55				
	4,70	2			Concreciones y gravillas en profundidad.
	4,85	4			
	5,00	7	11		
6	5,55				Desde 5,05 m saprolito basaltico, fragmentos en matriz arcillosa.
	5,70				
	5,85		Rechazo		Desde 5,60 m basalto gris claro muy terado y fracturado.
	6,00				
7	6,55				
	6,70				6,50 m fin de sondeo
	6,85				
	7,00				
8	7,55				
	7,70				
	7,85				
	8,00				
9	8,55				
	8,70				
	8,85				
	9,00				
10	9,55				
	9,70				
	9,85				
	10,00				



Responsable: ING. J. C. Bernie

Ingesul Ingenieria SRL

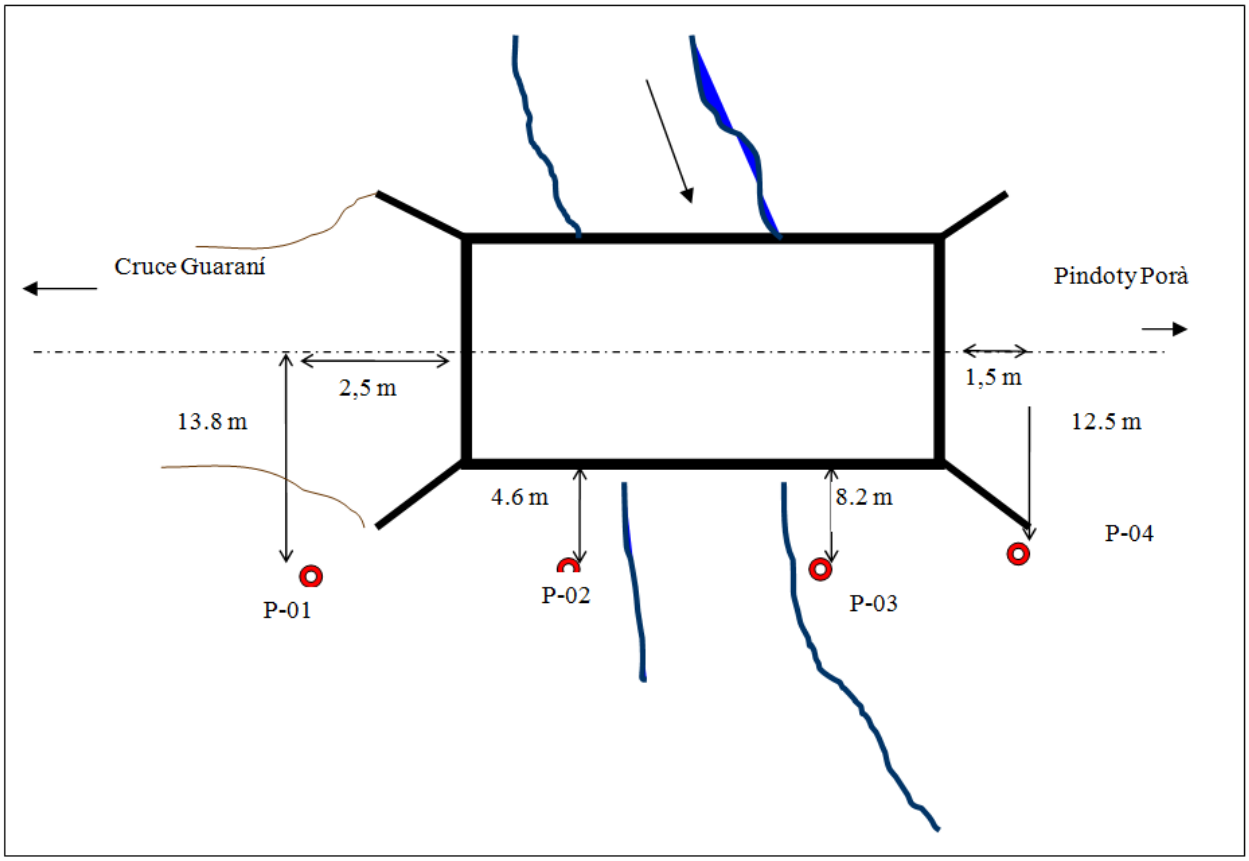
14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

Resumen de Ensayos.

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS Y DESCRIPCION DE LABORATORIO												OBRA: FECHA: 22/03/11 UBICACION: Estudio de Puentes-Prog 8+200 SOLICITADO POR: Consultora Tecnodinámica S.R.L.
pozo Nº	Profundidad (m)		Rio	Límites de Atterberg			Pasante Tamiz			CLASIFICACION		DESCRIPCION
				LL	LP	IP	#10	#40	#200			
				(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		CUS	
P -01	1,55	2,00		46,1	26,0	20,1	100,0	95,5	66,7		CH	Arcilla limosa gris claro
	2,55	3,00		45,2	26,3	18,9	100,0	90,4	40,2		SM-SC	Arena limo arcillosa marròn rojizo oscuro
	3,55	4,00		43,3	22,2	21,1	100,0	84,6	38,3		SC	Arena arcillosa marròn rojizo c/manchas ocres
	4,55	5,00		39,6	19,5	20,1	100,0	82,6	32,8		SC	Arena arcillosa marròn rojizo c/manchas ocres
P -02	1,55	2,00		49,7	27,3	22,4	100,0	96,7	68,4		CH	Arcilla limosa gris claro
	2,55	3,00		47,6	24,8	22,8	100,0	93,4	62,6		CH	Arcilla limosa gris claro
	3,55	4,00		44,8	23,0	21,8	100,0	91,2	41,4		SC	Arena arcillosa marròn rojizo c/manchas ocres
	4,55	5,00		42,7	21,5	21,2	100,0	73,2	27,8		SC	Arena arcillosa marròn rojizo c/gravillas

Río Carapá.

Croquis de Ubicación.



Fotos de los Sondeos.

SPT en el sondeo P-03.

SPT en el sondeo P-04.

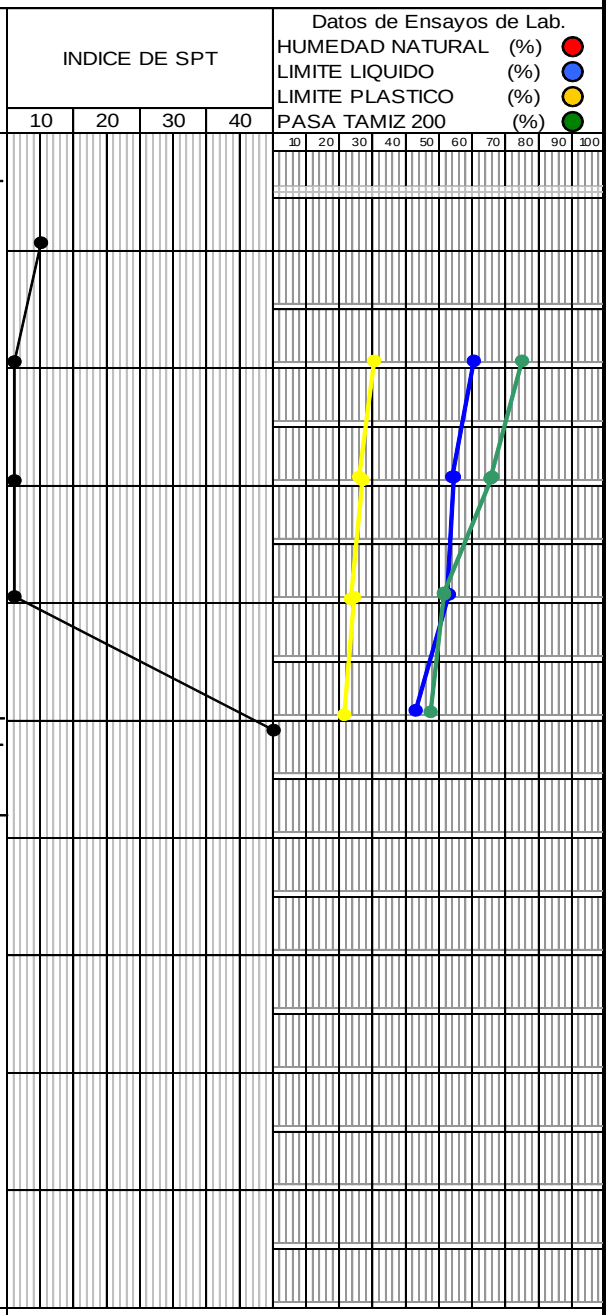
Planilla de Sondeos.

SPT en el sondeo P-04.

PLANILLA DE SONDEO

Sondeo Nº:	01	Solicitado: Consultora Tecnodinámica S.R.L	Referencias
Ubicación :	Cruce Guaranì - Pindoty Porà -13+810	Realizado por : E. Martí	Arcilla
Profundidad :	5.80 mts	Coordenadas	Arenas
Fecha inicio :	17/03/11	X;	Limos
Fecha fin :	17/03/11	Y;	Gravas
Nivel de Agua	2,10 m	Cota; 96,8 m	Saprolito

Muest. (Nº)	Prof. (m)	Golpes	Indice de SPT	Perfil Litol.	Descripción Visual In Situ
1	0,55				Sedimentos arenosos
	0,70	3			Desde 0,40 m arcilla limosa marròn rojizo oscuro, alta plasticidad.
	0,85	3			
	1,00	2	5		
2	1,55				
	1,70	1			
	1,85	1			
	2,00		1		
3	2,55				
	2,70	1			
	2,85	1			
	3,00		1		
4	3,55				
	3,70	1			
	3,85	1			
	4,00		1		
5	4,55				
	4,70	1			Concreciones y gravillas dispersas profundidad.
	4,85	7			
	5,00	24	31		
			Rechazo		Desde 5,00 m saprolito basaltico.
6	5,55				Desde 5,20 m basalto gris oscuro alterado y fracturado.
	5,70				
	5,85				
	6,00				5,80 m fin de sondeo
7	6,55				
	6,70				
	6,85				
	7,00				
8	7,55				
	7,70				
	7,85				
	8,00				
9	8,55				
	8,70				
	8,85				
	9,00				
10	9,55				
	9,70				
	9,85				
	10,00				



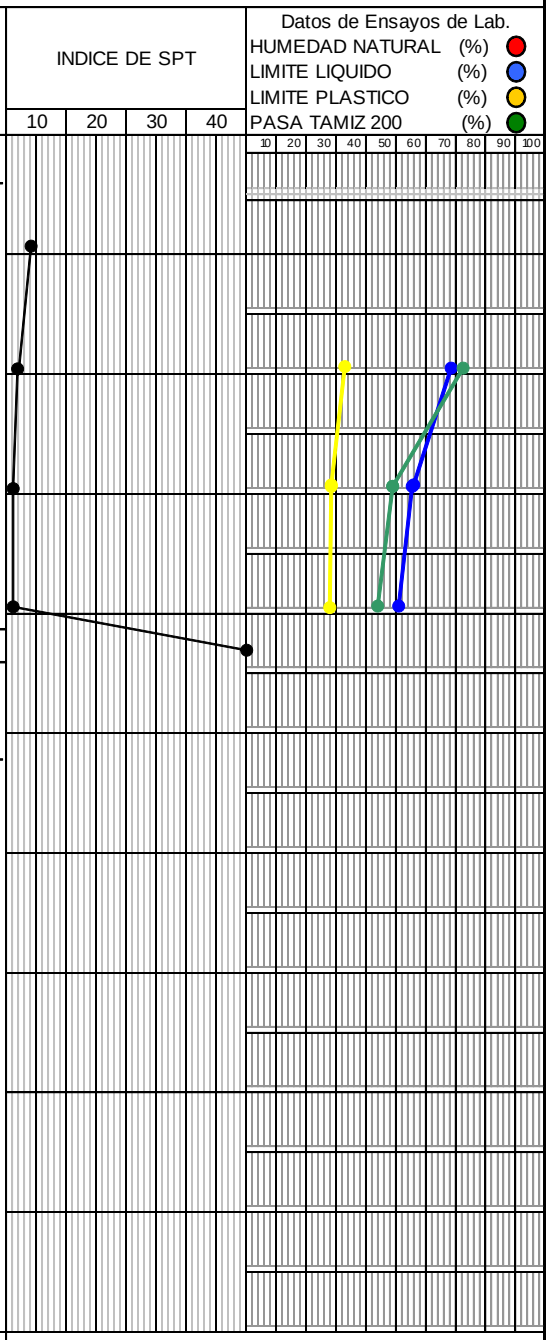
Responsable: ING. J. C. Bernie

Ingesul Ingenieria SRL

PLANILLA DE SONDEO

Sondeo Nº:	02	Solicitado: Consultora Tecnodinámica S.R.L	Referencias
Ubicación :	Cruce Guaranì - Pindoty Porà -13+810	Realizado por : E. Martí	Arcilla
Profundidad :	5.30 mts	Coordenadas	Arenas
Fecha inicio :	17/03/11	X;	Limos
Fecha fin :	17/03/11	Y;	Gravas
Nivel de Agua	1,75 m	Cota; 96,55 m	Saprolito

Muest. (Nº)	Prof. (m)	Golpes	Indice de SPT	Perfil Litol.	Descripción Visual In Situ
1	0,55				Sedimentos arenosos
	0,70	2			Desde 0,40 m arcilla limosa marròn rojizo oscuro, alta plasticidad.
	0,85	2			
	1,00	2	4		
2	1,55				
	1,70	2			
	1,85	1			
	2,00	1	2		
3	2,55				
	2,70	1			
	2,85	1			
	3,00		1		
4	3,55				
	3,70	1			
	3,85	1			Concreciones y gravillas dispersas profundidad.
	4,00		1		
5	4,55		Rechazo		Desde 4,15 m saprolito basaltico.
	4,70				Desde 4,40 m basalto gris oscuro alterado y fracturado.
	4,85				
	5,00				
6	5,55				5,20 m fin de sondeo
	5,70				
	5,85				
	6,00				
7	6,55				
	6,70				
	6,85				
	7,00				
8	7,55				
	7,70				
	7,85				
	8,00				
9	8,55				
	8,70				
	8,85				
	9,00				
10	9,55				
	9,70				
	9,85				
	10,00				



Responsable: ING. J. C. Bernie

Ingesul Ingenieria SRL

PLANILLA DE SONDEO

Sondeo Nº:	03	Solicitado: Consultora Tecnodinámica S.R.L	Referencias
Ubicación :	Cruce Guaranì - Pindoty Porà -13+810	Realizado por : E. Martí	Arcilla
Profundidad :	3.20 mts	Coordenadas	Arenas
Fecha inicio :	18/03/11	X;	Limos
Fecha fin :	18/03/11	Y;	Gravas
Nivel de Agua	1,95 m	Cota; 96,3 m	Saprolito

Muest. (Nº)	Prof. (m)	Golpes	Indice de SPT	Perfil Litol.	Descripción Visual In Situ
1	0,55				Sedimentos arenosos
	0,70	2			Desde 0,30 m arcilla limosa marròn rojizo oscuro, alta plasticidad.
	0,85	3			
	1,00	3	6		
2	1,55				
	1,70	4			Concreciones y gravillas dispersas profundidad.
	1,85	6			
	2,00	10	16		
3	2,55				Desde 2,15 m saprolito basaltico.
	2,70		Rechazo		Desde 2,40 m basalto gris oscuro al-terado y fracturado.
	2,85				
	3,00				
4	3,55				3,20 m fin de sondeo
	3,70				
	3,85				
	4,00				
5	4,55				
	4,70				
	4,85				
	5,00				
6	5,55				
	5,70				
	5,85				
	6,00				
7	6,55				
	6,70				
	6,85				
	7,00				
8	7,55				
	7,70				
	7,85				
	8,00				
9	8,55				
	8,70				
	8,85				
	9,00				
10	9,55				
	9,70				
	9,85				
	10,00				

INDICE DE SPT: 10 20 30 40

Datos de Ensayos de Lab.
HUMEDAD NATURAL (%)
LIMITE LIQUIDO (%)
LIMITE PLASTICO (%)
PASA TAMIZ 200 (%)

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Responsable: ING. J. C. Bernie

Ingesul Ingenieria SRL

PLANILLA DE SONDEO

Sondeo Nº:	04	Solicitado: Consultora Tecnodinámica S.R.L	Referencias
Ubicación :	Cruce Guaranì - Pindoty Porà -13+810	Realizado por : E. Martí	Arcilla
Profundidad :	3.10 mts	Coordenadas	Arenas
Fecha inicio :	18/03/11	X;	Limos
Fecha fin :	18/03/11	Y;	Gravas
Nivel de Agua	2,05 m	Cota; 97,2 m	Saprolito

Muest. (Nº)	Prof. (m)	Golpes	Indice de SPT	Perfil Litol.	Descripción Visual In Situ
1	0,55				Arcilla limosa marròn rojizo oscuro alta plasticidad.
	0,70	1			
	0,85	1			
	1,00		1		
2	1,55				
	1,70	2			Concreciones y gravillas dispersas profundidad.
	1,85	3			
	2,00	3	6		
3	2,55				Desde 2,20 m saprolito basaltico.
	2,70		Rechazo		Desde 2,40 m basalto gris oscuro alterado y fracturado.
	2,85				
	3,00				
4	3,55				3,10 m fin de sondeo
	3,70				
	3,85				
	4,00				
5	4,55				
	4,70				
	4,85				
	5,00				
6	5,55				
	5,70				
	5,85				
	6,00				
7	6,55				
	6,70				
	6,85				
	7,00				
8	7,55				
	7,70				
	7,85				
	8,00				
9	8,55				
	8,70				
	8,85				
	9,00				
10	9,55				
	9,70				
	9,85				
	10,00				

INDICE DE SPT: 10 20 30 40

Datos de Ensayos de Lab.
HUMEDAD NATURAL (%)
LIMITE LIQUIDO (%)
LIMITE PLASTICO (%)
PASA TAMIZ 200 (%)

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Responsable: ING. J. C. Bernie

Ingesul Ingenieria SRL

Resumen de Ensayos.

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS Y DESCRIPCION DE LABORATORIO												OBRA: FECHA: 26/03/11 UBICACION: Estudio de Puentes-Prog; 13+800 SOLICITADO POR: Consultora Tecnodinámica S.R.L.
pozo Nº	Profundidad (m)		Rio	Límites de Atterberg			Pasante Tamiz			CLASIFICACION		DESCRIPCION
				LL	LP	IP	#10	#40	#200			
				(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		CUS	
P -01	1,55	2,00	Carapà	61,8	30,8	31,0	100,0	92,8	75,8		CH	Arcilla limosa marròn rojizo oscuro
	2,55	3,00		55,2	26,7	28,5	100,0	90,8	66,4		CH	Arcilla limosa marròn rojizo oscuro
	3,55	4,00		53,5	24,8	28,7	100,0	87,4	51,8		CL	Arcilla limosa marròn rojizo oscuro c/gravillas
	4,55	5,00		43,6	22,4	21,2	100,0	84,2	49,8		CL	Arcilla limosa marròn rojizo oscuro c/gravillas
P -02	1,55	2,00	Carapà	68,4	33,7	34,7	100,0	95,6	72,3		CH	Arcilla limosa marròn rojizo oscuro
	2,55	3,00		56,2	28,2	28,0	100,0	89,7	48,4		CL	Arcilla limosa marròn rojizo oscuro c/gravillas
	3,55	4,00		51,0	26,3	24,7	100,0	75,8	44,6		CL	Arcilla limosa marròn rojizo oscuro c/gravillas
P -03	1,55	2,00	Carapà	55,7	32,3	23,4	100,0	97,4	68,8		CH	Arcilla limosa marròn rojizo oscuro
	2,55	3,00		47,4	24,7	22,7	100,0	76,0	42,4		CL	Arcilla limosa marròn rojizo oscuro c/gravillas
P -04	1,55	2,00	Carapà	45,1	23,3	21,8	100,0	76,3	45,4		CL	Arcilla limosa marròn rojizo oscuro c/gravillas

ANEXO III – ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS.

Cálculo Del Caudal de derrame de las cuencas en el tramo Cruce Guaraní – Corpus Christi – Pindoty Porá

PROG.	NOMBRE CUENCA	AREA CUENCA [Km2]	LONG. ESCURRIM. [m]	COTA SALIDA	COTA MAX.	tc [min]	Tr [años]	I [cm/h]	C	Q max. [m3/s]
0+200	C-1-1	0.067	177.37	379.68	382.58	5.12	10	25.85	0.3	1.44
3+360	C-2	2.15	2160	368.44	397.58	HUT C-2 TR= 25 AÑOS				9.27
3+780	C-3	0.9	3379.05	350.55	378.2	64.65	10	6.44	0.3	4.83
8+535	C-1	95.32	21553	317.45	420	HUT C-1 TR= 50 AÑOS				203.53
12+440	C-4	0.29	1048.39	363.8	390	17.08	10	14.73	0.3	3.56
13+980	C-5	583.77	67216.6	319.1	466.3	HUT C-5 TR= 50 AÑOS				594.57
14+380	C-6	1.32	2386.32	332	390	32.53	10	10.05	0.3	11.06
15+320	C-7	0.93	2102.78	359.69	395	34.02	10	9.78	0.3	7.59
17+060	C-8	1.13	2149.39	387.45	405.6	45.09	10	8.17	0.3	7.7
19+460	C-9	0.02	350	402.63	405	12.13	10	17.69	0.3	0.3
19+920	C-10	0.09	550	400.47	403	19.94	10	13.5	0.3	1.01
20+700	C-5-1	0.41	2000	403.92	430	36.08	10	9.42	0.3	3.22
24+220	C-11	0.36	637.12	420.46	436.9	11.5	10	18.18	0.3	5.46
25+620	C-12	0.23	1013.03	419.67	436.9	19.29	10	13.76	0.3	2.64
26+900	C-13	0.39	1035.12	407.32	436.4	16.17	10	15.19	0.3	4.94
27+500	C-14	0.38	952.89	418.35	445.9	15	10	15.82	0.3	5.01
28+980	C-15	0.45	559.75	436.16	458.9	8.74	10	20.74	0.3	7.78
29+780	C-16	0.079	383.92	427.91	430	14.17	10	16.31	0.3	1.07
31+460	C-5-2	0.49	1009.27	424.1	450	16.42	10	15.06	0.3	6.15
33+940	C-5-3	0.34	1463.93	424.69	448.81	25.93	10	11.56	0.3	3.28

35+460	C-5-4	1.09	932.96	422.69	451.16	14.46	10	16.14	0.3	14.67
37+100	C-17	0.11	588.85	431.75	451.16	9.85	10	19.61	0.3	1.8
37+500	C-18	0.26	550.59	425.67	448.47	8.57	10	20.92	0.3	4.54
39+498	C-19	6.51	3082.91	366.28	438	HUT C-19 TR = 25 AÑOS			25	27.62
ACCESO A PINDOTY										
1+160	C-19-1	0.455	2400	398.3	439	37.53	10	9.19	0.3	3.49
0+440	C-19-1	0.195	2400	417.25	439	47.76	10	7.87	0.3	1.28

HIDROGRAMA HUT C-1

Obra: Cruce Guaraní – Corpus Christi – Pindoty Porá

Cuenca Nº C-1 (ARROYO AGUA BLANCA)

PARÁMETROS DE LA CUENCA

A (km2):	95.32	ΔH (m) :	102.55
L (m) :	21553	I (%) :	0.48

PARÁMETROS DEL HUT

tc (hs) :	5.53	tb (hs) :	10.34
tp (hs) :	3.87	Δt (hs) :	1.11
tr (hs) :	6.47	qp (m3/s) :	51.20

PRECIPITACIÓN EFECTIVA

Numero de Curva: CN = 65

Tiempo de Retorno: TR = 50.00

Δt (hs)	i (mm/h)	P (cm)	P' (cm)	Pe (cm)	ΔPe (cm)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.11	84.71	9.37	8.83	1.88	1.88
2.21	52.74	11.67	10.99	3.11	1.23
3.32	39.73	13.19	12.42	4.01	0.91
4.43	32.43	14.35	13.52	4.75	0.74
5.53	27.69	15.32	14.43	5.39	0.63

6.64	24.32	16.15	15.21	5.95	0.56
7.74	21.80	16.88	15.90	6.46	0.51
8.85	19.82	17.54	16.52	6.92	0.46
9.96	18.22	18.14	17.08	7.35	0.43

HIDROGRAMA DEL PROYECTO

CALCULO DEL CAUDAL

Δt (hs)	qi (m3/s)	1.88	1.23	0.91	0.74	0.63	0.56	0.51	0.46	0.43	Q (m3/s)
0.00	0.0	0.0									0.00
1.11	14.6	27.5	0.0								27.46
2.21	29.3	54.9	18.0	0.0							72.93
3.32	43.9	82.4	36.0	13.3	0.0						131.67
4.43	46.8	87.9	54.0	26.5	10.8	0.0					179.26
5.53	38.1	71.4	57.6	39.8	21.6	9.3	0.0				199.79
6.64	29.3	55.0	46.9	42.4	32.5	18.6	8.2	0.0			203.53
7.74	20.5	38.6	36.1	34.5	34.6	27.8	16.4	7.4	0.0		195.42
8.85	11.8	22.1	25.3	26.6	28.1	29.7	24.6	14.8	6.8	0.0	178.01
9.96	3.0	5.7	14.5	18.6	21.7	24.2	26.3	22.2	13.5	6.3	152.89

HIDROGRAMA HUT C-2

Obra: Cruce Guaraní - Corpus Christi - Pindoty Porá

Cuenca Nº C-2

PARÁMETROS DE LA CUENCA			
A (km2):	2.15	ΔH (m) :	29.14
L (m) :	2160	I (%) :	1.35
PARÁMETROS DEL HUT			
tc (hs) :	0.63	tb (hs) :	1.18
tp (hs) :	0.44	Δt (hs) :	0.13
tr (hs) :	0.74	qp (m3/s) :	10.14

PRECIPITACIÓN EFECTIVA

Numero de Curva:	CN =	65
Tiempo de Retorno:	TR =	25.00

Δt (hs)	i (mm/h)	P (cm)	P' (cm)	Pe (cm)	ΔPe (cm)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.13	261.24	3.29	3.29	0.02	0.02
0.25	186.03	4.69	4.69	0.24	0.22
0.38	147.83	5.59	5.59	0.49	0.25
0.50	124.22	6.26	6.26	0.72	0.23
0.63	107.99	6.80	6.80	0.93	0.21
0.76	96.05	7.26	7.26	1.13	0.19
0.88	86.84	7.66	7.66	1.30	0.18
1.01	79.49	8.01	8.01	1.47	0.17
1.13	73.47	8.33	8.33	1.63	0.16

HIDROGRAMA DEL PROYECTO

CALCULO DEL CAUDAL

Δt (hs)	qi (m3/s)	0.02	0.22	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	Q (m3/s)
0.00	0.0	0.0									0.00
0.13	2.9	0.1	0.0								0.06
0.25	5.8	0.1	0.6	0.0							0.77
0.38	8.7	0.2	1.3	0.7	0.0						2.20
0.50	9.3	0.2	1.9	1.4	0.7	0.0					4.24
0.63	7.5	0.2	2.1	2.2	1.3	0.6	0.0				6.33
0.76	5.8	0.1	1.7	2.3	2.0	1.2	0.6	0.0			7.88
0.88	4.1	0.1	1.3	1.9	2.1	1.8	1.1	0.5	0.0		8.84
1.01	2.3	0.1	0.9	1.4	1.7	1.9	1.7	1.0	0.5	0.0	9.27
1.13	0.6	0.0	0.5	1.0	1.3	1.6	1.8	1.5	1.0	0.5	9.21

HIDROGRAMA HUT-C5

Obra: Cruce Guaraní - Corpus Christi - Pindoty Porá

Cuenca Nº C-5

PARÁMETROS DE LA CUENCA

A (km2):	583.77	ΔH (m) :	147.20
L (m) :	67217	I (%) :	0.22

PARÁMETROS DEL HUT

tc (hs) :	17.90	tb (hs) :	33.46

tp (hs) :	12.53	Δt (hs) :	3.58
tr (hs) :	20.93	qp (m3/s) :	96.88

PRECIPITACIÓN EFECTIVA

Numero de Curva:	CN =	65
Tiempo de Retorno:	TR =	50.00

Δt (hs)	i (mm/h)	P (cm)	P' (cm)	Pe (cm)	ΔPe (cm)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.58	37.66	13.49	11.64	3.51	3.51
7.16	23.04	16.50	14.25	5.26	1.75
10.74	17.25	18.54	16.00	6.53	1.27
14.32	14.04	20.12	17.36	7.56	1.03
17.90	11.97	21.43	18.50	8.44	0.88
21.49	10.50	22.56	19.47	9.21	0.77
25.07	9.40	23.56	20.34	9.91	0.70
28.65	8.54	24.47	21.12	10.54	0.63
32.23	7.85	25.29	21.83	11.13	0.59

HIDROGRAMA DEL PROYECTO

CALCULO DEL CAUDAL

Δt (hs)	qi (m3/s)	3.51	1.75	1.27	1.03	0.88	0.77	0.70	0.63	0.59	Q (m3/s)
0.00	0.0	0.0									0.00
3.58	27.7	97.2	0.0								97.22

14 de Mayo y Gral. Díaz – Edif. "De la Encarnación" 6to. Piso – Of. 2
Telefax.: 495-197, E-mail: consultora@tecnodinamica.com.py - Asunción - Paraguay

7.16	55.4	194.4	48.4	0.0							242.83
10.74	83.0	291.6	96.8	35.2	0.0						423.59
14.32	88.6	311.1	145.2	70.3	28.5	0.0					555.13
17.90	72.0	252.9	154.9	105.5	57.0	24.3	0.0				594.57
21.49	55.4	194.7	125.9	112.5	85.4	48.6	21.4	0.0			588.63
25.07	38.9	136.5	96.9	91.5	91.2	72.9	42.8	19.2	0.0		551.06
28.65	22.3	78.3	68.0	70.4	74.1	77.8	64.2	38.5	17.6	0.0	488.84
32.23	5.7	20.1	39.0	49.4	57.1	63.3	68.5	57.7	35.1	16.2	406.27

HIDROGRAMA HUT-19			
Obra: Cruce Guaraní - Corpus Christi - Pindoty Porá			
Cuenca Nº	C-19		
PARÁMETROS DE LA CUENCA			
A (km2):	6.51	ΔH (m) :	71.72
L (m) :	3083	I (%) :	2.33
PARÁMETROS DEL HUT			
tc (hs) :	0.67	tb (hs) :	1.26
tp (hs) :	0.47	Δt (hs) :	0.13
tr (hs) :	0.79	qp (m3/s) :	28.80
PRECIPITACIÓN EFECTIVA			

Numero de Curva:	CN =	65			
Tiempo de Retorno:	TR =	25.00			
Δt (hs)	i (mm/h)	P (cm)	P' (cm)	Pe (cm)	ΔPe (cm)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.13	253.99	3.41	3.41	0.03	0.03
0.27	179.63	4.83	4.83	0.28	0.25
0.40	142.31	5.74	5.74	0.54	0.26
0.54	119.37	6.42	6.42	0.78	0.24
0.67	103.65	6.96	6.96	1.00	0.22
0.81	92.12	7.43	7.43	1.20	0.20
0.94	83.24	7.83	7.83	1.38	0.18
1.07	76.16	8.19	8.19	1.55	0.17
1.21	70.37	8.51	8.51	1.71	0.16

HIDROGRAMA DEL PROYECTO

CALCULO DEL CAUDAL

Δt (hs)	qi (m3/s)	0.03	0.25	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	Q (m3/s)
0.00	0.0	0.0									0.00
0.13	8.2	0.3	0.0								0.26
0.27	16.5	0.5	2.0	0.0							2.54
0.40	24.7	0.8	4.0	2.2	0.0						6.99
0.54	26.3	0.8	6.1	4.3	2.0	0.0					13.19
0.67	21.4	0.7	6.5	6.5	4.0	1.8	0.0				19.37

0.81	16.5	0.5	5.3	6.9	5.9	3.6	1.6	0.0			23.85
0.94	11.6	0.4	4.0	5.6	6.3	5.4	3.3	1.5	0.0		26.54
1.07	6.6	0.2	2.8	4.3	5.1	5.7	4.9	3.0	1.4	0.0	27.62
1.21	1.7	0.1	1.6	3.0	4.0	4.7	5.3	4.5	2.8	1.3	27.28