ANEXO 5
DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES PARAGUAY | PARAGUÁI TETÃ REMBIAPO HA MARANDU MOTENONDEHA

Nota DV N° 3604 **/2024**

Asunción, 17 de Septiembre del 2024

Señores
CONSORCIO NUEVA GENERACIÓN
Asunción, Paraguay
Presente

Ref. PR-L1105. "LLAMADO MOPC N° 92/2021 - CONTRATO SG MINISTRO Nº 241/2022 MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL TRAMO EMPALME RUTA 6 - EMPALME CORREDOR DE EXPORTACION (KIMEX R6 - FRUTIKA - CARLOS ANTONIO LOPEZ)". ID N° 402400

Objeto: ORDEN DE EJECUCIÓN N° 02

Me dirijo a ustedes en atención al contrato de la referencia a fin de emitir la **ORDEN DE EJECUCIÓN N° 02** a la modificación referente al paquete estructural de pavimento, presentada por la fiscalización al MOPC mediante expediente MEU N° 35193/2024.

En tal sentido, por Nota O-CSC/CPR-1498/2024, con fecha 16 de septiembre de 2024 el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) emite su **No Objeción Parcial** a la incorporación de la subrasante mejorada CBR≥15% al paquete estructural de los contratos S.G. Ministro N° 234/2022 y 241/2022.

Los trabajos ejecutados por la Contratista sujetos a esta Orden de Ejecución, serán formalizados y podrán ser certificados una vez aprobado el Convenio Modificatorio N° 01; las modificaciones introducidas serán financiadas con Fondo Externo BID.

No obstante, la documentación técnica de la propuesta del Convenio Modificatorio N° 01 deberá ser ajustada según las Especificaciones Técnicas remitidas en adjunto a la presenta nota.

Sin otro particular, les saludo atentamente.

Ing. Rene Alejandro Peralbo Gonzalez
DIRECTOR DE VIALIDAD
DV

Se adjunta:

- Copia de Nota O-CSC/CPR-1498/2024 del BID;
- Especificaciones Técnicas del ítem Subrasante Mejorada con Suelo Agregado CBR≥15%

Firmas con fecha
fecha: 17-09-24

Ing. Alejandro Bordón
Coordinador
UEP - BID - DV

Ing. Miguel Matias Flores Benitez 16/09/2024 16:40:29

Escaneado con CamScanner

Sign Envelope ID: FF07F5D9-EA87-401D-B245-F5DD3F6CA573

BID

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
REPRESENTACIÓN EN PARAGUAY

O-CSC/CPR-1498/2024
16 de septiembre de 2024

Ing. Rene Peralbo
Director de Vialidad
Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
Asunción, Paraguay

Ref.: Contrato de Préstamo 3837/OC-PR. Programa de Mejoramiento y Conservación de Corredores Viales (PR-L1105). *Solicitud no objeción Parcial a la propuesta de incorporación de subrasante mejorada CBR15% al paquete estructural. Lote 1 y 2.*

De nuestra consideración:

Recibimos la nota DV N.° 3010/2024 del 06 de agosto del 2024, complementada mediante correos electrónicos del 05 y 12 de septiembre, mediante los cuales solicitan la no objeción parcial del Banco a la incorporación de la subrasante mejorada CBR 15% al paquete estructural de los contratos S.G. Ministro N°234/2022 firmado con la contratista Enrique Díaz Benza Cano, ejecutora de las Obras de Mejoramiento y Rehabilitación del tramo empalme Ruta 6 – empalme corredor de exportación (Kimex R6 – Frutika – Carlos Antonio López) Lote 1; y S.G. Ministro N°241/2022 firmado con la contratista Consorcio Nueva Generación, ejecutora de las Obras de Mejoramiento y Rehabilitación del tramo empalme Ruta 6 – empalme corredor de exportación (Kimex R6 – Frutika – Carlos Antonio López) Lote 2, ejecutado en el marco del programa referenciado.

Al respecto, luego de revisar la documentación remitida, le informamos que el Banco no tiene comentarios adicionales que formular a la incorporación de la subrasante mejorada CBR 15% al paquete estructural, por lo que nos encontramos en condiciones de emitir la No Objeción parcial a los cambios propuestos en el proyecto de los Lotes 1 y 2, para el componente contractual "*2. Movimiento de Suelos*" y "*C. Ítems nuevos*" según el siguiente detalle:

Contratista	Descripción	Monto Contractual	Monto Vigente	Incremento Subrasante Mejorada CBR 15%	Monto Total Final	% Incremento Subrasante Mejorada CBR 15%	% de Incremento Acumulado
EDB Construcciones	Monto de Obra	82.074.279.268	84.524.737.788	2.875.514.296	87.400.252.084	3,504%	6,49%
	Suma Provisional	6.150.000.000	6.150.000.000	0	6.150.000.000	0,000%	0,00%
	Total	**88.224.279.268**	**90.674.737.788**	**2.875.514.296**	**93.550.252.084**	**3,259%**	**6,04%**
Consorcio Nueva Generación	Monto de Obra	97.940.341.421	99.316.153.886	3.122.136.931	102.438.290.817	3,188%	4,59%
	Suma Provisional	6.150.000.000	6.150.000.000	0	6.150.000.000	0,000%	0%
	Total	**104.090.341.421**	**105.466.153.886**	**3.122.136.931**	**108.588.290.817**	**2,999%**	**4,32%**

Asimismo, se solicita remitir a la brevedad posible el Convenio Modificatorio N.° 1 que deberá incluir este ítem para no la objeción correspondiente.

Escaneado con CamScanner

on Envelope ID: FF07F5B9-EA87-401D-B245-F5DD3F6CA573

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
REPRESENTACIÓN EN PARAGUAY

Pág. 2
O-CSC/CPR-1498/2024
16 de septiembre de 2024

La no objeción mencionada se refiere únicamente a la compatibilidad del procedimiento utilizado con las políticas del Banco y no constituye un compromiso efectivo de desembolsar recursos del financiamiento, en tanto no se cumplan todos los requisitos del mismo.

Reciba nuestros cordiales saludos.

DocuSigned by:
Cruz Moreno, Paula
9D818FF2E2E14EE...

Paula Cruz Moreno
Especialista Senior de Transporte

Quesada 4616 esq. Legión Civil Extranjera, ASUNCION, PARAGUAY - TEL: 616-2000 BIDParaguay@iadb.org

Escaneado con CamScanner

ESPECIFICACIONES TECNICAS

3.0.1- Subrasante Mejorada con Suelo Agregado CBR≥15%

1. GENERALIDADES

Este trabajo consistirá en la construcción de una capa de mejoramiento de subrasante con CBR≥ 15%, en el coronamiento del terraplén, como base para el paquete estructural del pavimento, en los espesores y dimensiones indicadas en los Planos, y de acuerdo a estas Especificaciones u Órdenes de la Fiscalización.

2. PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

A los efectos de disminuir el impacto ambiental producido como consecuencia de la ejecución de este Ítem, el Contratista deberá tener en cuenta lo establecido en las Especificaciones Técnicas Ambientales Generales (ETAGs), además, los siguientes puntos:

a) Después de concluida y aceptada la compactación de cualquier tramo de la sub rasante, se perfilará su superficie, hasta obtener las medidas y elevaciones indicadas en los Planos y/u Órdenes de Servicio, dentro de las tolerancias más adelante indicadas.

b) Los equipos utilizados en la ejecución de estos trabajos, deberán ser tales que la operación de estos no cause efectos negativos en el equilibrio ambiental. c) Además de lo antes especificado, el Contratista deberá compatibilizar las acciones para preservar el medio ambiente con todo lo indicado en los puntos Materiales, Equipos y Requisitos para la Construcción de estas Especificaciones.

3. MATERIALES

Todos los materiales que cumplan los requisitos especificados, podrán ser empleados como materiales para la construcción de subrasante a juicio de la fiscalización, con las siguientes restricciones:

a) De ningún modo se aceptará en los suelos la colocación de material que contenga fango, tierra turbosa, desperdicios, raíces, césped y otros materiales orgánicos.

b) No se colocará en la sub rasante material excavado de las secciones del camino que, a juicio de la Fiscalización, sean inadecuados por su calidad o tamaño, incluyendo rocas y peñascos.

c) No se admitirá suelos con expansión mayor a 1.25% en su mayor dimensión. Esta expansión será medida en molde CBR con sobrecarga de 4,54 kg. El límite líquido máximo será de 40% y el índice de plasticidad de un máximo de 15%.

d) En todos los casos, el material deberá tener un CBR mínimo de 15% con una sobrecarga de 4,54 kg y al 97% de densidad seca máxima. Así mismo se admite la incorporación de ripio de manera a aumentar el CBR del material, el cual deberá tener un pasante tamiz 2" de 90% y no se permitirá tamaño mayor a 2.25".

4. EQUIPOS

Son indicados los siguientes tipos de equipamiento para la ejecución del ítem: Motoniveladora, Camión Regador de agua, Vibro compactadores tipo liso-vibratorio y neumático, Tractor con rastra y Camión volquete. Además de esos, podrán ser usados otros equipamientos aceptados por la Fiscalización.

5. EJECUCIÓN

Comprende las operaciones de dispersión, mezcla y pulverización, humidificación o secado, compactación y acabado de los materiales importados, realizadas en la pista, debidamente

Ing. Alejandro Bordón
Coordinador
UEP - BID - DV

Ing. Oscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Juvenal Martinez
Consorcio Consultor Oriental
ECATEF

Escaneado con CamScanner

preparada en el ancho deseado, en las cantidades que permitan, tras la compactación, alcanzar la espesura proyectada. El grado de compactación deberá ser, como mínimo, 98%, con relación a la masa específica aparente, seca, máxima, obtenida en el ensayo AASHTO T-99, y el tenor de humedad deberá ser la humedad óptima del ensayo citado ± 2%.

Preparación del Material: El material para emplearse deberá ser verificado por la Fiscalización antes de retirarlo del yacimiento, el cual deberá cumplir las condiciones del item 3.

Materiales

Cada 400 metros cúbicos por lo menos, de material acopiado, se tomará muestras para ensayos de granulometría.

Tramo de Prueba: Se ejecutará un tramo de prueba antes de iniciar la construcción del presente ítem para definir y/o ajustar los parámetros de espesores, número de pasadas de los equipos de compactación, grado de humectación y compactación, granulometría. La longitud mínima de la pista de prueba será de 200 (doscientos) metros y el ancho equivalente a la plataforma. Los parámetros obtenidos en dicha pista de prueba se tomarán como valores de referencia, y serán utilizados y respetados por la Contratista y la Fiscalización durante la ejecución del presente ítem.

La compactación debe ser orientada de manera a obtener una superficie llana y un grado de compactación, espesor y acabado que satisfagan las exigencias de esta especificación.

-Colocación, mezclado y extendido de la capa de subrasante mejorada: Concluido el tramo de prueba, antes de proceder a depositar y distribuir el material para la construcción de la subrasante, la Fiscalización verificara:

a) La preparación de la base de apoyo, aprobándola por escrito;

b) Que los trabajos complementarios del terraplén y obras de desagüe trasversal hayan sido terminados, de acuerdo con los Planos y Especificaciones;

c) Que el material contenga la humedad adecuada. En ningún caso se autorizará la iniciación de este trabajo cuando el contenido de humedad exceda del 3% (tres por ciento) del optimo indicado en el Ensayo de Humedad – Densidad.

Posteriormente, se colocará el material disponiéndose en caballetes de sección uniforme, en las cantidades necesarias para que una vez compactado, los espesores no excedan los 0,20 metros, y se logre los anchos indicados en los planos. El material será trabajado con motoniveladoras y rastras, a fin de lograr su homogeneidad tanto en humedad como en granulometría, e inmediatamente extendido de forma a obtener u espesor suelto uniforme en todo el ancho indicado en los Planos, que permita obtener el espesor compactado especificado. El contenido de humedad antes de comenzar la compactación no deberá diferir en más o en menos 2% (dos por ciento) respecto al "optimo" especificado según el ensayo Humedad – Densidad.

Si fuese necesario agregar agua, se efectuará empleando equipos que lo distribuyan con uniformidad, y la cantidad se tomará en base al ensayo especificado, la aplicación de agua comenzará con riegos parciales, y cada aplicación será seguida por el paso de rastras de disco evitando la concentración de agua en la superficie.

-Perfilado y Compactación: La compactación comenzará en los bordes, prosiguiendo paulatinamente hacia el centro, con la utilización de rodillos vibratorios y neumáticos múltiples en pesos no menores a 12 TN, u otro equipo que pueda obtenerse la densidad especificada. Los perfilados se realizarán con motoniveladoras y tendrán la finalidad de retirar material suelto y efectuar las correcciones al perfil trasversal compactado, que sean necesarias para obtener el perfil indicado en los planos. Durante las operaciones de compactación se compensarán las

Ing. Alejandro Bordón
Coordinador
UEP - BID - DV

Ing. Óscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Juvenal Martinez
Consorcio Consultor Oriental
ECATEF

Escaneado con CamScanner

pérdidas de humedad, si las hubiere, mediante oportunos riegos con agua. De no efectuarse en forma continuada las operaciones constructivas de tramos sucesivos, el Contratista deberá cortar en forma vertical el borde del tramo terminado antes de iniciar el tramo siguiente.

6. CONTROL

Control Tecnológico: Serán realizados los siguientes ensayos: -Determinaciones de masa específica aparente, "in situ", con espaciamiento máximo de 100 m de pista, en los puntos donde fueron colectadas las muestras para los ensayos de compactación; -Una determinación del tenor de humedad, cada 100 m, inmediatamente anterior a la compactación, alternando centro y bordes o como fuere ordenado por la Fiscalización.

-Ensayos de caracterización de (límite de liquidez, límite de plasticidad y granulometría, respectivamente según los métodos AASHTO T-89, AASHTO T-90 y AASHTO T-27 y T-11), con espaciamiento máximo de 150 m de pista y, como mínimo, dos grupos de ensayos al día, el ensayo se hará en el espesor de la capa, alternando los hoyos de prueba en el centro y bordes de la plataforma, o a las distancias y lugares donde la Fiscalización crea más conveniente;

-Un ensayo del índice de soporte California, con la energía de compactación del método AASHTO T-193, con espaciamiento máximo de 300 m de pista.

-Un ensayo de compactación, según el método AASHTO T-99, para determinación de la masa específica aparente, seca, máximo de 100 m de pista, con muestras colectadas en puntos obedeciendo siempre el orden: borde derecho, eje, borde izquierdo, eje, borde derecho, etc., a 60 cm del borde. La densidad de la capa no será inferior al 98% de la densidad máxima lograda con el ensayo AASHTO T-99.

-A medida que se verifique la homogeneidad de la capa de la subrasante mejorada, el intervalo de pruebas podrá ampliarse, a indicación de la fiscalización, hasta un máximo de 250 metros.

Control Geométrico:

Tras la ejecución de la subrasante, se procederá a la relocalización y nivelación del eje y de los bordes, permitiéndose las siguientes tolerancias:

-Cada 50 metros se realizarán mediciones para controlar el ancho resultante, admitiendo tolerancia con respecto al ancho de plano hasta 10 cm en más, en cuanto al ancho de la plataforma; hasta el 20%, en exceso, para la flecha de pendiente, sin la tolerancia de falta.

-En la verificación del desarrollo longitudinal de la superficie no serán toleradas flechas mayores que 1,5 cm, cuando determinadas por reglas de 3,00 m.

-No será tolerado ningún valor individual de espesor que no esté incluido en el intervalo de + - 1 cm, respecto al espesor del proyecto. A medida que la subrasante con material de la mezcla continúe sin variación en el espesor, más allá de la tolerancia permitida, el intervalo entre pruebas podrá ampliarse, a indicación de la Fiscalización, hasta un máximo de 250 metros, con pruebas ocasionales a intervalos más cortos. Cuando una medición señale una variación mayor que la permitida respecto al espesor indicado en los planos, se harán mediciones adicionales a intervalos de 10 metros, hasta que las mediciones indiquen que el espesor está dentro de la tolerancia permitida según las especificaciones y espesores de los planos.

-En caso de que se acepte, de acuerdo con las tolerancias establecidas, una capa de base con espesor medio inferior a la de proyecto, el revestimiento será aumentado de un espesor estructuralmente equivalente a la diferencia encontrada.

-Si es aceptada la capa de base, según las tolerancias, con espesor medio superior a la de

Ing. Alejandro Bordón
Coordinador
UEP - BID - DV

Ing. Oscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Juvenal Martinez
Consorcio Consultor Oriental
ECATEF

Escaneado con CamScanner

proyecto, la diferencia no será deducida del espesor del revestimiento.
-Inmediatamente después de la compactación final de subrasante con material de la mezcla, se efectuará el control de cotas cada 20 metros según se especifique y determinándose un espesor promedio teniendo en cuenta las cotas de proyecto

7.-MEDICION

La unidad de medida del trabajo abarcado en esta sección será el metro cubico (m3) de material aceptablemente colocado y compactado, resultante del producto de la longitud del trecho aprobado, medido en el eje del proyecto, por la sección geométrica indicada en los planos.
Se cuantificará por metro cúbico (m3) de formación y compactación de terraplenes en subrasante; la medición se efectuará de acuerdo con las secciones geométricas de los perfiles del Proyecto, según las cubicaciones requeridas y aprobadas por la Fiscalización.

8.- FORMA DE PAGO.

Las cantidades determinadas conforme al método de medición serán pagadas al precio unitario contractual correspondiente al Ítem "Subrasante Mejorada con Suelo Agregado CBR≥15%".

Este precio será la compensación total por la ejecución de los trabajos aquí descriptos, por suministrar todo el equipo necesario, mano de obra, carga, transporte de material, habilitación de préstamos de materiales, manejo del tránsito pasante, señalización preventiva, supervisión, servicios, y los imprevistos para la ejecución y terminación total de este ítem.

Ing. Alejandro Bordón
Coordinador
UEP - BID - DV

Ing. Juvenal Martinez
Consorcio Consultor Oriental
ECATEF
Especialista Vial

Ing. Óscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Escaneado con CamScanner

CONSORCIO
NUEVA GENERACIÓN

Herrera 1424 e/ Avda. Perú y Paí Pérez
Telef. 214368 (R.A) – Fax: 201451
RUC Nº 80124921-0

Asunción, 25 de julio del 2024

Nota Nª DCNG-KIMEX-49/2024

Señores
CONSORCIO FISCALIZADOR DEL SUR
Waldino Ramón Lovera Nº 540, esq. RC3 Cnel. Mongelós
Ciudad de Asunción
Presente

Ref.: Llamado MOPC N° 92/2021 de "Licitación Pública Internacional para la contratación de firmas constructoras para el mejoramiento y rehabilitación del tramo Empalme Ruta 6-Empalme Corredor de Exportación (Kimex R6-Frutika-Carlos Antonio López", con ID Nº 402.400. Lote 2)

Asunto: Respuesta a la Nota DV N°2809/2024

De nuestra consideración:

Nos dirigimos a Ud. con el fin de presentar la nueva alternativa de incorporación de Subrasante Mejorada CBR≥15 según lo solicitado en la nota DV N°2809/2024, manteniendo el Paquete Estructural Contractual.

Se adjunta a esta nota, un comparativo entre el Paquete Contractual y la nueva Propuesta de incorporación de la Subrasante Mejorada.

Acompañan a esta nota, los siguientes documentos:

- Planilla de Cómputo Métrico – Propuesta Comparativa
- Análisis de Precio – Subrasante Mejorada CBR≥15% - e= 0,20m
- Especificaciones Técnicas – Subrasante Mejorada CBR≥15% - e= 0,20m

Sin otro particular, me despido atentamente,

Arq. José Díaz Benza
Representante Legal.

Tania Chávez
25 07 2024 16:40

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

CONSORCIO NUEVA GENERACIÓN (CONSTRUCTORA ASUNCIÓN S.A. - SOTEC S.A.)

LLAMADO MOPC Nº 92/2021 "LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL PARA LA CONTRATACION DE FIRMAS CONSTRUCTORAS PARA LA PAVIMENTACION ASFALTICA DEL TRAMO CRUCE KIMEX - KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ (VII DEPARTAMENTO DE ITAPÚA) AD REFERENDUM A LA APROBACION DEL PGN 2022"

LOTE 2: KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LÓPEZ
PROGRESIVA 27+580 A PROGRESIVA 57+400
LONGITUD 29,82 KM

PLANILLA DE COMPUTO METRICO - PROPUESTA COMPARATIVA

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD CONTRACTUAL	CANTIDAD CMN1	DIFERENCIA	PRECIO UNITARIO GS. IVA INCLUIDO	COSTO TOTAL CONTRACTUAL	COSTO TOTAL CMN1	DIFERENCIA
A	PAVIMENTO								
2	MOVIMIENTO DE SUELOS								
2.5	Terraplén	m³	23.656,26	0,00	-23.656,26	27.271	645.129.997	0	-645.129.997
2.6	Terraplén para Ensanche de Plataforma	m³	60.830,40	0,00	-60.830,40	32.886	2.000.468.377	0	-2.000.468.377
3	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO								
3.1	Sub Base Granular CBR 80	m³	73.557,40	73.557,40	0,00	100.887	7.420.985.414	7.420.985.414	0
3.2	Base granular estabilizada CBR 100	m³	61.203,80	61.203,80	0,00	173.722	10.632.446.544	10.632.446.544	0
3.3	Imprimación asfáltica	lts	469.869,66	469.869,66	0,00	8.174	3.840.714.601	3.840.714.601	0
3.4	Riego de liga	lts	216.862,92	216.862,92	0,00	7.591	1.646.206.426	1.646.206.426	0
3.5.1	Carpeta de concreto asfáltico	m³	13.218,60	13.218,60	0,00	1.318.712	17.431.526.443	17.431.526.443	0
3.5.2	Capa intermedia de concreto asfaltico	m³	14.687,80	14.687,80	0,00	1.292.190	18.979.428.282	18.979.428.282	0
3.5.3	Carpeta de Concreto Asfaltico para banquina	m³	7.368,60	7.368,60	0,00	1.292.190	9.521.631.234	9.521.631.234	0
C	ITEMS CMN°1								
10.1	Subrasante Mejorada CBR≥15% - e= 0,20 m	m3	0,00	84.486,66	84.486,66	68.268	0	5.767.735.305	5.767.735.305
	TOTAL						**72.118.537.318**	**75.240.674.249**	**3.122.136.931**

AUMENTO	**3.122.136.931**
% (OBRAS)	**3,188%**
% (OBRAS + SUMA PROVISIONAL)	**2,999%**

Ing. Óscar Figueredo G.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Ing. Mariela Fallue
Supervisora de Obras
MOPC

CONSORCIO NUEVA GENERACIÓN (CONSTRUCTORA ASUNCIÓN S.A. - SOTEC S.A.)

LLAMADO MOPC Nº 92/2021 "LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL PARA LA CONTRATACION DE FIRMAS CONSTRUCTORAS PARA LA PAVIMENTACION ASFALTICA DEL TRAMO CRUCE KIMEX - KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ (VII DEPARTAMENTO DE ITAPÚA) AD REFERENDUM A LA APROBACION DEL PGN 2022"

PLANILLA DE ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS POR RUBRO

FECHA:	Item:	Subrasante Mejorada CBR≥15% - e= 0,20 m	UNIDAD:
	OBRA:	LOTE 2: KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LÓPEZ PROGRESIVA 27+580 A PROGRESIVA 57+400 LONGITUD 29,82 KM	m3

A) EQUIPO	Modelo de Equipo	Horas de c/ Equipo	COSTO HORARIO Gs.	COSTO TOTAL HORARIO Gs.
Excavadora Hidráulica		1,00	400.000	400.000
Motoniveladora		1,00	345.455	345.455
Tractor Agricola c/ Rastra		1,00	190.000	190.000
Compactador Pata de Cabra		1,00	200.000	200.000
Camión Regador de Agua		1,000	50.000	50.000
Pala Cargadora		1,000	272.727	272.727
			(A) TOTAL Gs.	1.458.182

B) Mano de Obra	Cantidad Personal	Horas de c/ Personal	COSTO HORARIO GS.	COSTO TOTAL HORARIO GS.
Capataz	1,00	1,00	14.850	14.850
Ayudante	1,00	1,00	8.850	8.850
Topografo	1,00	1,00	15.000	15.000
-			-	-
-			-	-
-			-	-
			(B) TOTAL Gs.	38.700
(C) PRODUCCION DEL EQUIPO	60,00	m3/h	COSTO HORARIO (A + B)	1.496.882
(D) COSTO UNITARIO DE LA EJECUCION (A + B) / C = D				24.948

E) MATERIALES	UNIDAD	CONSUMO	COSTO UNITARIO Gs.	COSTO TOTAL UNITARIO Gs.
				-
Material de Préstamo para la Subrasante	m3	1,390	5.990	8.326
				-
-	-			-
-	-		-	-
-	-		-	-
-	-		-	-
			TOTAL E Gs.	8.326

F) TRANSPORTE	D.M.T. Km	CONSUMO	COSTO UNITARIO Gs.	COSTO TOTAL UNITARIO Gs.
				-
Material de Préstamo para la Subrasante	16,50	1,390	921	21.123
				-
-	-		-	-
-	-		-	-
			TOTAL F Gs.	21.123

Costo Directo Total : [D+E+F]		54.397
Gastos Generales [% s/ (CDT)] (GG)	7,00 %	3.808
Beneficios e Impuestos [% S/ (CDT)] (Bei)	7,09 %	3.857
Costo Unitario [CDT+GG+BEI] (CU)		62.062
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (I.V.A.)	10,00 %	6.206
COSTO UNITARIO ADOPTADO [CU+IVA]		68.268

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Ing. Óscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Mariana Kallus
Supervisora de Obras
MOPC

ITEM 10.1: SUBRASANTE MEJORADA CBR≥15% - e= 0,20 m

1. Generalidades

Este trabajo consistirá en la construcción de una capa de mejoramiento de subrasante con CBR≥ 15%, en el coronamiento del terraplén, como base para el paquete estructural del pavimento, en los espesores y dimensiones indicadas en los Planos, y de acuerdo a estas Especificaciones u Órdenes de la Fiscalización.

2. Preservación del medio ambiente

A los efectos de disminuir el impacto ambiental producido como consecuencia de la ejecución de este Ítem, el Contratista deberá tener en cuenta lo establecido en las Especificaciones Técnicas Ambientales Generales (ETAGs), además, los siguientes puntos:

a) Después de concluida y aceptada la compactación de cualquier tramo de la sub rasante, se perfilará su superficie, hasta obtener las medidas y elevaciones indicadas en los Planos y/u Órdenes de Servicio, dentro de las tolerancias más adelante indicadas.

b) Los equipos utilizados en la ejecución de estos trabajos, deberán ser tales que la operación de los mismos no cause efectos negativos en el equilibrio ambiental.

c) Además de lo antes especificado, el Contratista deberá compatibilizar las acciones para preservar el medio ambiente con todo lo indicado en los puntos Materiales, Equipos y Requisitos para la Construcción de estas Especificaciones.

3. Materiales

Todos los materiales que cumplan los requisitos especificados en esta Sección, podrán ser empleados como materiales para la construcción de subrasante, con las siguientes restricciones:

a) De ningún modo se aceptará en los suelos la colocación de material que contenga fango, tierra turbosa, desperdicios, raíces, césped y otros materiales orgánicos.

b) No se colocará en la sub rasante material excavado de las secciones del camino que, a juicio de la Fiscalización, sean inadecuados por su calidad o tamaño, incluyendo rocas y peñascos.

c) No se admitirá suelos con expansión mayor a 1%, ni trozos de rocas mayores a 0,05 m en su mayor dimensión. El pasante del tamiz Nro. 200 será como mínimo de 20% y tendrá un límite líquido máximo de 60% y un índice de plasticidad con un máximo de 25%.

d) En todos los casos, el material a ser usado deberá tener un CBR mínimo de 15%. Así mismo se admite la incorporación de ripio o roca en descomposición de manera a aumentar el CBR del material, el cual deberá tener un pasante tamiz 2" de 90%.

Ing. Oscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Mariano Ruiz
Supervisor de Obras
MOPC

CONSORCIO NUEVA GENERACIÓN
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

4. Equipos

Son indicados los siguientes tipos de equipamiento para la ejecución del ítem:

- Motoniveladora
- Camión Regador de agua
- Vibro compactadores tipo liso-vibratorio y neumático
- Tractor con rastra
- Camión volquete

Además de esos, podrán ser usados otros equipamientos aceptados por la Fiscalización.

5. Ejecución

Comprende las operaciones de dispersión, mezcla y pulverización, humidificación o secado, compactación y acabado de los materiales importados, realizadas en la pista, debidamente preparada en el ancho deseado, en las cantidades que permitan, tras la compactación, alcanzar la espesura proyectada.

El grado de compactación deberá ser, como mínimo, 98%, con relación a la masa específica aparente, seca, máxima, obtenida en el ensayo AASHTO T-180, y el tenor de humedad deberá ser la humedad óptima del ensayo citado ± 2%.

- Preparación del Material:

El material para emplearse deberá ser verificado por la Fiscalización antes de retirarlo del yacimiento, el cual deberá cumplir las siguientes condiciones del ítem 3. Materiales.,

Cada 400 metros cúbicos por lo menos, de material acopiado, se tomará muestras para ensayos de granulometría.

- Tramo de Prueba:

Se ejecutará un tramo de prueba antes de iniciar la construcción del presente ítem para definir y/o ajustar los parámetros de espesores, número de pasadas de los equipos de compactación, grado de humectación y compactación, granulometría.

La longitud mínima de la pista de prueba será de 200 (doscientos) metros y el ancho equivalente a la plataforma. Los parámetros obtenidos en dicha pista de prueba se tomarán como valores de referencia, y serán utilizados y respetados por la Contratista y la Fiscalización durante la ejecución del presente ítem.

Ing. Óscar Tienereda A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

La compactación debe ser orientada de manera a obtener una superficie llana y un grado de compactación, espesor y acabado que satisfagan las exigencias de esta especificación.

- Colocación, mezclado y extendido de la capa de subrasante mejorada:

Concluido el tramo de prueba, antes de proceder a depositar y distribuir el material para la construcción de la subrasante, la Fiscalización verificara:

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACIÓN
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Ing. Mariana Halliar
Supervisora de Obras
MOPC

a) La preparación de la base de apoyo, aprobándola por escrito.
b) Que los trabajos complementarios del terraplén y obras de desagüe trasversal hayan sido terminados, de acuerdo con los Planos y Especificaciones.
c) Que el material contenga la humedad adecuada. En ningún caso se autorizará la iniciación de este trabajo cuando el contenido de humedad exceda del 3% (tres por ciento) del optimo indicado en el Ensayo de Humedad – Densidad.
Posteriormente, se colocará el material disponiéndose en caballetes de sección uniforme, en las cantidades necesarias para que una vez compactado, los espesores no excedan los 0,15 metros, y se logre los anchos indicados en los planos.
El material será trabajado con motoniveladoras y rastras, a fin de lograr su homogeneidad tanto en humedad como en granulometría, e inmediatamente extendido de forma a obtener u espesor suelto uniforme en todo el ancho indicado en los Planos, que permita obtener el espesor compactado especificado.
El contenido de humedad antes de comenzar la compactación no deberá diferir en más o en menos 2% (dos por ciento) respecto al "optimo" especificado según el ensayo Humedad – Densidad.
Si fuese necesario agregar agua, se efectuará empleando equipos que lo distribuyan con uniformidad, y la cantidad se tomará en base al ensayo especificado, la aplicación de agua comenzará con riegos parciales, y cada aplicación será seguida por el paso de rastras de disco evitando la concentración de agua en la superficie.

- Perfilado y Compactación

La compactación comenzará en los bordes, prosiguiendo paulatinamente hacia el centro, con la utilización de rodillos vibratorios y neumáticos múltiples en pesos no menores a 12 TN, u otro equipo que pueda obtenerse la densidad especificada.
Los perfilados se realizarán con motoniveladoras y tendrán la finalidad de retirar material suelto y efectuar las correcciones al perfil trasversal compactado, que sean necesarias para obtener el perfil indicado en los planos.
Durante las operaciones de compactación se compensarán las pérdidas de humedad, si las hubiere, mediante oportunos riegos con agua.
De no efectuarse en forma continuada las operaciones constructivas de tramos sucesivos, el Contratista deberá cortar en forma vertical el borde del tramo terminado antes de iniciar el tramo siguiente.

Ing. Óscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

6. Control

Control Tecnológico

Serán realizados los siguientes ensayos:

- Determinaciones de masa específica aparente, "in situ", con espaciamiento máximo de 100 m de pista, en los puntos donde fueron colectadas las muestras para los ensayos de compactación;
- Una determinación del tenor de humedad, cada 100 m, inmediatamente anterior a la compactación, alternando centro y bordes o como fuere ordenado por la Fiscalización.
- Ensayos de caracterización de (límite de liquidez, límite de plasticidad y granulometría, respectivamente según los métodos AASHTO T-89, AASHTO

Ing. Mariano Fallus
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Diaz Benza

T-90 y AASHTO T-27 y T-11), con espaciamiento máximo de 150 m de pista y, como mínimo, dos grupos de ensayos al día, el ensayo se hará en el espesor de la capa, alternando los hoyos de prueba en el centro y bordes de la plataforma, o a las distancias y lugares donde la Fiscalización crea más conveniente;

- Un ensayo del índice de soporte California, con la energía de compactación del método AASHTO T-193, con espaciamiento máximo de 300 m de pista.
- Un ensayo de compactación, según el método AASHTO T-180, para determinación de la masa específica aparente, seca, máximo de 100 m de pista, con muestras colectadas en puntos obedeciendo siempre el orden: borde derecho, eje, borde izquierdo, eje, borde derecho, etc., a 60 cm del borde. La densidad de la capa no será inferior al 98% de la densidad máxima lograda con el ensayo AASHTO T-180.
- A medida que se verifique la homogeneidad de la capa de la sub-rasante mejorada, el intervalo de pruebas podrá ampliarse, a indicación de la fiscalización, hasta un máximo de 250 metros.

Control Geométrico

Tras la ejecución de la subrasante, se procederá a la relocalización y nivelación del eje y de los bordes, permitiéndose las siguientes tolerancias:

- Cada 50 metros se realizarán mediciones para controlar el ancho resultante, admitiendo tolerancia con respecto al ancho de plano hasta 10 cm en más, en cuanto al ancho de la plataforma; hasta el 20%, en exceso, para la flecha de pendiente, sin la tolerancia de falta.
- En la verificación del desarrollo longitudinal de la superficie no serán toleradas flechas mayores que 1,5 cm, cuando determinadas por reglas de 3,00 m.
- No será tolerado ningún valor individual de espesor que no esté incluido en el intervalo de + - 1 cm, respecto al espesor del proyecto. A medida que la subrasante con material de la mezcla continúe sin variación en el espesor, más allá de la tolerancia permitida, el intervalo entre pruebas podrá ampliarse, a indicación de la Fiscalización, hasta un máximo de 250 metros, con pruebas ocasionales a intervalos más cortos. Cuando una medición señale una variación mayor que la permitida respecto al espesor indicado en los planos, se harán mediciones adicionales a intervalos de 10 metros, hasta que las mediciones indiquen que el espesor está dentro de la tolerancia permitida según las especificaciones y espesores de los planos.
- En caso de que se acepte, de acuerdo con las tolerancias establecidas, una capa de base con espesor medio inferior a la de proyecto, el revestimiento será aumentado de un espesor estructuralmente equivalente a la diferencia encontrada.
- Si es aceptada la capa de base, según las tolerancias, con espesor medio superior a la de proyecto, la diferencia no será deducida del espesor del revestimiento.
- Inmediatamente después de la compactación final de subrasante con material de la mezcla, se efectuará el control de cotas cada 20 metros según se especifique y determinándose un espesor promedio teniendo en cuenta las cotas de proyecto.

Ing. Oscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Mariana Radins
Supervisora de Obras
MOPC

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

7. Medición

La unidad de medida del trabajo abarcado en esta sección será el **metro cúbico (m3)** de material aceptablemente colocado y compactado, resultante del producto de la longitud del trecho aprobado, medido en el eje del proyecto, por la sección geométrica indicada en los planos.

8. Forma de pago

Las cantidades determinadas conforme al método de medición indicado serán pagadas al precio unitario contractual correspondiente al Ítem **"SUBRASANTE MEJORADA CBR≥15% - e= 0,20 m"**. Dicho precio y pago serán la compensación total por el trabajo descrito en estas Especificaciones, incluyendo las operaciones de limpieza y desecho de ocurrencia de materiales, excavación, transporte, compactación y acabado.

Ing. Mariana Fallas
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Ing. Óscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

CONSORCIO
NUEVA
GENERACION

"Llamado MOPC Nº92/2021 LPI para la contratación de firmas constructoras para el mejoramiento y rehabilitación del tramo Empalme Corredor de exportación (Kimex R6 - Frutika - Carlos Antonio López)"

LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López

De prog. 27+580 a Prog. 57+400

Contrato S.G. Ministro Nº241/2022

Revisión del Diseño Estructural de Pavimentos
Revisión 07

Julio 2.024

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Luis Alberto de Herrera 1424 casi Pa'i Pérez
Asunción - Paraguay

Consorcio Nueva Generación

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

Diseño Estructural de Pavimentos - Contenido

1. GENERALIDADES 3

1.1. ANTECEDENTES 4

1.1.1 Verificación de la Proyección del tránsito de diseño y periodo de vida útil *4*
1.1.2 Verificación de Ejes equivalentes de Diseño ESAL's *8*
1.1.3 Normativa de Diseño utilizada para la verificación *9*
1.1.4 Caracterización de materiales disponibles en la traza *10*
1.1.5 Determinación del Módulo efectivo de la Sub Rasante *24*

2. PROPUESTA DE PAVIMENTO PARA LA TRAZA PRINCIPAL 27

2.1. PARA LA TRAZA PRINCIPAL 28

2.1.1 Propuesta Pavimento flexible, Base granular CBR≥100%, Sub Base granular CBR≥80%, y Capa de mejoramiento de Subrasante con Suelo Agregado (e=20cm) con CBR≥15%. 28

3. CONCLUSIONES 39

3.1. CONSIDERACIONES FINALES DE REVISIÓN 40

ANEXO A - Informe de ensayos geotécnicos.

Ing. Mariana Rallus
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORSIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

1. Generalidades

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

1.1. Antecedentes

El presente informe de Revisión tiene como objetivo revisar las consideraciones del proyecto licitado, que han formado parte del proceso Licitatorio ID 402400, LPI MOPC Nº 92/2021 " LPI para la contratación de firmas constructoras para el mejoramiento y rehabilitación del tramo Empalme Corredor de exportación (Kimex R6 - Frutika - Carlos Antonio López)" específicas para el desarrollo de la infraestructura vial para el Diseño Final de Ingeniería, **LOTE 2 - TRAMO: RUTA PY06 - KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ (de Prog. 27+580 a Prog. 57+400 Longitud = 29,82Km)**, desarrollada por la empresa contratista **CONSORCIO NUEVA GENERACION** adjudicada para las obras viales, que desarrolla la presente elaboración de la Revisión del Diseño de Ingeniería en el marco del contrato **S.G. MINISTRO Nº 241/2022** de fecha 28 de Junio de 2022.

Dentro del desarrollo del presente informe se atienden los principales puntos de partida en base a los resultados de algunos estudios preliminares, información recabada que guardan relación a la caracterización de los materiales disponibles en la traza, adaptándolos a las condiciones de diseño establecidas.

La línea de revisión del diseño buscará priorizar la utilización efectiva de ciertos materiales disponibles en la zona de influencia del proyecto, con tendencias enmarcadas a las metodologías y técnicas constructivas aplicables en el mercado nacional, sin desmerecer ciertas innovaciones, que puedan redundar en mejoras sustanciales en los costos de construcción a fin de obtener alternativas constructivas, convenientes, económicas y principalmente que brinden sustento técnico, para garantizar su durabilidad en el tiempo, respetando las condiciones y lineamientos de las guías de diseño aplicables para el tipo de pavimento que se pretende revisar.

Forma parte de los documentos integrantes de la presente revisión, aquellos documentos publicados en el Portal de Contrataciones Públicas de la DNCP LICITACION LPI MOPC Nº 92/2021 ID Nº 402400, cuyas informaciones y consideraciones de diseño fueron utilizadas para evaluar el sistema multicapas del diseño ejecutivo en el documento denominado "*MEMORIAS DE ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA PARA PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL TRAMO RUTA PY06 -KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ, DEPARTAMENTO DE ITAPÚA*" elaborado por la consultora DG INGENIERIA SRL en Mayo / 2021, en una cooperación técnica con el Banco Interamericano de desarrollo - BID.

1.1.1 Verificación de la Proyección del tránsito de diseño y periodo de vida útil

Se rescatan los aspectos considerados en los documentos integrantes de la Licitación, donde se ha recabado la información utilizada que arroja expectativas para el **LOTE 2 - TRAMO: RUTA**

Ing. Mariana Rallus
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Óscar Arcoreda R.

Consorcio Nueva Generación del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benzo

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

PY06 - KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ (de Prog. 27+580 a Prog. 57+400 Longitud = 29,82Km), valorados para 10 años de servicio, que se resumen en la siguiente tabla:

TMDA AÑO1 CRUCE KIMEX - FRUTIKA

LIVIANOS = 469.147 Veh/día

OMNIBUS = 3.756 Veh/día

CAMIONES = 220.778 Veh/día

TOTALES TMDA AÑO 1 = 693.681 Veh/día

TRAMO: Cruce Kimex - Frutika

Calculo de Ejes Equivalentes Acumulados a 10 años

Año	TMDA NORMAL			TMDA DERIVADO			Días Año	TMDA Acumulado		
	Liv.	Bus	Camiones	Liv.	Bus	Camiones		Livianos	Buses	Camiones
2024	1.142	10	287	143	-	318	365	469.147	3.756	220.778
2025	1.208	11	298	151	-	331	365	494.129	3.876	229.609
2026	1.267	11	310	159	-	344	365	520.442	4.000	238.793
2027	1.334	11	322	167	-	358	365	548.155	4.128	248.345
2028	1.405	12	335	176	-	372	365	577.345	4.261	258.279
2029	1.480	12	349	186	-	387	365	608.088	4.397	268.610
2030	1.559	12	363	196	-	403	365	640.469	4.538	279.355
2031	1.642	13	377	206	-	419	365	674.574	4.684	290.529
2032	1.730	13	392	217	-	436	365	710.495	4.834	302.150
2033	1.822	14	408	228	-	453	365	748.325	4.989	314.236
Total TMDA acumulado a 10 años								5.991.174	43.463	2.650.684

Fuente: MEMORIAS DE ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA PARA PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL TRAMO RUTA PY06 -KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ, DEPARTAMENTO DE ITAPÚA" elaborado por la consultora DG INGENIERIA SRL en Mayo / 2021, página 106.-

TRÁNSITO ACUMULADO EN 10 AÑOS

(A=5.991.174) + (O=43.463) + (C=2.650.684) =

8.685.321 (En ambas direcciones)

Estas informaciones fueron obtenidas de la fuente de consulta del Informe de diseño ejecutivo en el documento denominado "*MEMORIAS DE ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA PARA PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL TRAMO RUTA PY06 -KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ, DEPARTAMENTO DE ITAPÚA*" elaborado por la consultora DG INGENIERIA SRL en Mayo / 2021, integrantes del proceso de licitación.

NOTA: **<u>No se ha evidenciado informaciones de conteos o aforos que sustenten las predicciones de tránsito</u>** consideradas por el revisor, tampoco para el caso de las tasas de crecimiento consideradas para las configuraciones de vehículos que fueron incluidas en las predicciones consideradas.

Las predicciones de tránsito normal y el derivado, han sido considerados con estimaciones de valores acumulados de TMDA en un período de 10 años en el orden de 8.685.321 Vehículos en total en ambas direcciones.

Se destaca que, en el desarrollo de la revisión del proyecto, se ha planteado la determinación de los valores de factor de daño a partir de determinación de valores particulares de factor

Ing. Mariano Molinas
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Civil Ignacio A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Gerente Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACIÓN
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

camión, asignando valores promedio definidos a partir de cada configuración que fue clasificada.

Para el caso de las configuraciones consideradas, se han obtenido los siguientes factores vehículo promedio, que se mencionan a continuación conforme se han indicado en la memoria de ingeniería.

- Para configuraciones de automóviles: Fc=0,002
- Para configuraciones de Buses: Fc=0,80
- Para configuraciones de Camiones pesados: Fc= 3,67

TRAMO: Cruce Kimex - Frutika										
Calculo de Ejes Equivalentes Acumulados a 10 años										
Año	TMDA NORMAL			TMDA DERIVADO			Días Año	TMDA Acumulado		
	Liv.	Bus	Camiones	Liv.	Bus	Camiones		Livianos	Buses	Camiones
2024	1.142	10	287	143	-	318	365	469.147	3.756	220.778
2025	1.203	11	298	151	-	331	365	494.129	3.876	229.609
2026	1.267	11	310	159	-	344	365	520.442	4.000	238.793
2027	1.334	11	322	167	-	358	365	548.155	4.128	248.345
2028	1.405	12	335	176	-	372	365	577.345	4.261	258.279
2029	1.480	12	349	186	-	387	365	608.088	4.397	268.610
2030	1.559	12	363	196	-	403	365	640.469	4.538	279.355
2031	1.642	13	377	206	-	419	365	674.574	4.684	290.529
2032	1.730	13	392	217	-	436	365	710.495	4.834	302.150
2033	1.822	14	408	228	-	453	365	748.329	4.989	314.236
	Total TMDA acumulado a 10 años							5.991.174	43.463	2.650.684
	Factor Vehiculo							0,002	0,8	3,67

Fuente: MEMORIAS DE ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA PARA PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL TRAMO RUTA PY06 -KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ, DEPARTAMENTO DE ITAPÚA" elaborado por la consultora DG INGENIERIA SRL en Mayo / 2021, página 106.-

Para el **caso particular de la configuración de camiones pesados**, el valor utilizado de factor vehículo fue determinado a partir de la siguiente tabla de cálculo para obtener el valor promedio del factor de daño, partiendo de la estimación por día de camiones en promedio.

TRAMO: Cruce Kimex - Frutika						
Tipo de vehículos	Codigo MOPC	Tipo Ejes	Cant.	Cant. x 0.6	FEE	E.E.
Camiones cargados	20	11	111	67	4,19	280,47
Camiones cargados	31	12	41	25	3,31	82,74
Camiones cargados	40	11 11	2	1	10,11	9,25
Camiones cargados	51	11 12	58	35	9,22	322,64
Camiones cargados	41	112	15	9	6,26	55,67
Camiones cargados	57	113	378	227	6,08	1.377,97
Camiones cargados	66	123	0		5,19	-
						-
Camiones vacios	20	11	111	45	0,37	16,46
Camiones vacios	31	12	41	18	0,38	6,78
Camiones vacios	40	11 11	2	1	0,39	0,24
Camiones vacios	51	11 12	58	23	0,40	9,34
Camiones vacios	41	112	15	6	0,39	2,28
Camiones vacios	57	113	378	151	0,39	58,71
Camiones vacios	66	123	0		0,39	-
TOTAL			605	605		2.220,36
Factor Camión						3,67

Componente de valores promedio por tipo de configuración de camiones pesados, **con un distribución del 60% a carga reglamentaria** dentro del espectro de cargas esperado.

Componente de valores promedio por tipo de configuración de camiones pesados, **con un distribución del 40% a carga vacía (sin carga)** dentro del espectro de cargas esperado.

Ing. Oscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Mariuna Rallus
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta
Ingeniero Civil

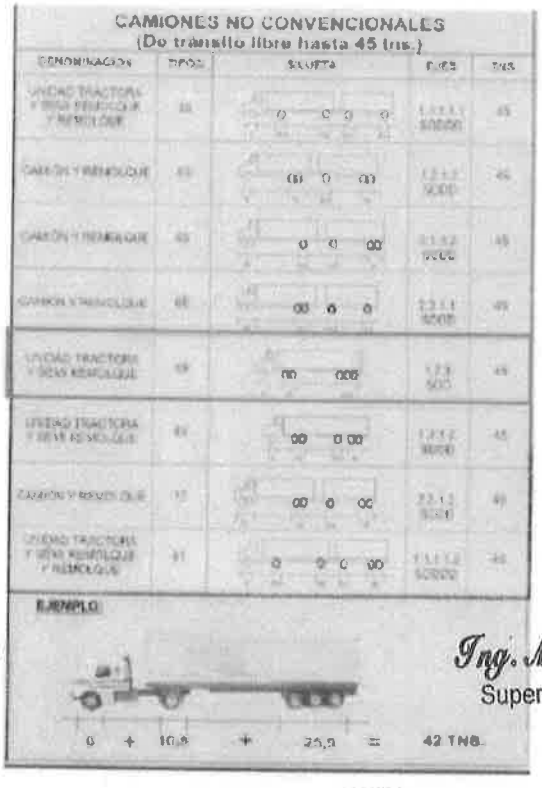
CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

Como se aprecia en la planilla utilizada en el desarrollo de la memoria de ingeniería, para la determinación del pronóstico del tránsito de camiones pesados fue particularizada la condición para un espectro de cargas de 60% cargados y 40% vacíos, destacando que no se han encontrado respaldos que justifiquen la decisión de valorar la cantidad del volumen de tránsito indicado, **así como el factor de daño utilizado (FC=3,67)** que las potenciales configuraciones de camiones pesados representen dentro del espectro de cargas en estudio.

Como se ha indicado en los documentos del proceso licitatorio se adoptó un valor de **Fc=3,67 promedio para todos los camiones pesados** que circulen por la traza principal del Lote 1, **valor que sensiblemente puede ser motivo de variaciones**, en función al espectro de cargas que puede ser una variable dependiendo del tipo de configuraciones que solicitará el tramo.

Otro aspecto resaltante del espectro de cargas esperado para las estimaciones de factor de daño, omite los camiones pesados de mayor porte, especialmente configuraciones de tracto camiones con carretas graneleras con valores superiores de factor camión o factor de daño, ante escenarios de **carga reglamentaria al límite permitido que están en el orden de Fc=5,19**, para los camiones de configuración Tipo 1-2-3 SDD (Código TIPO 69 - Camiones No convencionales de transito libre hasta PBT 45Ton).



Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Mariana Kallus
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Oscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benzo

No se han encontrado respaldos o estudios de censo de cargas que valoren las condiciones de que existe un porcentaje del espectro de cargas que circule con la condición de vacío, por lo que esta situación particulariza la condición de **cálculo del factor vehículo promedio introduciendo expectativas temerarias,** para la determinación del factor de daño de la configuración de camiones pesados.

Tal vez fue omitida, la posibilidad de circulación en períodos de zafra con potenciales destinos como los puertos sobre el río Paraná, atendiendo la conexión del tramo con el Corredor de Exportación recientemente construido, buscando como destino final las cargas que transportarán este tipo de carretas graneleras.

Este hecho podría alterar considerablemente el valor del factor vehículo promedio, pero a fines de mantener los mismos criterios de diseño, así como el efecto de solicitaciones introducidas por el proyecto original, se mantendrán las mismas consideraciones de tránsito y su efecto de daño expresadas en ejes equivalentes de diseño (ESAL's) a los establecidos en la memoria técnica que se adjunta a los documentos del proceso licitatorio.

NOTA: Las valoraciones o predicciones de tránsito proyectado establecidas como datos de entrada del proyecto original, deberían ser motivo de un estudio más acabado y específico apoyados en la especialidad de la Ingeniería de tránsito en otras etapas una vez que la vía preste servicio, para establecer un patrón de comportamiento de las cargas efectivas durante los primeros años de vida útil una vez recibida la obra por el MOPC, con énfasis a tomar aforos y predicciones a partir de lo que a buen juicio de criterios pueda ser conciliado.

1.1.2 Verificación de Ejes equivalentes de Diseño ESAL's

A partir de lo mencionado en el apartado anterior, y con el espíritu de **no alterar las condiciones originalmente diseñadas por el revisor**, se adoptarán las mismas consideraciones de factor promedio de daño a partir del escenario donde se representan los espectros de cargas **considerando las condiciones de proyecto licitado con el 60% de los camiones cargados y un 40% con camiones a carga vacía (Condición particular introducida por el proyectista).**

A partir de esta determinación se presentan los valorares de los ejes equivalentes de diseño con los parámetros indicados sin modificar los otros parámetros que se asumen son representativos a las condiciones del entorno de diseño, conforme se aprecia en la siguiente tabla rescatada del numeral 4.1.2.3.2 Calculo de ejes equivalentes con las expectativas de 4.888.445 ESAL's para la primera etapa de construcción a 10 años:

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Mariano
Supervisor
MOPC

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Ing. Óscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

4.1.2.3.2 Cálculo de Ejes Equivalentes

TRAMO: Cruce Kimex - Frutika										
Calculo de Ejes Equivalentes Acumulados a 10 años										
Año	TMDA NORMAL			TMDA DERIVADO			Días Año	TMDA Acumulado		
	Liv.	Bus	Camiones	Liv.	Bus	Camiones		Livianos	Buses	Camiones
2024	1.142	10	287	143	-	318	365	469.147	3.756	220.778
2025	1.203	11	298	151	-	331	365	494.129	3.876	229.609
2026	1.267	11	310	159	-	344	365	520.442	4.000	238.793
2027	1.334	11	322	167	-	358	365	548.155	4.128	248.345
2028	1.405	12	335	176	-	372	365	577.345	4.261	258.279
2029	1.480	12	349	186	-	387	365	608.088	4.397	268.610
2030	1.559	12	363	196	-	403	365	640.469	4.538	279.355
2031	1.642	13	377	206	-	419	365	674.574	4.684	290.529
2032	1.730	13	392	217	-	436	365	710.495	4.834	302.150
2033	1.822	14	408	228	-	453	365	748.329	4.989	314.236
		Total TMDA acumulado a 10 años						5.991.174	43.463	2.650.684
		Factor Vehículo						0,002	0,8	3,67
		Totales E.E						11.982	34.771	9.730.137
		Factor de Dirección						0,50	0,50	0,50
		Factor de Pista						1,00	1,00	1,00
		Ejes Equivalentes acumulados						5.991	17.385	4.865.068
		Ejes Equivalentes de Diseño para 10 años								**4.888.445**

Fuente: MEMORIAS DE ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA PARA PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL TRAMO RUTA PY06 -KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ, DEPARTAMENTO DE ITAPÚA" elaborado por la consultora DG INGENIERIA SRL en Mayo / 2021, página 106.-

1.1.3 Normativa de Diseño utilizada para la verificación

El procedimiento de diseño elegido para esta verificación está basado en la **Guía de Diseño AASHTO 1993**, extraído de la fuente de consulta de la especialidad Manual de Carreteras del Paraguay Revisión 2019, del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones - Aprobado y vigente por Resolución MOPC Nº 1692/2019 - UNIDAD 3 DISEÑO DE CARRETERAS, Volumen 3.2 Diseño Estructural de Carreteras. Sección 3.2.2.3 Diseño de Pavimentos Flexibles.

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

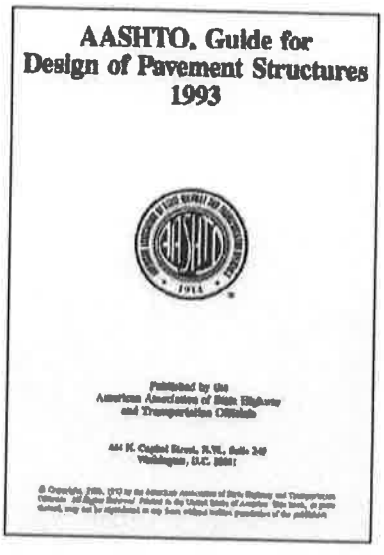
Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

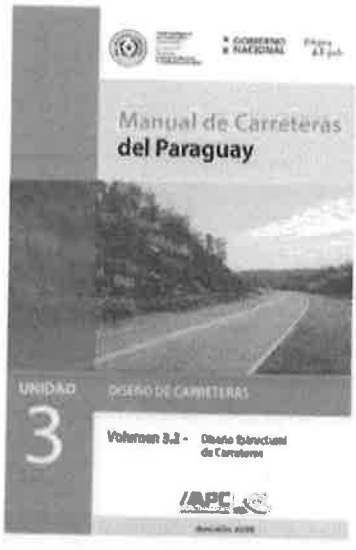
CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Ing. Mariano Rallus
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Óscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)





Este método tiene sus fundamentos en el esperado número acumulado de ejes equivalentes al eje simple de 18 kips (ESAL's) durante el periodo de análisis (W18). La Información obtenida de la **estimación del posible espectro de cargas que en este caso será verificada** en base a esta normativa.

1.1.4 Caracterización de materiales disponibles en la traza

Se ha evaluado mediante ensayos los materiales disponibles en la traza, con la expectativas de lograr establecer las características de los mismos, atendiendo que **el paquete propuesto estaría configurado sobre una plataforma a cotas de asiento de sub rasantes con materiales seleccionados que se establecen** en las especificaciones técnicas disponibles en el legajo del proceso licitatorio, **Ítem 2.4 Terraplén CBR≥7%**.

Al respecto las mismas especificaciones establecen que **son suelos aptos para terraplén** aquellos materiales con valor soporte de **CBR≥5% para el cuerpo del terraplén hasta la cota -30cm de la Sub Rasante.**

NOTA: **Esta condición introduce la necesidad de que sean consideradas capas de mejoramiento de sub rasante** para atender las recomendaciones del Manual de Carreteras del Paraguay, conforme lo establece la **Unidad 3 Diseño de Carreteras** Volumen 3.2 Diseño Estructura del Carreteras, Capítulo 3.2.2 Diseño de la Super Estructura o Pavimentos, página 481.

El módulo elástico de una capa no tratada no es independiente del módulo de la capa subyacente, de manera que no debe estructurarse colocando sucesivamente capas de módulos muy diferentes, como sería emplazar una subbase, de alto módulo elástico, sobre una subrasante de baja capacidad soporte.

Para los efectos prácticos, se recomienda que cuando los suelos que conforman la subrasante (tanto en terraplenes como en cortes) tengan un CBR ≤ 10% (aprox. MR ≤ 77 MPa), incluir una capa superior de mejoramiento de un espesor no inferior a 300 mm, de preferencia granular (según clasificación AASHTO) y CBR ≥ 15% o alternativamente colocar bajo la subbase una tela geotextil, según los criterios que se señalan en la Sección 3.2.1.4.

Ing. Maria Kallas
Supervisora de Obras
MOPC

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

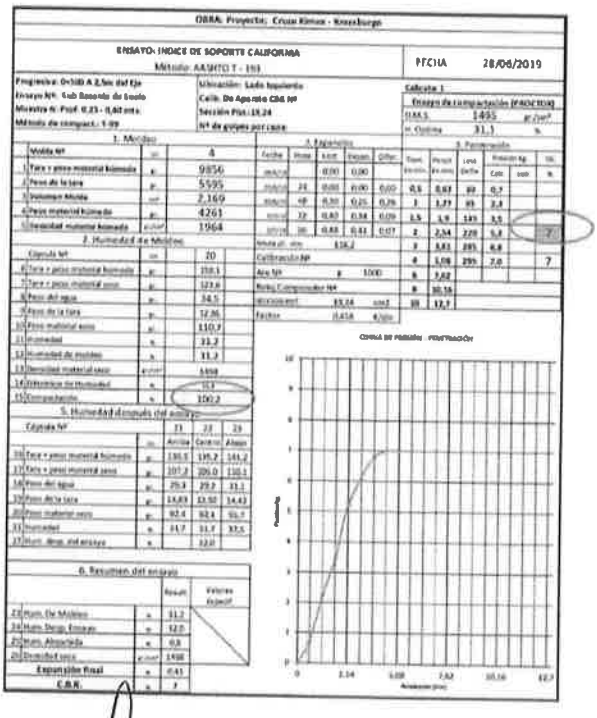
Fuente: Manual de Carreteras del Paraguay, Revisión 209, Unidad 3 Diseño de Carreteras Volumen 3.2 Diseño Estructura del Carreteras, Capítulo 3.2.2 Diseño de la Super Estructura o Pavimentos, página 481.-

Se ha revisado el contenido estudiado de los materiales representativos de la traza en los estudios geotécnicos que forman parte del legajo técnico del proceso licitatorio, donde se ha podido caracterizar materiales clasificados como A-7-6 tipo arcilloso de color rojizo, con elevado contenido de materiales finos (% pasante al tamiz Nro. 200) que por la experiencia **no condicen con los valores de CBR a partir de las valoraciones de grados de compactación exigidos del 98% de la densidad seca máxima obtenidas en el ensayo de compactación proctor normal**, como se indican en los apartados de las condiciones de recepción especificados para este tipo de material.

A continuación se mencionan los resultados de las campañas geotécnicas del proceso licitatorio donde se encontraron las siguientes informaciones:

- **CALICATAS EN LA CALZADA**

Calicata - 1 Prog.: 0+500 LI	
4 cm de Carpeta Asfáltica	Estado Regular
12/15 cm de Empedrado	Estado Regular
4 cm Colchón de Suelo Arcilla Rojo	
15 cm de Arcilla Rojo	**Dens In Situ=** 98% **Hum.de Pista=** +2% sobre la óptima **CBR=** 7% **Exp.=** 0.4 %
Suelo Arcilloso Rojo	**Dens In Situ=** 99% **Hum.de Pista=** +2% sobre la óptima **CBR=** 7% **Exp.=** 0.4 %


OBRA: Proyecto: Cruce Kimex - Kressburgo

ENSAYO: INDICE DE SOPORTE CALIFORNIA
Método: AASHTO T - 193

FECHA 28/06/2019

Progresiva: 0+500 A 2,5m del Eje
Ensayo N°: Sub Rasante de Suelo
Muestra N: Prof. 0,25 - 0,60 mts.
Método de compact.: T-99

Alineación: Lado Izquierdo
Calle: De Apoyo CBR N°
Sección Pist.: 19,24
N° de golpes por capa:

Calicata 1
Ensayo de compactación (PROCTOR)
DMS 1495 kg/m³
H. Óptima 31,1 %

1. Moldes

Molde N°			4
1	Tara y peso material húmedo	g.	9856
2	Peso de la tara	g.	5595
3	Volumen Molde	cm³	2.169
4	Peso material húmedo	g.	4261
5	Densidad material húmedo	g/cm³	1964

2. Humedad de Moldes

Cápsula N°			20
6	Tara + peso material húmedo	g.	158,1
7	Tara + peso material seco	g.	123,6
8	Peso del agua	g.	34,5
9	Peso de la tara	g.	12,86
10	Peso material seco	g.	110,7
11	Humedad	%	31,2
12	Humedad de moldes	%	31,2
13	Densidad material seco	g/cm³	1498
14	Promedio de Humedad	%	31,1
15	Compactación	%	100,2

5. Humedad después del ensayo

Cápsula N°		21	22	23
		Arriba	Centro	Abajo
16	Tara + peso material húmedo	g.	135,5	135,2	141,2
17	Tara + peso material seco	g.	107,2	106,0	110,1
18	Peso del agua	g.	28,3	29,2	31,1
19	Peso de la tara	g.	14,83	13,50	14,43
20	Peso material seco	g.	92,4	92,5	95,7
21	Humedad	%	31,7	31,7	32,5
22	Hum. Prom. del ensayo	%		32,0	

6. Resultados del ensayo

			Valores Especif.
23	Hum. De Moldeo	%	31,2
24	Hum. Desp. Ensayo	%	32,0
25	Hum. Absorbida	%	0,8
26	Densidad seca	g/cm³	1498
	Expansión final	%	0,41
	C.B.R.	%	7

2. Expansión

Fecha	Hora	Lect.	Expan.	Porc.
		0,00	0,00	
	24	0,00	0,00	0,00
	48	0,20	0,25	0,26
	72	0,40	0,54	0,09
	96	0,48	0,61	0,07

Altura al inicio 116,2

Calibración N°
Área N° 1000
Anillo Compresómetro N°
Factor 0,454 kg/div

3. Penetración

Tiempo Minutos	Penetr. en mm	Carga Dial.	Presión kg Calc.	Corr.	%
0,5	0,63	69	0,7		
1	1,27	85	2,3		
1,5	1,9	145	3,5		
2	2,54	229	5,3		7
3	3,81	285	6,8		
4	5,08	295	7,0		7
6	7,62				
8	10,16				
10	12,7				

CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN

GRANULOMETRIA			
		Peso Gr.	%
TAMIZ	Total	300	
4		0	
		300,00	100,0
10		0,00	
	Pas.	300,00	100,0
40	Ret.	2,70	
	Pas.	297,30	99,1
200	Ret.	15,00	
	Pas.	282,30	94,1

	RESULTADOS	VALORES ESPECIF.
L.L.:	48,8	
L.P.:	32,3	
I.P.:	16,5	
I.G.:	20	
Clas.:	A - 7-6	

Ing. Mariana Rallux
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. C. Arboleda A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

Conforme se aprecia se ha valorado para la **CALICATA 1**, el valor del índice soporte california expresado en porcentaje de CBR conforme el método de ensayo AASHTO T193, identificando solamente expectativas de densidades en el orden de 100,2% con respecto a la densidad seca máxima obtenida en el ensayo de compactación Proctor T-99 (probablemente moldeado con 56 golpes x 3 capas) arrojando el resultado en el orden de CBR≥7% como lo indica.

Esto lleva aparejado una expectativa temeraria a la hora de valorar el módulo del material, ya que por las características que presenta se trataría de un A-7-6 con porcentaje de pasante tamiz Nro. 200 en el orden de 94,1%, valor que indica una elevada cantidad de finos, introduciendo valores con expectativas de módulos que no condicen con los valores especificados para el grado de compactación exigido en pista.

Lo correcto debería ser valorar el CBR dinámico para varias energías de compactación, en un rango de valores de densidad entre 90% a 100% (12 golpes, 25 golpes y 56 golpes por capa) y a partir de los resultados, gráficamente establecer mediante interpolación lineal las expectativas al grado de compactación que se pretende especificar para el uso de este tipo de suelo en cuerpos de terraplén (para suelos A-7-6 se debe especificar al 98% de la D.S.M. obtenida en el ensayo de compactación Proctor T-99), conforme lo establece la especificaciones técnicas del proyecto.

Calicata - 2 Prog.: 10+000 LD	
4 cm de Carpeta Asfáltica	Buenas Condiciones
12/15 cm de Empedrado	Se aprecia en buenas condiciones
4 cm Colchón de Suelo Arcilla Rojo	
15 cm de Arcilla Rojo	Dens In Situ= 100% Hum.de Pista= +2% sobre la óptima CBR= 6% Exp.= 0.3 %
Suelo Arcilloso Rojo	Dens In Situ= 101% Hum.de Pista= +2% sobre la óptima CBR= 7% Exp.= 0.3 %

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Ing. Mariana Rallus
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Oscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

ENSAYO: INDICE DE SOPORTE CALIFORNIA
Método: AASHTO T - 193

FECHA 28/06/2019

Progresiva: 10+000 A 2,5 del Eje
Ensayo Nº: Sub Rasante de Suelo
Muestra Nº: Prof. 0,15 - 0,40 mts
Método de compact.: T-99

Ubicación: Loño Ostorbo
Calib. De Aparato CBR Nº
Sección Piut.: 13,24
Nº de golpes por capa:

Calicata: 2
Ensayo de compactación (PROCTOR)
D.M.S. 1463 gr/cm³
H. Optima 30,7 %

1. Moldeo

Molde Nº		5
1 Tara + peso material húmedo	g	7401
2 Peso de la tara	g	3246
3 Volumen Molde	cm³	2.133
4 Peso material húmedo	g	4155
5 Densidad material húmedo	g/cm³	1948

2. Expansión

Fecha	Hora	Tiempo	Expan.	Deter.
		0,00	0,00	
	24	0,00	0,00	0,00
	48	0,15	0,13	0,14
	72	0,30	0,17	0,14
	96	0,45	0,31	0,14

Altura inic. 116,2
Calibración Nº
Anillo Nº K 1000
Reloj Comparador Nº
Sección mol. 19,24 cm2
Factor 0,436 Kg/div.

3. Penetración

Penetr. Pulgadas	Penetr. Milímetros	Lect. Dial	Presión Kg. Calc.	Presión Kg. corr.	CBR %
0,5	0,63	30	0,7		
1	1,27	85	2,0		
1,5	1,9	140	3,3		
2	2,54	180	4,3		6
3	3,81	240	5,7		
4	5,08	300	7,1		7
6	7,62				
8	10,16				
10	12,7				

2. Humedad de Moldeo

Cápsula Nº		15
6 Tara + peso material húmedo	g	149,0
7 Tara + peso material seco	g	137,5
8 Peso del agua	g	27,5
9 Peso de la tara	g	28,50
10 Peso material seco	g	89
11 Humedad	%	30,9
12 Humedad de moldeo	%	30,9
13 Densidad material seco	g/cm³	1488
14 Diferencia de Humedad	%	0,0
15 Compactación	%	100,3

5. Humedad después del ensayo

Cápsula Nº		1 Arriba	2 Centro	3 Abajo
16 Tara + peso material húmedo	g	126,1	125,0	141,0
17 Tara + peso material seco	g	101,0	101,4	113,0
18 Peso del agua	g	25,1	23,6	28
19 Peso de la tara	g	28,90	28,20	27,10
20 Peso material seco	g	72,1	73,2	85,9
21 Humedad	%	35,7	32,2	32,6
22 Hum. desp. del ensayo	%		33,0	

6. Resumen del ensayo

		Result.	Valores Especif.
23 Hum. De Moldeo	%	30,9	
24 Hum. Desp. Ensayo	%	33,0	
25 Hum. Absorbida	%	1,0	
26 Densidad seca	g/cm³	1488	
Expansión final	%	0,31	
C.B.R.	%	6	

CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN

GRANULOMETRIA			
		Peso Gr.	%
TAMIZ	Total	200	
4		0	
		200,00	100,0
10		0,50	
	Pas.	199,50	99,8
40	Ret.	3,30	
	Pas.	196,20	98,1
200	Ret.	3,60	
	Pas.	192,60	96,3

	RESULTADOS	VALORES ESPECIF.
L.L.:	53,1	
L.P.:	36,2	
I.P.:	16,9	
I.G.:	19	
Clas.:	A -7-6	

Conforme se aprecia se ha valorado para la **CALICATA 2**, el valor del índice soporte california expresado en porcentaje de CBR conforme el método de ensayo AASHTO T193, identificando solamente expectativas de densidades en el orden de 100,3% con respecto a la densidad seca máxima obtenida en el ensayo de compactación Proctor T-99 (probablemente moldeado con 56 golpes x 3 capas) arrojando el resultado en el orden de CBR≥6% como lo indica.

Esto **lleva aparejado una expectativa temeraria** a la hora de valorar el módulo del material, ya que por las características que presenta se trataría de un A-7-6 con porcentaje de pasante tamiz Nro. 200 en el orden de 96,3%, valor que indica una elevada cantidad de finos, introduciendo valores con expectativas de módulos que no condicen con los valores especificados para el grado de compactación exigido en pista.

Lo correcto debería ser valorar el CBR dinámico para varias energías de compactación, en un rango de valores de densidad entre 90% a 100% (12 golpes, 25 golpes y 56 golpes por capa) y a partir de los resultados, gráficamente establecer mediante interpolación lineal las expectativas al grado de compactación que se pretende especificar para el uso de este tipo de suelo en cuerpos de terraplén (para suelos A-7-6 se debe especificar al 98% de la D.S.M. obtenida en el ensayo de compactación Proctor T-99), conforme lo establece la especificaciones técnicas del proyecto.

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Mariano Rolón
Supervisor de Ob.
MOPC

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Ing. Oscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

Calicata - 3 Prog.: 18+000 LD

4 cm de Carpeta Asfáltica	Estado Regular
12/15 cm de Empedrado	Estado Buena
4 cm Colchón de Suelo Arcilla Rojo	
15 cm de Arcilla Rojo	**Dens In Situ=** 101% **Hum.de Pista=** +1% sobre la óptima **CBR=** 8% **Exp.=** 0.3 %
Suelo Arcilloso Rojo	**Dens In Situ=** 100% **Hum.de Pista=** +2% sobre la óptima **CBR=** 8% **Exp.=** 0.4 %

ENSAYO: INDICE DE SOPORTE CALIFORNIA
Método: AASHTO T - 193
FECHA 28/06/2019

GRANULOMETRIA		Peso Gr.	%
TAMIZ	Total	300	
4		0	
		300,00	100,0
10		1,00	
	Pas.	299,00	99,7
40	Ret.	3,00	
	Pas.	296,00	98,7
200	Ret.	10,00	
	Pas.	286,00	95,3

	RESULTADOS	VALORES ESPECIF.
L.L.:	49,8	
L.P.:	32,8	
I.P.:	17,0	
I.G.:	21	
Clas.:	A - 7-6	

Conforme se aprecia se ha valorado para la **CALICATA 3**, el valor del índice soporte california expresado en porcentaje de CBR conforme el método de ensayo AASHTO T193, identificando solamente expectativas de densidades en el orden de 100,2% con respecto a la densidad seca máxima obtenida en el ensayo de compactación Proctor T-99 (probablemente moldeado con 56 golpes x 3 capas) arrojando el resultado en el orden de CBR≥8% como lo indica.

Esto lleva aparejado una expectativa temeraria a la hora de valorar el módulo del material, ya que por las características que presenta se trataría de un A-7-6 con porcentaje de pasante tamiz Nro. 200 en el orden de 95,3%, valor que indica una elevada cantidad de finos, introduciendo valores con expectativas de módulos que no condicen con los valores especificados para el grado de compactación exigido en pista.

Lo correcto debería ser valorar el CBR dinámico para varias energías de compactación, en un rango de valores de densidad entre 90% a 100% (12 golpes, 25 golpes y 56 golpes por capa) y a partir de los resultados, gráficamente establecer mediante interpolación lineal las expectativas al grado de

Ing. Marlene Ralios
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Óscar Caballero A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

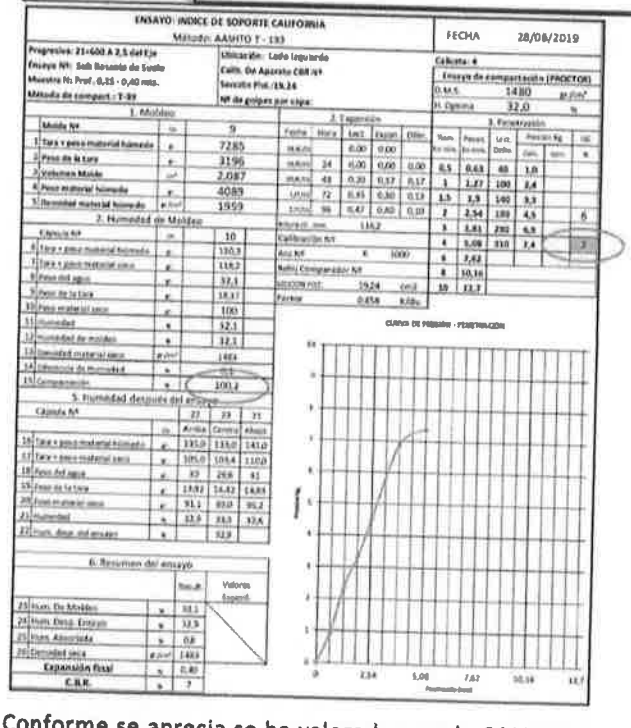
CONSORCIO NUEVA GENERACIÓN
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

compactación que se pretende especificar para el uso de este tipo de suelo en cuerpos de terraplén (para suelos A-7-6 se debe especificar al 98% de la D.S.M. obtenida en el ensayo de compactación Proctor T-99), conforme lo establece la especificaciones técnicas del proyecto.

Calicata - 4 Prog.: 21+600 LI

12/15 cm de Empedrado	En Buenas Condiciones
4 cm Colchón de Suelo Arcilla Rojo	
15 cm de Arcilla Rojo	**Dens In Situ**= 101% **Hum.de Pista**= +2% sobre la óptima **CBR**= 7% **Exp.**= 0.4 %
Suelo Arcilloso Rojo	**Dens In Situ**= 98% **Hum.de Pista**= +1% sobre la óptima **CBR**= 5% **Exp.**= 0.5 %


ENSAYO: INDICE DE SOPORTE CALIFORNIA
Método: AASHTO T - 193
FECHA 28/08/2019
Progresiva: 21+600 A 2,5 del Eje
Ensaya Nº: Sub Rasante de Suelo
Muestra Nº: Prof. 0,25 - 0,40 mts.
Método de compact.: T-99
Ubicación: Lado Izquierdo
Calif. De Apoyo CBR Nº
Sencillo Plat./19,24
Nº de golpes por capa:
Calicata: 4
Ensayo de compactación (PROCTOR)
D.M.S. 1480 gr/cm³
H. Óptima 32,0 %

1. Moldeo

Molde Nº		9
1 Tara + peso material húmedo	g	7285
2 Peso de la tara	g	3196
3 Volumen Molde	cm³	2.087
4 Peso material húmedo	g	4089
5 Densidad material húmedo	g/cm³	1959

2. Tapamiento

Fecha	Hora	Lect.	Expan.	Dilat.
		0.00	0.00	
	24	0.00	0.00	0.00
	48	0.20	0.17	0.17
	72	0.35	0.30	0.13
	96	0.47	0.40	0.10

3. Penetración

Tiempo en min.	Penetr. en mm.	Lect. Dinam.	Presión kg/cm²		CC
0,5	0,63	48	1,0		
1	1,27	100	2,1		
1,5	1,9	140	3,3		
2	2,54	189	4,5		6
3	3,81	290	6,9		
4	5,08	310	7,4		7
6	7,62				
8	10,16				
10	12,7				

2. Humedad de Moldeo

Cápsula Nº		10
6 Tara + peso material húmedo	g	130,3
7 Tara + peso material seco	g	118,2
8 Peso del agua	g	12,1
9 Peso de la tara	g	18,17
10 Peso material seco	g	100
11 Humedad	%	12,1
12 Humedad de moldeo	%	12,1
13 Densidad material seco	g/cm³	1484
14 Densidad de Humedad	%	[illegible]
15 Compactación	%	100,2

Altura cil. mm 116,2
Calibración Nº
Anillo Nº K 1000
Nº Comprimidor Nº
MEDICIÓN PIST. 19,24 cm/d
Factor 0,456 N/div

5. Humedad después del ensayo

Cápsula Nº		27 Arriba	29 Centro	21 Abajo
16 Tara + peso material húmedo	g	131,0	113,0	141,0
17 Tara + peso material seco	g	105,0	103,4	110,0
18 Peso del agua	g	27	29,6	31
19 Peso de la tara	g	19,92	14,42	14,83
20 Peso material seco	g	85,1	89,0	95,2
21 Humedad	%	31,8	33,3	32,6
22 Hum. desp. del ensayo	%		32,9	

6. Resumen del ensayo

		Result.	Valores Especif.
23 Hum. De Moldeo	%	12,1	
24 Hum. Desp. Ensayo	%	32,9	
25 Hum. Absorbida	%	0,8	
26 Densidad seca	g/cm³	1484	
Expansión final	%	0,40	
C.B.R.	%	7	

CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN

GRANULOMETRIA

TAMIZ	Total	Peso Gr.	%
		300	
4		0	
		300,00	100,0
10		2,00	
	Pas.	298,00	99,3
40	Ret.	3,00	
	Pas.	295,00	98,3
200	Ret.	20,00	
	Pas.	275,00	91,7

	RESULTADOS	VALORES ESPECIF.
L.L.:	47,8	
L.P.:	30,6	
I.P.:	17,2	
I.G.:	21	
Clas.:	A - 7-6	

Conforme se aprecia se ha valorado para la **CALICATA 4**, el valor del índice soporte california expresado en porcentaje de CBR conforme el método de ensayo AASHTO T193, identificando solamente expectativas de densidades en el orden de 100,2% con respecto a la densidad seca máxima obtenida en el ensayo de compactación Proctor T-99 (probablemente moldeado con 56 golpes x 3 capas) arrojando el resultado en el orden de CBR≥7% como lo indica.

Esto lleva aparejado una expectativa temeraria a la hora de valorar el módulo del material, ya que por las características que presenta se trataría de un A-7-6 con porcentaje de pasante tamiz Nro. 200 en el orden de 91,7%, valor que indica una elevada cantidad de finos, introduciendo valores con expectativas de módulos que no condicen con los valores especificados para el grado de compactación exigido en pista.

Ing. Mariana Rolón
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Oscar [illegible] Arreda A.
Ingeniero [illegible]ente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Lo correcto debería ser valorar el CBR dinámico para varias energías de compactación, en un rango de valores de densidad entre 90% a 100% (12 golpes, 25 golpes y 56 golpes por capa) y a partir de los resultados gráficamente establecer mediante determinación gráfica las expectativas al grado de compactación que se pretende especificar para el uso de este tipo de suelo en cuerpos de terraplén (para suelos A-7-6 se debe especificar al 98% de la D.S.M. obtenida en el ensayo de compactación Proctor T-99), conforme lo establece la especificaciones técnicas del proyecto.

Los **valores consignados en estos muestreos** que forman parte del legajo técnico del proceso licitatorio de la fuente de consulta *"MEMORIAS DE ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA PARA PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL TRAMO RUTA PY06 -KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ, DEPARTAMENTO DE ITAPÚA"* elaborado por la consultora DG INGENIERIA SRL en Mayo / 2021, introduce valores con expectativas dudosas con respecto a los suelos que se pretende especificar como válidos para la utilización en el núcleo del terraplén.

Conforme se ha revisado en las especificaciones **se define el material apto para el uso en el núcleo (cuerpo de terraplenes)** según se transcribe en las EETT del ítem **2.4 Terraplén** que menciona lo siguiente:

3. MATERIALES.

3.1 SUELOS PARA TERRAPLÉN.

Los terraplenes y ensanches de existentes deberán construirse con suelos inorgánicos, libres de materia vegetal, escombros, raíces, basuras, terrones, trozos de roca o bolones degradables o trozos cementados de tamaño superior a lo especificado. Tampoco serán considerados los materiales excavados en las secciones del camino que mediante los ensayos no verifiquen ser adecuados por su calidad o tamaño. Todos los materiales excavados que cumplan los requisitos especificados en esta Sección podrán ser empleados como materiales para la construcción de los terraplenes.

Salvo indicación contraria en el Proyecto, los materiales a emplear en la construcción del cuerpo de los terraplenes deberán tener un valor soporte no inferior a 5% de CBR y expansión menor a 2%.

No debe perderse de vista que el **valor del CBR que se adopta en el proyecto debe indefectiblemente estar especificado en función al grado de compactación que será exigido en la pista**, ya que estos valores varían conforme al parámetro de compactación y por cada tipo de material.

Es por eso que atendiendo el tipo de material arcilloso de color rojizo predominante clasificado como A-7-6, atendiendo las condiciones de aceptación para compactación para las capas de terraplén **corresponde establecer el valor que caracterice al CBR que corresponda al 98% de la densidad seca máxima, obtenida por el ensayo de compactación PROCTOR NORMAL T-99** conforme lo establece las especificaciones técnicas del **ítem 2.4,** *numeral 5.3.2 Carga, homogeneización, conformación y compactación del material* que expresa:

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

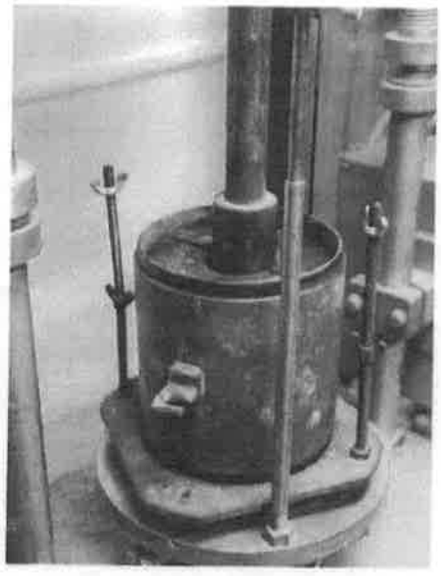
Ing. Mariano Rallas
Supervisora de Obra
MOPC

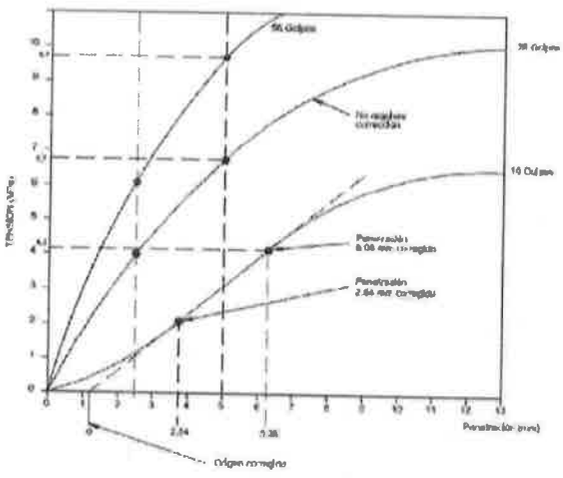
CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

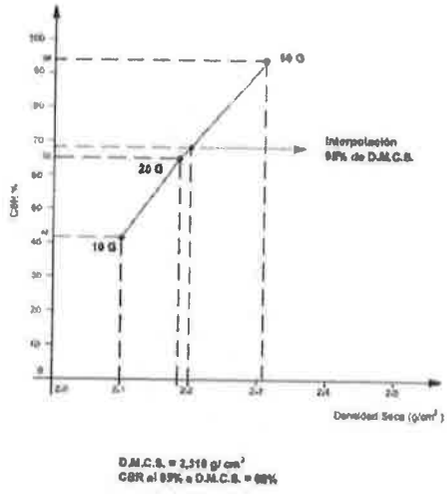
Ing. Oscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

- **COMPACTACIÓN:** La capa suelta conformada para la construcción del terraplén será consolidada por medio del equipo de compactación necesario y que llene los requisitos indicados para el tipo de suelo. Para suelos de los tipos A-1, A-2, A-3 y A-4 se requerirá una densidad mayor o igual al 95% (noventa y cinco por ciento) de la densidad máxima obtenida por el Método AASHTO T-180. Para suelos A-5, A-6 y A-7, las densidades exigidas serán mayores o iguales al 98% (noventa y ocho por ciento) de la densidad máxima establecida por el Método AASHTO T-99.







Con este criterio fundado en el desempeño del tipo de material que debe caracterizarse, se han revisado los valores obtenidos para la densidad seca máxima obtenidas a partir del ensayo de compactación PROCTOR NORMAL AASHTO T-99, que se ha incluido en el informe de suelos geotécnicos del proceso licitatorio, para las cuatro calicatas que se ofrecen como datos del material disponible para la construcción de los terraplenes, que se las presenta gráficamente a continuación.

Ing. Marina Kalus
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

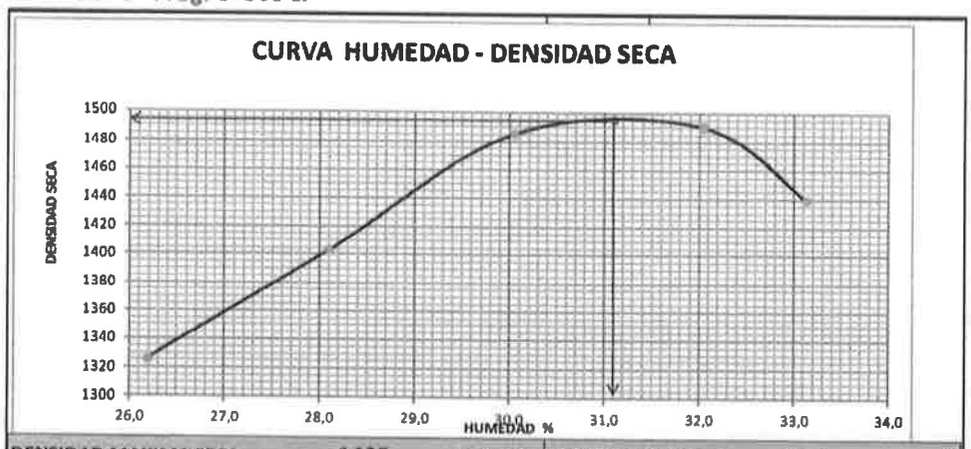
Ing. Óscar Legaredo F.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

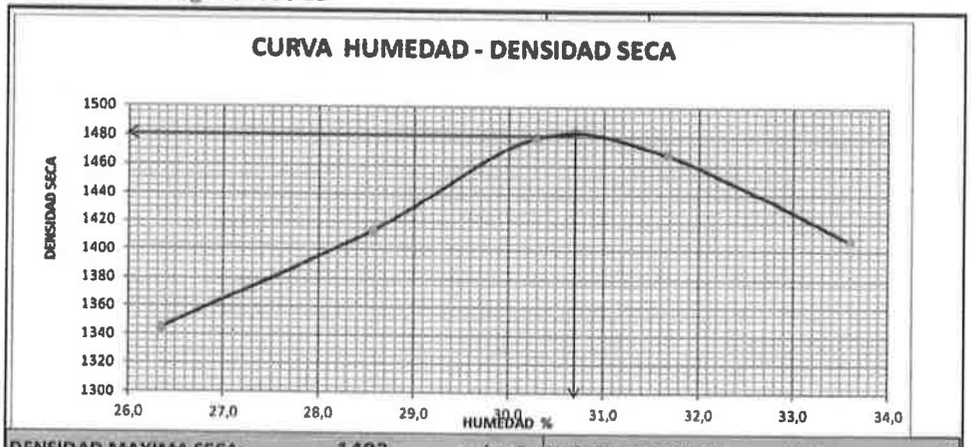
Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

CALICATA 1 - Prog. 0+500 LI



DENSIDAD MAXIMA SECA:	1495 gr./cm3	HUMEDAD OPTIMA:	31,1 %
Pisón distinto al standard: SI / NO			
Peso del pisón: 2,50Kg. O 4,54 Kg.		Material del Tamiz # 4	Metodo C - D
ALTURA DE CAIDA: 305 mm O 457 mm		Removido:	Reemplazado:

CALICATA 2 - Prog. 10+000 LD



DENSIDAD MAXIMA SECA:	1483 gr./cm3	HUMEDAD OPTIMA:	30,7 %
Pisón distinto al standard: SI / NO			
Peso del pisón: 2,50Kg. O 4,54 Kg.		Material del Tamiz # 4	Metodo C - D
ALTURA DE CAIDA: 305 mm O 457 mm		Removido:	Reemplazado:

Ing. Mariana Rallus
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

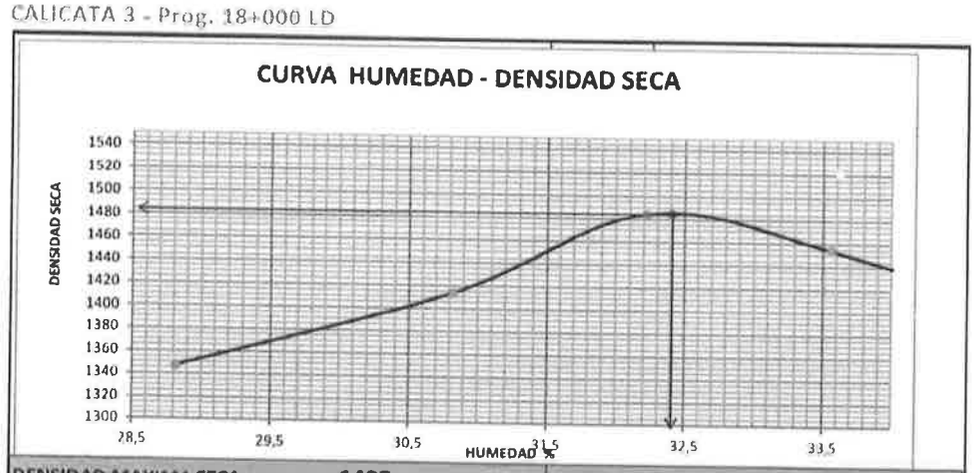
Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benz

Ing. Óscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

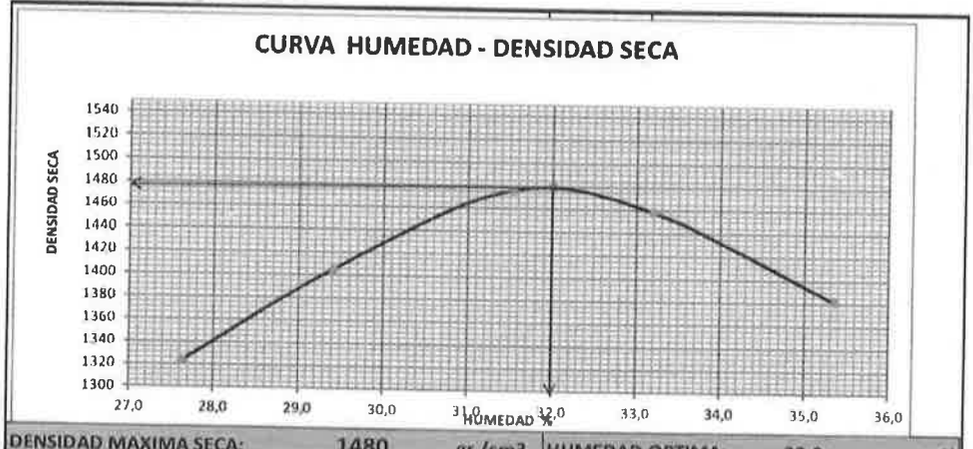
Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

CALICATA 3 - Prog. 18+000 LD



DENSIDAD MAXIMA SECA:	1485	gr./cm3	HUMEDAD OPTIMA:	32,4 %
Pisón distinto al standard: SI / NO				
Peso del pisón:	2,50Kg. O 4,54 Kg.	Material del Tamiz # 4	Metodo C - D	
ALTURA DE CAIDA:	305 mm O 457 mm	Removido:	Reemplazado:	

CALICATA 4 - Prog. 21+600 LI



DENSIDAD MAXIMA SECA:	1480	gr./cm3	HUMEDAD OPTIMA:	32,0 %
Pisón distinto al standard: SI / NO				
Peso del pisón:	2,50Kg. O 4,54 Kg.	Material del Tamiz # 4	Metodo C - D	
ALTURA DE CAIDA:	305 mm O 457 mm	Removido:	Reemplazado:	

Ing. Mariana Kallus
Supervisora de Obras
MOPC

Considerando que estos valores fueron obtenidos cuidando las buenas prácticas de la metodología de ensayo, indicada en la normativa aplicable para la determinación de los valores de compactación Proctor normal T-99, con la asistencia de equipos de medición debidamente calibrados, calcularemos el valor promedio de las densidades secas máximas obtenidas para los suelos clasificados como A-7-6 en las calicatas realizadas en las ventanas de inspección en los sitios indicados:

Calicata / Ubicación	Calicata 1 Prog. 0+500 LI	Calicata 2 Prog. 10+000 LD	Calicata 3 Prog. 18+000 LD	Calicata 4 Prog. 21+600 LI	Densidad seca máx. promedio
Densidad seca máxima	1495 gr/cm³	1483 gr/cm³	1485 gr/cm³	1480 gr/cm³	**1486 gr/cm³**

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Cesar Moreda A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

CONSORCIO NUEVA GENERACIÓN
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benzo

A partir de este resultado el valor de la densidad seca máxima promedio de los ensayos realizados arroja valores en el orden de 1486 gr/cm3.

Conforme las expectativas de recepción de las capas del ítem terraplén como se ha mencionado más arriba se ha establecido al 98% de la densidad seca máxima obtenida por el ensayo Proctor Normal T-99 para el tipo de material A-7-6 como se indica.

Este valor corresponde a densidades de (1486 x 98% = 1456 gr/ cm3), valor que debe ser utilizado en la representación gráfica del comportamiento del material para valores de % CBR en función a las densidades de moldeo que se obtengan para los especímenes a ensayar.

Para la determinación de los valores característicos de índice soporte california expresados en porcentaje de CBR en función a la densidad especificada o grado de compactación, **debería ser lo correcto a utilizar en las expectativas de capacidad soporte para los materiales disponibles en la traza,** ya que estas caracterizaciones son las representativas para la construcción de las capas que conformarán el asiento a las capas finales donde apoya el paquete de firmes.

Ante estas dudas e incertidumbres en la determinación de los materiales especificados, se han realizado nuevas valoraciones con ensayos de materiales, buscando caracterizar correctamente a los materiales disponibles en la traza.

Para ello se ha procedido a evaluar mediante cateo una muestra de material en la traza para someterlo a los ensayos de laboratorio, identificando los materiales propios de la taza para las capas del cuerpo o núcleo del terraplén hasta la cota -0,20m de la SR y aprovechar la presencia de ciertos materiales para proponer mezclas de materiales que garanticen un buen desempeño, **llevando en consideración la inclusión de una nueva capa de mejoramiento de sub rasante** desde los -20cm de la subrasante con **valor soporte mínimo de CBR≥15%** para un grado de compactación del 98% de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo Proctor normal AASHTO T-99, que formarán parte de la presente propuesta.

Para ello se ha procedido a evaluar mediante cateo **dos muestras de material representativas de la traza**, sometidas a los ensayos de laboratorio en diferentes lugares, identificando los materiales propios de la taza para las capas del cuerpo o núcleo del terraplén hasta la cota -0,30m de la SR y aprovechar la presencia de ciertos materiales para proponer mezclas de materiales que garanticen un buen desempeño, llevando en consideración la inclusión de la capa de mejoramiento de sub rasante que formarán parte de la presente propuesta:

RESUMEN DE RESULTADOS DEL MATERIAL DE LA TRAZA PRINCIPAL - LOTE 2 - TRAMO: RUTA PY06 - KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ (de Prog. 27+580 a Prog. 57+400 Longitud = 29,82Km)

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Mar
Supervis
MOPC

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Ing. Oscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO - UNIVERSIDAD CATOLICA NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCIÓN - FCyT UCA

Pozo No.	Banco Nº	Progresiva	Prof. (m)		Plasticidad T89 y T-90			Granulometría T-11 y T-27 % que pasa el Tamiz			% De material	Clasificación			Ensayo de compactación PROCTOR		Relación Soporte de California T-193	
																	CBR	Expansion
			de	a	LL	LP	IP	No. 10	No. 40	No.200	% Finos	AASHTO		SUCS	D max. (gr/cm3)	H opt (%)	(%)	(%)
PR-01-1	Material cateado de la traza	S/N	0,20	0,80	51,5	29,6	21,9	100,0	99,7	96,2	100,0	A-7-6	(0)		1514	28,50%	5,06	0,26

Se ha encargado a la Empresa Euro Estudios de Ingeniería, el desarrollo de los ensayos de caracterización de capacidad soporte, expresadas en valores de CBR_L dinámico a tres densidades de moldeo, obtenidas en laboratorio conforme el procedimiento de ensayo establecido en la UNIDAD 6 - ENSAYOS DE MATERIALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS, SECCION 6.1.1.4 DETERMINACION DE LA RELACION SOPORTE DEL SUELO EN LABORATORIO (CBR DE LABORATORIO) ASTM D1883 AASHTO T-193/93 del Manual de Carreteras del Paraguay - Revisión 2019.

Esta caracterización ha iniciado, con la determinación de los valores de Granulometría, Límites de Atterberg, Densidad Seca Máxima y la humedad óptima del ensayo de compactación Proctor Normal T-99, que le corresponde al tipo de material clasificado como A-7-6.

Análogamente se ha procedido a realizar las valoraciones de los materiales propuestos para el Suelo Agregado para su utilización en capas de mejoramiento de sub rasante desde la cota -20cm de la subrasante.

Se ha realizado el procedimiento de humidificación de las muestras de materiales ensayados con el moldeo de especímenes CBR, buscando la compactación de al menos tres probetas en un rango de densidades entre 90% a 100% de la densidad máxima seca obtenida por el ensayo Proctor Normal T-99 para los materiales A-7-6 representativos de la traza y para el material propuesto como capa de mejoramiento de la subrasante según sean el caso del material estudiado.

Ing. Mariana Rallus
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

Para los **materiales del cuerpo de los terraplenes** se utilizó la energía de compactación del ensayo Proctor Normal T-99, variando la cantidad de golpes en las capas en el moldeo para representar los valores de densidades de entre el 90% y el 100% como lo establece la normativa.

Realizado el procedimiento de moldeo, y obtenidas las densidades que representarán a los tres puntos característicos, se ha procedido a la inmersión en piletas con agua por un período de 96 horas, con lectura de expansión en aquellos materiales procedentes de capas de asiento de terraplén.

Se han determinado los valores de los resultados de valor soporte california expresados en valores porcentuales de CBR_L (valor obtenido en laboratorio específico para la normativa de ensayo AASHTO T-193/93; ASTM D1883), cuyos resultados se presentan en una planilla resumen con resultados obtenidos en condiciones de laboratorio.

A partir de estos resultados se espera representar el comportamiento de los materiales ensayados para la plataforma de asiento del paquete de firmes en condiciones saturadas (condición más desfavorable), llevando en consideración los valores de entrada para su consideración estructural a la hora de elegir caracterizarlo en la metodología de diseño propuesta.

Estos resultados se presentan en el **Anexo A - Informe de ensayos geotécnicos**, con las planillas de ensayos de los materiales caracterizados, obtenidas para los materiales estudiados.

CONSIDERACIONES DE DESEMPEÑO DE LOS MATERIALES ESTUDIADOS:

- **Suelos para cuerpo de terraplenes (Núcleo del terraplén):**

Se han encontrado en el tramo materiales para la construcción del terraplén hasta cotas de -20cm de la SR, que por sus características han sido valorados como Suelos arcillosos tipo A-7-6, **estos materiales tienen un índice de capacidad soporte en el orden de CBR≥5,08%** obtenidas por determinación gráfica a partir del desempeño obtenido para las densidades de moldeo, en un rango de grados de compactación de moldeo entre el 90% a 100% variando la cantidad de golpes por capa (12 golpes, 25

Ing. Mariano G.
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Oscar Toledo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Pisador del Sur

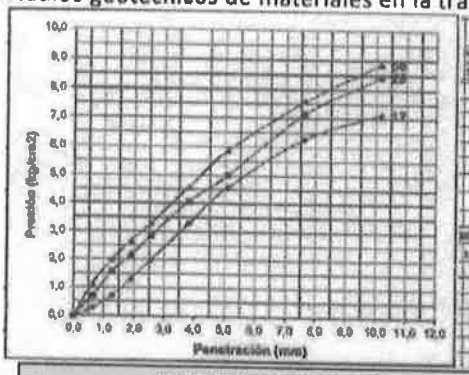
Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

golpes y 56 golpes) conforme los estudios de caracterización que se presentan como evidencia en el Anexo A - Estudios geotécnicos de materiales en la traza.



ENSAYO DE EXPANSIÓN Y CBR

OBRA :			
SOLICITADO POR :	EURO ESTUDIO DE INGENIERIA		
Golpes 55 Golpes	DE MUESTRA (MATERIAL DE LA TRAZA)		
5	Operador :	DRR Proctor (gr/cm3)	1,914
6	Calculo :	Humedad Optima (%)	28,5
6,9	Clase HRB : A-7-6	TIEMPO DE	
7,9		Inicio :	24/11/2022
9,0		Final :	28/11/2022
10,0	Factor Aro :	16,9300	01,8630
12,5	ALTURA INICIAL (mm)	116	
14,0	12 golpes	25 golpes	56 golpes
DR : (g/cm)	1,442	1,505	1,520
Humedad de moldeo (%)	28,0	28,5	28,5
Humedad Optima (%)	28,5	28,5	28,7
Agua absorbida (%)	1,0	1,0	1,2
Lecturas de hinch. (div)	30	28	25
Dilatacion final (mm)	0,84	Altura inicial (mm)	116,0
EXPANSION (%)	0,26	0,24	0,22
CBR (%)	4,4	5,0	5,62
Compactacion (%)	95,1	98,4	100,4

COMPORTAMIENTO DEL DESEMPEÑO DE MATERIAL SUELO ARCILLOSO A-7-6 DE LA TRAZA

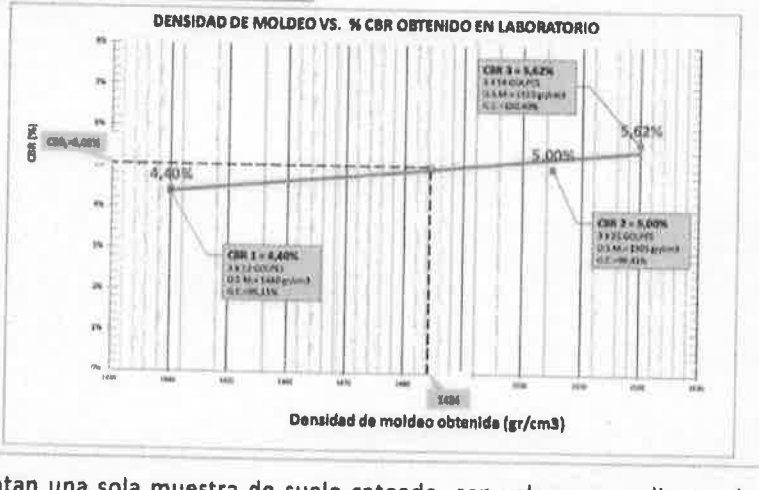
VALORES GRAFICOS PARA DETERMINACION DEL DESEMPEÑO DEL CBR (%) EN FUNCION A LA DENSIDAD DE MOLDEO OBTENIDA

UBICACIÓN MATERIAL DE LA TRAZA	PROGRESIVA		CAPA SUELO NATURAL
CANTIDAD DE GOLPES POR CAPA	[redacted]	[redacted]	[redacted]
DENSIDAD DE MOLDEO OBTENIDA	1440 gr/cm3	1505 gr/cm3	1520 gr/cm3
GRADO DE COMPACTACION OBTENIDO	95,11%	99,41%	100,40%
% CBR OBTENIDO PARA CADA MOLDEO	4,40%	5,00%	5,62%

TIPO DE MATERIAL
AASHTO A-7-6
SUCS

DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR NORMAL T-99 (CON 25 GOLPES POR CAPA)

DENSIDAD SECA MAX. (PROCTOR T-99)	1914 gr/cm3	
HUMEDAD OPTIMA	28,50%	
GRADO DE COMPACTACION A ESPECIFICAR	98%	(DE LA DENSIDAD SECA MAXIMA OBTENIDA EN EL ENSAYO PROCTOR T-99) - SEGÚN EETT)
DENSIDAD PARA ESPECIFICAR EN PISTA	1484 gr/cm3	
VALOR DE % CBR, OBTENIDO	5,08%	



Los valores representan una sola muestra de suelo cateado, con valores que alientan la condición de materiales aptos para el uso en el núcleo del terraplén con expectativas de índice soporte del orden de CBR≥5,08% para la densidad especificada para las condiciones de recepción de pistas con grado de compactación al 98% de la Densidad Seca Máxima, obtenida por el ensayo de compactación Proctor Normal T-99, para la muestra de suelo que predomina en la traza A-7-6.

En la práctica deberá intensificarse la explotación y evaluación de cada préstamo a ser habilitado en el proceso de ejecución de la obra, con la condición de que cumplan la clasificación de materiales aptos para la utilización en el núcleo del terraplén.

Ing. Mariam Kallus
Supervisora de Obras
MOPC

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Ing. Julio Díaz Benza

Ing. Horacio Acosta Suárez

Ing. Jacinto R. Arriolo
Superintendente

Para los efectos de la presente revisión y en igualdad de criterios a los establecidos en la memoria de diseño de pavimentos del proceso licitatorio, **se adoptará para la construcción del núcleo del terraplén hasta cotas de -0.20m de la SR**, el valor soporte especificado de **CBR≥5% al 98% de la Densidad Seca Máxima, obtenida por el ensayo de compactación Proctor Normal T-99**, en concordancia de criterios de las especificaciones técnicas del ítem 2.4 TERRAPLEN.

NOTA: No se descarta que en la etapa ejecutiva sean utilizados materiales de capacidad soporte mayor, comparados con los valores propuestos que redundarían en mejoras en la capacidad estructural en consecuencia.

- **Material Suelo Agregado para capa de mejoramiento de la sub rasante (de cota -0.20m a 0.00 de la SR):**

Se propone para la capa de mejoramiento de la sub rasante el uso de suelo agregado con espesor de 20cm, debido a la disponibilidad de buenos materiales y las condiciones del entorno en los sectores identificados con pavimento tipo empedrado.

Esta **mezcla de Suelo Agregado**, ha sido caracterizada con capacidad soporte en el orden de **CBR≥15% para un grado de compactación al 98% de la Densidad Seca Máxima obtenida por el Ensayo Proctor normal T-99**, atendiendo las mismas consideraciones establecidas en las condiciones de recepción de las especificaciones técnicas del ítem 2.4 TERRAPLEN.

A partir de estas valoraciones obtenidas de la especialidad de geotecnia y ante la **posibilidad de mejorar las condiciones de asiento del paquete de firmes a niveles de sub rasante**, serán evaluados los valores compuestos de módulo resiliente de la Sub rasante para la traza, atendiendo los resultados obtenidos en la campaña geotécnica para los siguientes valores de capacidad soporte.

1.1.5 Determinación del Módulo efectivo de la Sub Rasante

El módulo resiliente (Mr) de una capa no tratada no es independiente del módulo de la capa subyacente, por ello la homogeneidad del material es un factor importante a llevar en cuenta, de manera que no es recomendable colocar capas sucesivas de módulos muy diferentes.

Como se mencionó más arriba los materiales predominantes en la traza fueron caracterizados con valores de CBR≥5% al gado de compactación especificado, y coronar la capa de los terraplenes con capas de mejoramiento de sub rasante con la nueva propuesta de mezcla de materiales seleccionados con materiales granulares aptos para su aprovechamiento en capas de mejoramiento de sub rasante, **con Suelo Agregado de espesor 20cm para el caso**.

Se destaca que, dentro de informe de la especialidad de diseño de pavimentos, se ha valorado las expectativas de caracterización de los materiales disponibles para la construcción del núcleo de

Ing. María Rahus
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Óscar Arreola A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

terraplén aquellos suelos con un **valor de índice soporte CBR≥5%**, dato que ha sido contrastado con dos ensayos de laboratorio para materiales representativos, obteniendo valores alentadores muy próximos al especificado para ambos suelos del tipo clasificado como A-7-6 que fueron estudiados.

A partir de estas consideraciones se adoptará **para los terraplenes hasta cotas -0.20m de la SR para CBR_i≥5%** (para 98% de la D.S.M. obtenida en el ensayo Proctor Normal T-99), y para **las capas de mejoramiento de la sub rasante un Suelo Agregado caracterizándolo con un valor soporte de CBR_i≥ 15%** (para 98% de la D.S.M. obtenida en el ensayo Proctor Normal T-99).

Para obtener el Mr de diseño (Mr_{dis}), se determinará a través del **concepto de módulos de dos capas elásticas sometidas a una carga circular**, definida por la siguiente relación:

$$Mr_{dis} = F \times Mr_0$$

$$\frac{1}{F} = \frac{0,125}{\left[0,0156 + h^2\left(\frac{Mr_1}{Mr_0}\right)^{0.67}\right]^{0.5}}\left[\left(1 - \frac{Mr_0}{Mr_1}\right) + \frac{Mr_0}{Mr_1}\right]$$

Fuente: Manual de Carreteras del Paraguay - Revisión 2019, Unidad 3 Diseño de Carreteras, Pág.481

Determinación del Módulo de Diseño compuesto para Sectores - LOTE 2 - TRAMO: RUTA PY06 - KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ (de Prog. 27+580 a Prog. 57+400 Longitud = 29,82Km):

Donde:

M_R0 = capa del terraplén ubicado desde el nivel de terreno natural (TN) hasta -0,20m de la SR; Materiales (A7-6; A-6)

CBR ≥ 5% al 98% de la D.S.M. obtenida en el ensayo Proctor Normal T-99

$M_R0 = 17,6.CBR^{0,64}$; M_R en MPa, CBR en % y 2 < CBR < 12

$M_R0 = 17,6.\ 5^{0,64}$ = [redacted] = **7150 PSI**

M_R1 = Capa de mejoramiento de la Sub Rasante ubicado entre -0.20m a 0,00m de la SR, consideramos mezcla de suelos seleccionados y material granular como Suelo Agregado con valores soporte [redacted] al 98% de la D.S.M. obtenida en el ensayo Proctor Normal T-99

$M_R = 22,1.CBR^{0,55}$; M_R en MPa, CBR en % y 12 < CBR < 80

$M_R1 = 22,1.\ 15^{0,55}$ = [redacted] = **14214 PSI**

Para las conversiones de unidades se utilizó ⇒ **1MPa = 145,038psi**

NOTA: La determinación de los Módulos resilientes (M_R1 y M_R0) son realizadas aplicando la expresión propuesta por la AASHTO 93 que correlaciona el módulo resiliente con el valor del CBR, a partir de la fuente de consulta de la especialidad Manual de Carreteras del Paraguay - Revisión 2019, Unidad 3 Diseño de Carreteras, Pág. 486.

Aplicando los valores obtenidos por correlación tenemos que:

Ing. Mariana Rallus
Supervisora de Obras
MOPC

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Óscar Caballero A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

$$\frac{1}{F} = \frac{0,125}{\left[0,0156 + 0.20^2\left(\frac{98}{49.30}\right)^{0.67}\right]^{0,5}}\left[\left(1-\frac{49.30}{98}\right)+\frac{49.30}{98}\right]$$

$F = 1,38$

$Mr_{dis} = 1,38 \times 49,30 = 68,03MPa = 9867\ PSI$

Para las conversiones de unidades se utilizó ⇒ **1MPa = 145,038psi**

De acuerdo a ambos resultados precedentes, las capa de sub rasante mejorada planteada en la propuesta en Sectores de Zona Rural con Suelo Agregado y en Sectores en Zona Urbana, **se ajustan a materiales con buenas expectativas de capacidad soporte CBR**, así como lo recomienda el Manual de Carreteras del Paraguay - Revisión 2019.

El procedimiento utilizado para obtener el Módulo resiliente de diseño (Mr_{dis}) para ambas situaciones, atiende las recomendaciones del Manual de Carreteras, con estimaciones en el orden de $Mr_{dis} = 68,03MPa = 9867\ PSI$, obtenido a partir de ambas capas subyacentes con las caracterizaciones propuestas en la presente revisión.

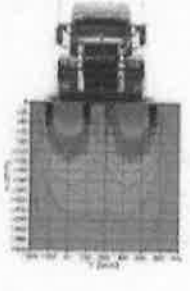
Este **valor de módulo compuesto Mr_{dis} es mayor comparado con las condiciones originales de Revisión de proyecto del proceso licitatorio** que indicaban expectativas de **Mr_{dis} = 8.853PSI** para el **LOTE 2 - TRAMO: RUTA PY06 - KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ (de Prog. 27+580 a Prog. 57+400)**, ofreciendo al sistema multicapas un material de características bien definidas con respaldos de desempeño por estudios de laboratorio.

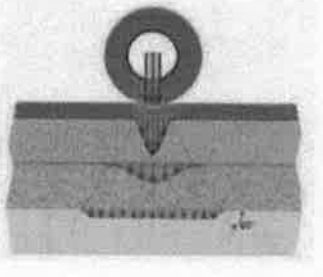
Considerando **que el valor del módulo efectivo de la subrasante interviene sensiblemente en la determinación de la capacidad estructural del paquete de firmes** expresados en términos de número estructural (SN), la alteración de las expectativas para esta capa debe ser nuevamente verificada para cada tramo, con las condiciones de la base de asiento del paquete de firmes y dotar a la infraestructura de las condiciones soporte que resulte de la presente revisión.

La **recomendación de un valor mínimo para la sub rasante mejorada**, tiene su justificación en el hecho de que el módulo de las capas granulares tienen dependencia del módulo de la capa subyacente, por lo que reducidos valores de subrasante afectarían al módulo asignado a la subrasante con el módulo compuesto.

Para la verificación estructural, se configura la estructura del pavimento con un sistema multicapa, donde cada una de ellas **está constituida por materiales con calidad y módulos que se reducen** gradualmente desde la capa de rodamiento hasta la sub rasante.

Ing. Mariano Rallus
Supervisora de Obras
MOPC





CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benzo

Ing. Oscar Riquerelo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Rehabilitador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

2. Propuesta de pavimento para la traza principal

2.1. Para la Traza Principal

Pasamos seguidamente a analizar la propuesta para el sistema multicapas, para ello se establece las siguientes consideraciones de entrada para las valoraciones de la Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos de la AASHTO 1993.

- Normativa utilizada : AASHTO 1993
- Normativa utilizada : AASHTO 1993
- Período de Diseño adoptado : 10 años en 2 etapas de construcción
- Ejes Equivalentes de Diseño : 4.888.445 EE (Para 10 años de vida útil)
- Confiabilidad total de proyecto : Cr = 72,2% (se ha considerado 2 etapas)
- Nº de Etapas de Diseño : 2 Etapas
- Confiabilidad de diseño : 85% (para la 1era. etapa de construcción)
- Desviación Standard : 0,44
- Indice de Serviciabilidad inicial : p_0 = 4,20
- Indice de Serviciabilidad final : p_t = 2,00
- Número estructural necesario : SN=3,86 (del Proyecto original licitado)
- Ejes Equivalentes de Diseño : **4.888.445 EE** (según proyecto original licitado para 10 años de vida útil)
- Módulo de la SR (Proyecto original) : $Mr_{dis} = 61.04MPa = 8853\ PSI$

Fuente: MEMORIAS DE ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA PARA PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL TRAMO RUTA PY06 -KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ, DEPARTAMENTO DE ITAPÚA" elaborado por la consultora DG INGENIERIA SRL en Mayo / 2021, Página 119

- Módulo compuesto SR (revisado) : $Mr_{dis} = 68,03MPa = 9867\ PSI$

Fuente: Elaboración propia para la presente revisión

2.1.1 *Propuesta Pavimento flexible, Base granular CBR≥100%, Sub Base granular CBR≥80%, y Capa de mejoramiento de Subrasante con Suelo Agregado (e=20cm) con CBR≥15%.*

Se propone la siguiente estructura con las consideraciones de desempeño detalladas a continuación:

- **CAPA DE RODADURA: Cº Asfáltico en caliente convencional**

A ser construida con concreto asfáltico en caliente convencional, diseñado para tráfico pesado.
La caracterización estructural de esta capa está representada en el Método AASHTO 1993, por el coeficiente de aporte estructural a1= 0,44 (en 1/Pulg) o su equivalente 0,173 (en 1/cm), el cual correspondería a un material con un módulo elástico de 435.000 psi. (Mezcla de CAC Convencional con una estabilidad Marshall 2100 Lbf).

Ing. Mariana Kallus
Supervisora de Obras
MOPC

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

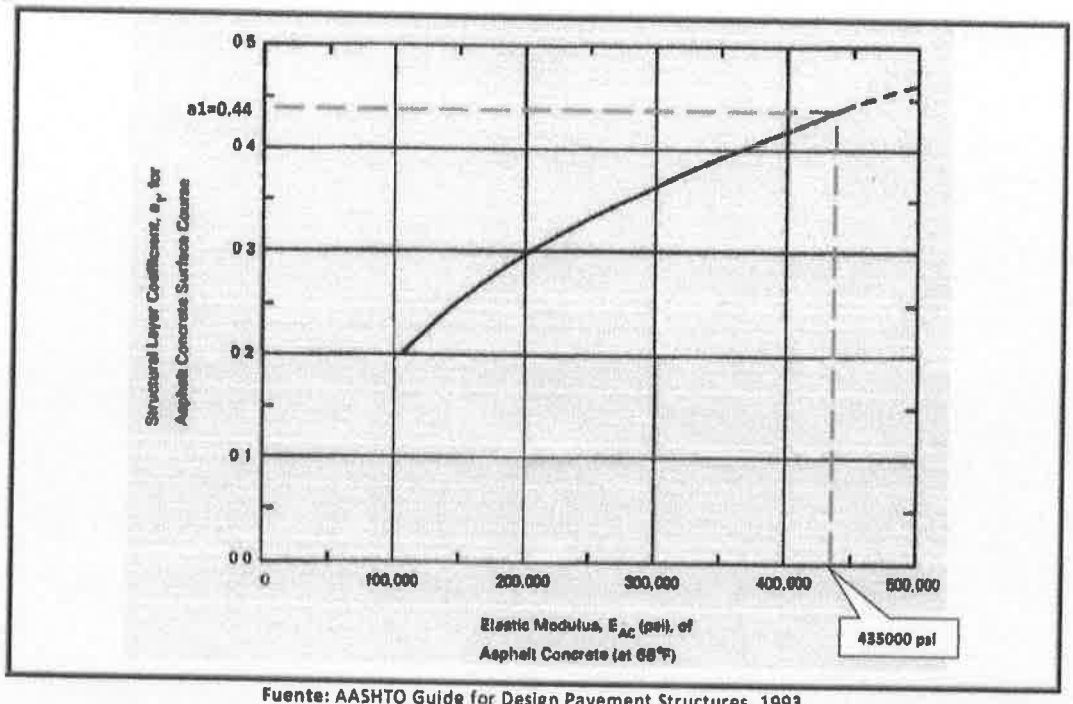
Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

La siguiente tabla gráfica extraída de la Guía de Diseño de Pavimentos AASHTO 93, correlaciona los valores de coeficiente de capas a1 en función al Módulo de elasticidad E_{AC} del material expresado en psi.



Fuente: AASHTO Guide for Design Pavement Structures, 1993
Diagrama de correlación para estimación del Número Estructural de capa a1=0.44 (en 1/pulg) para carpeta de concreto asfáltico en base a su módulo elástico E_{AC}.

- **CAPA BASE ASFALTICA: C° Asfáltico en caliente convencional**

A ser construida con concreto asfáltico en caliente convencional, diseñado para tráfico pesado.

La caracterización estructural de esta capa está representada en el Método AASHTO 1993, por el coeficiente de aporte estructural a1= 0,434 (en 1/Pulg) o su equivalente 0,17 (en 1/cm), el cual correspondería a un material con un módulo elástico de 420.000 psi. (Mezcla de CAC Convencional con una estabilidad Marshall 2000 Lbf).

La siguiente tabla gráfica extraída de la Guía de Diseño de Pavimentos AASHTO 93, correlaciona los valores de coeficiente de capas a1 en función al Módulo de elasticidad E_{AC} del material expresado en psi.

Ing. Mariano ...
Supervisor
MOPC

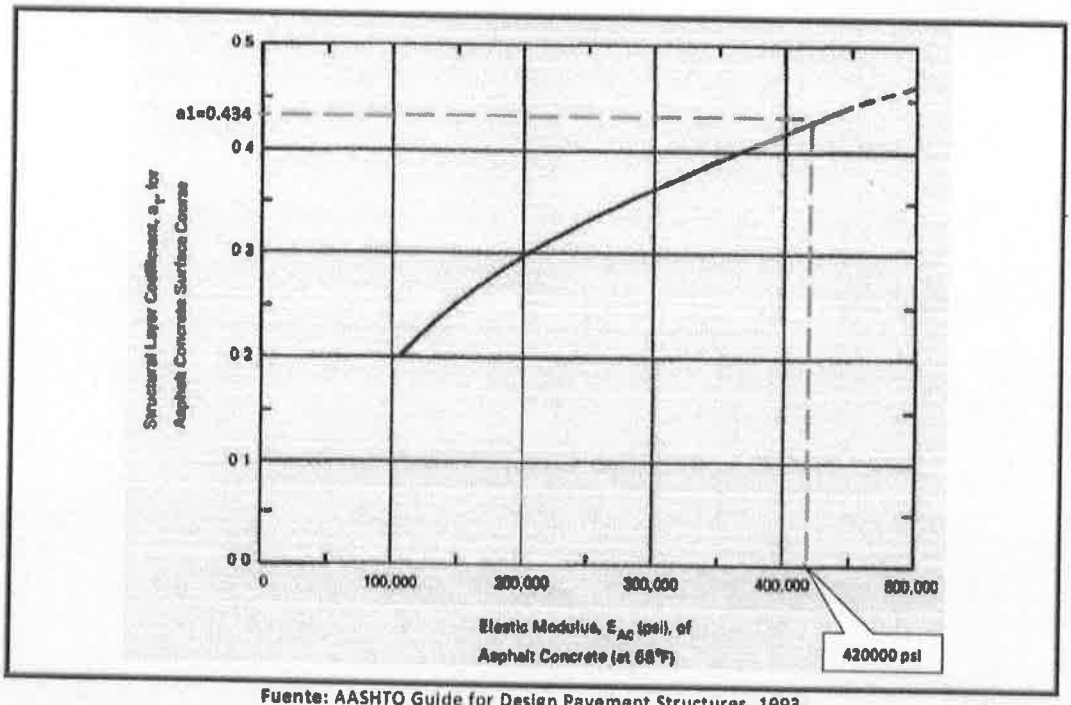
CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Ing. Oscar Figueredo A.
Presidente
Consorcio Alcantarilla del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)



Fuente: AASHTO Guide for Design Pavement Structures, 1993
Diagrama de correlación para estimación del numero estructural de capa a1=0.434 (en 1/pulg) para Base de concreto asfáltico en base a su módulo elástico E_{AC}.

- **CAPA BGE: Base Granular Estabilizada**

A ser construida con un material estabilizado granulométricamente, con un valor CBR≥100%.
La caracterización estructural de esta capa para base granular, por el Método AASHTO 1993, considera un coeficiente de aporte estructural de capa de a2= 0,14 (En 1/pulg) o su equivalente a2= 0.055 (En 1/cm), el cual correspondería a un material con un módulo elástico de entre 30.000 a 40.000psi.
La siguiente tabla gráfica extraída de la Guía de Diseño de Pavimentos AASHTO 93, que correlaciona los valores de coeficiente de capas a2 en función al CBR y al Módulo de elasticidad del material expresado en x1000 psi.

Ing. Mariana Rall...
Supervisora de Obras
MOPC

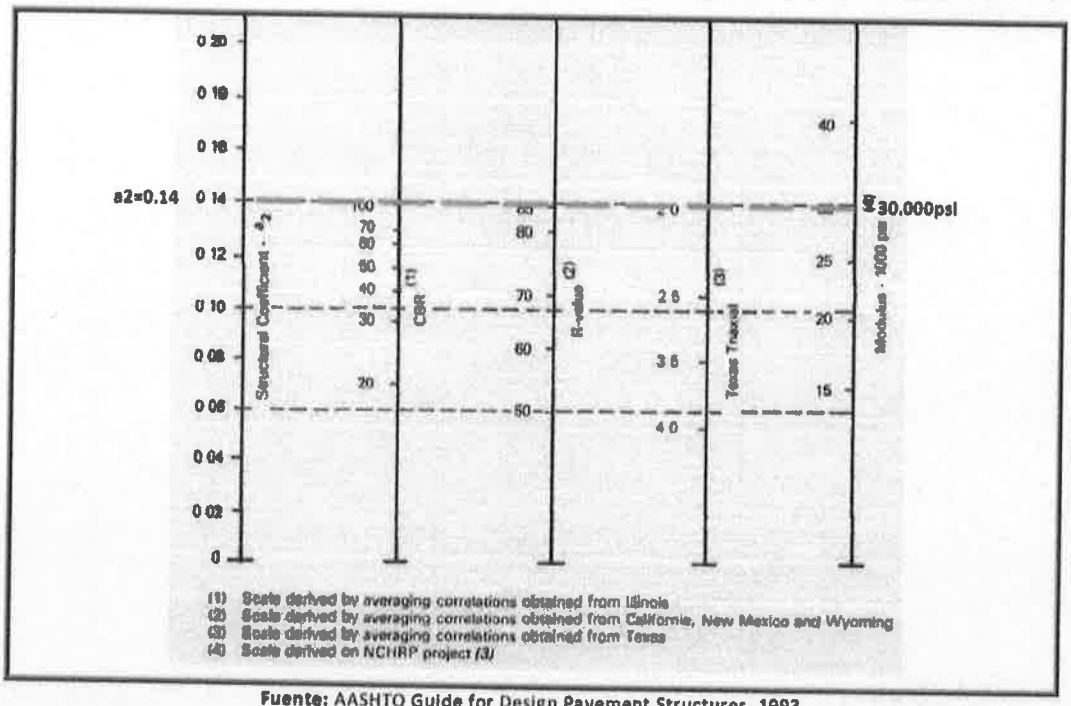
Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benzo

Ing. Oscar Vivereda A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)



Fuente: AASHTO Guide for Design Pavement Structures, 1993
Tabla de correlación de los valores estimados del coeficiente de capa base granular a2=0.14 (en 1/pulg) en función al CBR.-

- **CAPA SBGE: Sub Base Granular Estabilizada**

Según se aprecia fue especificado un material estabilizado granulométricamente, con un valor CBR≥40% en la memoria de estructura de pavimentos, y en la planilla de cantidades se ha especificado con un valor de CBR≥80%.

CAPA ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO	ESPESOR DE CAPA	COEFICIENTE DE APORTE ESTRUCTURAL (a_i)	COEFICIENTE DE DRENAJE (m_i)	APORTE ESTRUCTURAL	VERIFICACION CAPA X CAPA
Carpeta de C°A°	60 mm	0,44		1,04	OK
Base Asfaltica	70 mm	0,43		1,19	OK
Base Granular CBR≥ 100 %	150 mm	0,14	1,00	0,83	
Subbase Granular CBR≥40%	170 mm	0,12	1,00	0,80	
Total	450 mm	SNd		3,86	OK, SNd ≥ SNn

Fuente: MEMORIAS DE ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA PARA PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL TRAMO RUTA PY06 -KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ, DEPARTAMENTO DE ITAPÚA" elaborado por la consultora DG INGENIERIA SRL en Mayo / 2021, Página 119

Atendiendo la posición en la que se ubica la capa sub base granular dentro del sistema multicapas, por más que el desempeño tenga expectativas de módulos que representen un CBR≥80%, la condición límite de capas está en función al espesor y la capa contigua limitada a valores máximos conforme lo indica la condición propuesta por **Dorman y Metcalf en el Método de diseño Shell** de pavimentos. **Por más que se superen los valores individuales estas guardan relación con la capa anterior** de acuerdo a lo mencionado en apartados anteriores.

Ing. Mariana Galeano
Supervisora de Obras
MOPC

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal

Ing. C. Caceredo A.
Ingeniero
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

Amparado en lo mencionado anteriormente y a buen juicio de criterios, se utilizará las recomendaciones de la fuente de consulta de la especialidad Manual de Carreteras del Paraguay donde la caracterización estructural de la capa para sub base granular, que se presenta en la siguiente ilustración:

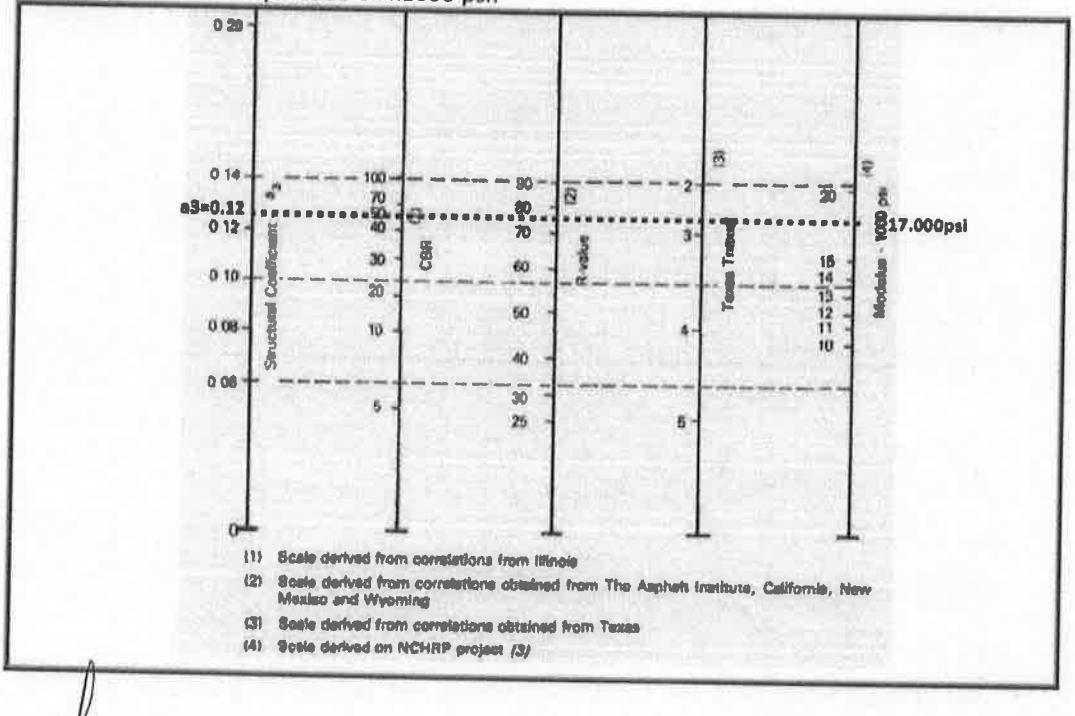
Tabla 3.2_13. COEFICIENTES ESTRUCTURALES PARA LAS CAPAS DE PAVIMENTO

CAPA	CARACTERISTICAS	COEFICIENTE ESTRUCTURAL
Subbase Granular	CBR = 40%	0,12
Base Granular	CBR = 80%	0,13
Base Asfáltica Grad. Gruesa	6.000 N	0,33
Base Asfáltica Grad. Abierta		0,28
Grava-emulsión		0,30
C. Asfáltico, Capa Interm.	8.000 N	0,41
C. Asfáltico de Superficie	9.000 N	0,43
Mezclas drenantes		0,32
Microaglomerado discontinuo en caliente		0,40
Mezcla SMA (Stone Mastic Asphalt)		0,43

Fuente: Manual de Carreteras de Paraguay, Revisión 2019 UNIDAD 3- Diseño de Carreteras.

Será considerado para el desarrollo de la revisión del sistema el coeficiente de aporte para la sub base granular con una expectativa de a3=0,12 (En 1/pulg) o su equivalente a3=0.047 (En 1/cm), **<u>en igualdad de criterios con el revisor del proyecto para valores de capacidad soporte entre CBR≥40%</u>**, coincidente con las recomendaciones de aporte estructural indicado en el Manual de Carreteras del Paraguay Revisión 2019 - ver tabla 3.2_13.

Se presenta la siguiente tabla gráfica extraída de la Guía de Diseño de Pavimentos AASHTO 93, en donde se correlaciona los valores de coeficiente de capas a3 en función al CBR y al Módulo de elasticidad del material expresado en x1000 psi.



Ing. Carlos Benítez A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

Fuente: AASHTO Guide for Design Pavement Structures, 1993
Tabla de correlación de los valores estimados del coeficiente de capa sub base granular con a3=0.12 (en 1/pulg) en función al CBR que se diseña para una expectativa límite entre CBR≥40% y CBR≥50%

La ilustración de abajo representa el sistema multicapa propuesto utilizando los parámetros de desempeño mencionados más arriba:

PARA LA CALZADA DE LA TRAZA PRINCIPAL - LOTE 2

e=?cm; a1=0.44	**Capa Carpeta de rodadura: Concreto asfáltico en caliente Convencional de graduación continua, Estabilidad Marshall 2100 Lbf; EAC = 435.000psi; a1= 0.44 (En 1 /pulg)**
e=? cm; a1=0.434	Capa Base asfáltica: **Concreto Asfáltico Convencional de graduación continua, Estabilidad Marshall 2000 Lbf; EAC = 420.000psi; a1= 0.434 (En 1 /pulg)**
e=?cm; a2=0.14	**Capa Base Granular: Base granular estabilizada CBR ≥ 100 % (30.000 a 40.000psi); a2 = 0.14 (En 1/pulg.)**
e=?cm; a3=0.12	**Capa Sub Base Granular: Sub Base granular estabilizada CBR ≥ 80 % (17.000psi); a3 = 0.12 (En 1/pulg.)**
e =20 cm	Capa Mejoramiento de SR: Capa de Suelo Agregado CBR≥15% para un grado de compactación del 98% de la D.S.max obtenida en el ensayo Proctor normal T-99 $Mr_{diz} = 68,03MPa = 9867\ PSI$ con espesor 20cm
Terraplén hasta -0.20 SR A-7-6; A-6 CBR≥5%	**Núcleo del terraplén hasta -0.20m de la SR: Base de asiento de terraplén con material del sitio o bancos de préstamo CBR≥5% para un grado de compactación del 98% de la D.S.max obtenida en el ensayo Proctor normal T-99**

Para el diseño estructural del pavimento, se ha definido un periodo de análisis de 10 años. Seguidamente se desarrolla la metodología de diseño utilizando los parámetros determinados precedentemente, de la misma manera que se ha indicado en el informe de revisión del proceso licitatorio, con la misma expectativa de Ejes equivalentes de diseño considerados en el orden de **4.888.445 EE.**

VERIFICACION DE DISEÑO (PERIODO 10 AÑOS) - PAVIMENTO FLEXIBLE

Aplicando los valores obtenidos para las diferentes variables se ilustra abajo la ventana gráfica del software específico de la especialidad de Diseño de Pavimentos con el resultado:

Ing. Mariano Ar...
Supervisor
MOPC

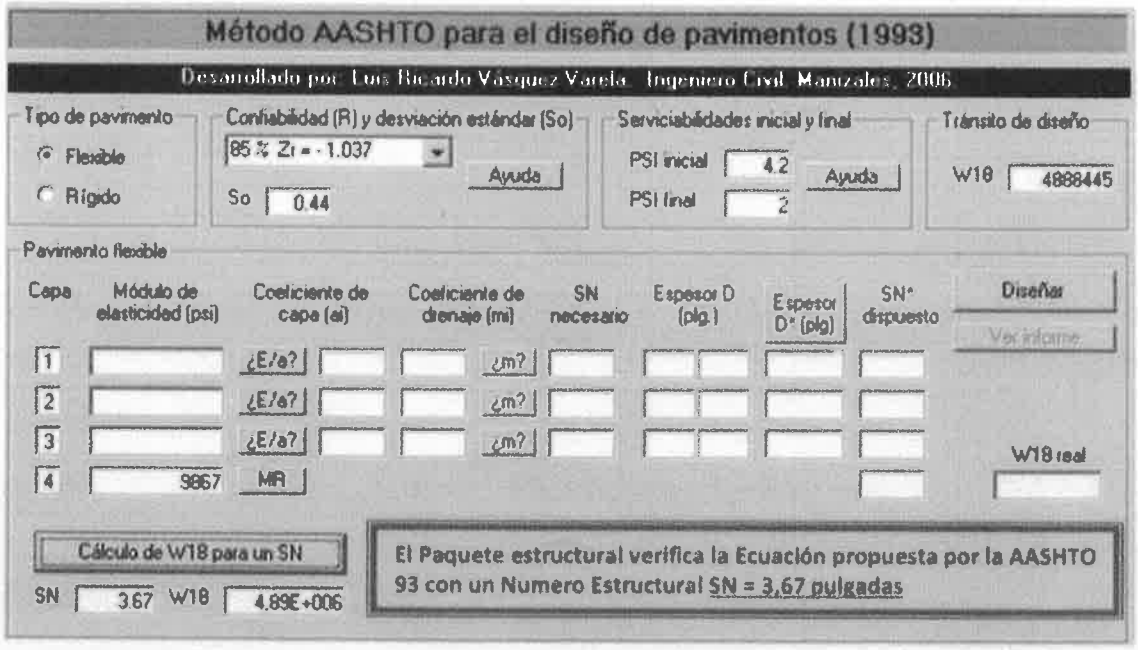
Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Oscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)



La ventana gráfica obtenida en la captura de pantalla, indica la necesidad de valores de un número estructural **SN_{nec}=3,67** expresados en pulgadas para los ejes equivalentes de diseño de **4.888.445 ESAL's**, producto del paso de los ejes equivalentes de diseño para 10 años (1era. etapa de construcción), considerado un valor de confiabilidad compuesta en el orden de R_E=85%.

Debido a las condiciones de asiento que se mejoran con la capa de mejoramiento de la sub rasante **CBR≥15%**, que proporciona al sistema un valor de módulo superior comparado al de la condición del proyecto original, es comprensible que las expectativas de número estructural requerido disminuyan, lo que en consecuencia permite al paquete de firmes revisar los espesores componente para alcanzar los valores de número estructural calculado de **SN=3,67 Pulgadas**.

A continuación, **se presentan los espesores del paquete original propuesto** en base a los documentos de la licitación.

Ing. Maximo [illegible]
Supervisor de [illegible]
MOPC

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

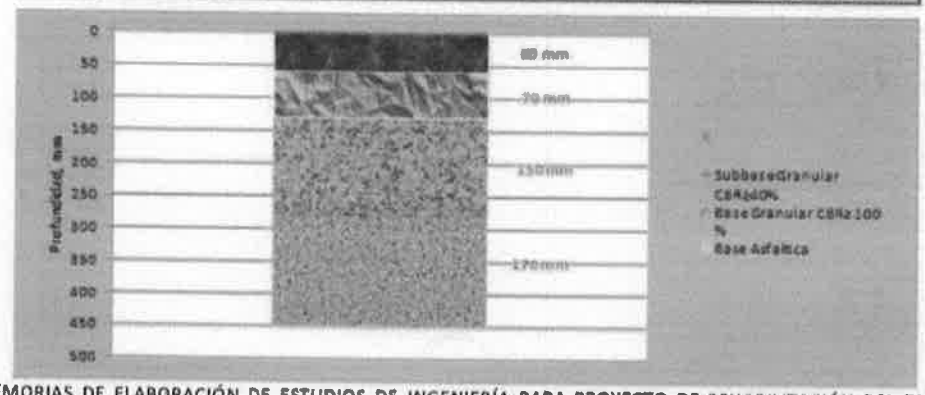
CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Óscar [illegible] A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

CAPA ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO	ESPESOR DE CAPA	COEFICIENTE DE APORTE ESTRUCTURAL (ai)	COEFICIENTE DE DRENAJE (mi)	APORTE ESTRUCTURAL	VERIFICACION CAPA X CAPA
Carpeta de C°A°	60 mm	0,44		1,04	OK
Base Asfaltica	70 mm	0,43		1,19	OK
Base Granular CBRa 100 %	160 mm	0,14	1,00	0,83	
Subbase Granular CBRa40%	170 mm	0,12	1,00	0,80	
Total	460 mm	SNd		3,86	OK. SNd ≥ SNn



Fuente: MEMORIAS DE ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA PARA PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL TRAMO RUTA PY06 -KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ, DEPARTAMENTO DE ITAPÚA" elaborado por la consultora DG INGENIERIA SRL en Mayo / 2021, Página 119

Se plantean las siguientes capas con las recomendaciones de espesores mínimos en base a la guía de diseño en función a los ejes equivalentes esperados, para ello se propone la verificación de la estructura con los espesores y características de capa que se detallan en los documentos del proceso licitatorio que a continuación responden a la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

VALORES DE APORTE ESTRUCTURAL POR CAPA - METODO AASHTO '93 - CALZADA PRINCIPAL - LOTE 2

CAPA	DESCRIPCION	ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA CONSTRUIRLA			ESPESOR		Coeficiente de aporte de capa (ai)	Coeficiente de drenaje (mi)	SN
		T.E. E.T.	Modulo (psi)	Relación modulos sub-base	(in Base)	(in Pulg.)	(in Pulg.Lbf.)		
1	Carpeta de Concreto Asfáltico	CAC - Estabilidad Marshall 2100 Lbf	435.000	1,04	6	2,36	0,44		1,038
2	Base Concreto Asfáltico	CAC - Estabilidad Marshall 2000 Lbf	420.000	14,00	7	2,76	0,434		1,198
3	Base Granular	BGE (90-10) CBRa100%	30.000	1,76	15	5,91	0,14	1,00	0,827
4	Sub Base Granular	Sub Base (70-30) CBRa80%	17.000	1,72	17	6,69	0,12	1,00	0,803
5	Mejoramiento de la Sub Rasante	Suelo Agregado CBRa15% desde cota -20cm de la SR	9.867		20	7,87	0	1,00	0
								SN_{eff}	3,866

SN_{nec} = 3,670 ≤ SN_{eff} = 3,866 ⇒ VERIFICA !!!
ESALS 4.888.445 EE

Este paquete estructural propone un número estructural revisado de SN_{eff}=3,866Pulgadas, que satisface la necesidad de **SN_{nec}= 3,67 Pulgadas**, que fue calculada a partir de los valores de módulo compuesto de la sub rasante con la incorporación de la capa de suelo agregado con CBR≥15% con valores de Mr_{dis} = **$68,03 MPa = 9867\ PSI$.**

Ing. Mariana Ruiz
Supervisora de MOPC

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Ing. Horacio Acosta Solor

Ing. Oscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Se concluye que el sistema verifica la ecuación de diseño propuesta por la Guía de Diseño de la AASHTO' 93, con valores que superan los requerimientos mínimos que fueron calculados.

PERTINENCIA DE LA VERIFICACION POR CAPAS

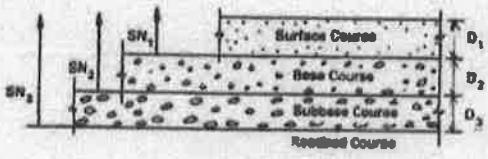
El método de diseño AASHTO 1993, condiciona la verificación por capas de la estructura del pavimento, cuando el módulo de alguna de las capas subyacentes a las capas asfálticas (entiéndase base granular o sub base granular) tenga un valor menor a 40.000 psi, conforme se aprecia en la siguiente captura de pantalla extraída de la fuente de consulta de la especialidad localizada en el **numeral 3.1.5 Layered design analysis** de la AASHTO Guide for Design Pavement Structures, 1993.

3.1.5 Layered Design Analysis

It should be recognized that, for flexible pavements, the structure is a layered system and should be designed accordingly The structure should be designed in accordance with the principles shown in Figure 3 2. First, the structural number required over the roadbed soil should be computed In the same way, the structural number required over the subbase layer and the base layer should also be computed, using the applicable strength values for each By working with differences between the computed structural numbers required over each layer, the maximum allowable thickness of any given layer can be computed For example, the maximum allowable structural number for the subbase material would be equal to the structural number required over the subbase subtracted from the structural number required over the roadbed soil In a like manner, the structural numbers of the other layers may be computed The thicknesses for the respective layers may then be determined as indicated on Figure 3 2

It should be recognized that this procedure should not be applied to determine the SN required above subbase or base materials having a modulus greater than 40,000 psi For such cases, layer thicknesses of materials above the "high" modulus layer should be established based on cost effectiveness and minimum practical thickness considerations

(**Fuente:** Numeral 3.1.5 de la Guía de Diseño de estructuras de pavimentos de la AASHTO 1993)



$$D^*_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN^*_1 = a_1 D^*_1 \geq SN_1$$

$$D^*_2 \geq \frac{SN_2 - SN^*_1}{a_2 m_2}$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 \geq SN_2$$

$$D^*_3 \geq \frac{SN_3 - (SN^*_1 + SN^*_2)}{a_3 m_3}$$

1) a, D, m and SN are as defined in the text and are minimum required values

2) An asterisk with D or SN indicates that it represents the value actually used, which must be equal to or greater than the required value

Figure 3.2. Procedure for Determining Thicknesses of Layers Using a Layered Analysis Approach

Fuente: AASHTO Guide for Design Pavement Structures, 1993

A partir de estas aclaraciones, y atendiendo la pertinencia de la verificación por capas ya que los valores de módulo elegidos por el revisor para las capas de base granular y sub base granular se basan en los parámetros originales del proyecto licitado, y considerado los valores típicos para caracterizar a

Ing. Martín Kallas
Supervisor de Obras
MOPC

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Osvaldo Cancecedo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benz

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

estas capas granulares no ligadas, se considera oportuno con criterio conservador realizar el procedimiento de verificación por capas en igualdad de condiciones que el revisor del proyecto original. Aplicando los valores indicados en la siguiente planilla de cálculo, se aprecian los resultados de la verificación por capas conforme lo indicado por la Guía de Diseños de la AASHTO'93.

AASHTO FLEXIBLE PAVEMENT DESIGN
SN Determination

Design Inputs

W18 =	4.888.445	*ESALs Applications Over Design Period*	Typ. Range 0.1 to 80 million
R =	85 %	*Reliability*	Typ. Range 80 to 95%
So =	0,44	*Standard Deviation*	Typ. Range 0.3 to 0.5
MR =	9.867 psi	*Subgrade Resilient Modulus*	Typ. Range 3000 to 9000 psi
Pi =	4,2	*Initial Serviceability*	Typ. Range 4.4 to 4.8
Pt =	2	*Terminal Serviceability*	Typ. Range 2.0 to 3.0

DESIGN SN = 3,670

AASHTO FLEXIBLE PAVEMENT DESIGN
Layer Thickness Determination Using Layered Analysis Approach

1. Enter applicable information in cells C13 through F20
2. For the first layer, use the E of the next lower layer as the MR in the inputs box below this table and enter the resulting layer SN
3. The minimum layer thickness is calculated in column H. Enter the "practical" layer thickness in column I.
4. Repeat steps 2 and 3 for each layer, always using the E of the next lower layer as the MR in the inputs box spreadsheet below this table.
5. Check to ensure resulting SN meets or exceeds required SN
6. Note that this procedure is not valid if any layer beneath layer 1 has an E greater than 40,000 psi

CAPA No.	Descripción	Coeficiente de capa, a	Coeficiente de Drenaje, m	"E" Módulo Elástico, psi	SN usando "E" de la siguiente capa inferior en el cuadro de entrada que continua	Espesor mínimo de capa, D, Pulgadas	Espesor de capa verificada, D, Pulgadas	Numero Estructural SN
Capa 1	Carpeta de concreto asfáltico con polímeros EM 2100 Lbf	0,44	1,00	435.000	0,79	1,80	2,36 SI	1,04
Capa 2	Base de concreto asfáltico en caliente EM 2000 Lbf	0,434	1,00	420.000	2,23	2,74	2,76 SI	1,20
Capa 3	Base Granular Estabilizada CBR> 100%	0,140	1,00	40.000	3,04	5,75	5,91 SI	0,83
Capa 4	Sub Base Granular CBR>80%	0,12	1,00	17.000	3,67	5,06	6,69 SI	0,80
Subrasante	Subrasante de Suelo Agregado CBR>20% MRdis = 11947psi	N/A	N/A	10.655	N/A	N/A	N/A	N/A
					Total Pavement Thickness inches	15,36	17,72	3,87 Calculated SN 3,67 SN to Match

EL DISEÑO SI VERIFICA POR CAPAS

En la ventana gráfica presentada se aprecia los siguientes resultados:

Para la **capa Carpeta de concreto asfáltico** con espesor 6cm (2,36 pulgadas) **es suficiente**, requiriendo solamente 4.57cm (1,80 pulgadas).

Para la **capa Base de concreto asfáltico** con espesor 7cm (2,76 pulgadas) **es suficiente** requiriendo solamente valores de espesor en el orden de 6,96cm (2,74 pulgadas).

Para la **capa base granular estabilizada** con espesor 15cm (5,91 pulgadas) **es suficiente,** requiriendo solamente valores de espesor en el orden de 14,61cm (5,75 pulgadas), aun considerando valores de módulo límite de 40000psi para la capa base granular estabilizada como se mencionó anteriormente.

Para la capa **sub base granular** con espesor 17cm (6,69 pulgadas) **es suficiente**, requiriendo solamente valores de espesor de 12,85cm (5,06 pulgadas).

Ing. Mariana Rubli
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Ing. Oscar Tagoaida A.
Ingeniero Presidente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

La guía de diseño de pavimentos de la AASHTO 1993 recomienda espesores de 6 pulgadas (15,24cm), para las capas granulares de base y sub base, para rangos de ejes equivalentes entre 2.000.000 a 7.000.000 ESAL's, conforme la tabla extraída de la fuente de consulta de la especialidad.

Minimum Thickness (Inches)

Traffic, ESAL's	Asphalt Concrete	Aggregate Base
Less than 50,000	1 0 (or surface treatment)	4
50,001-150,000	2 0	4
150,001-500,000	2 5	4
500,001-2,000,000	3 0	6
2,000,001-7,000,000	3 5	6
Greater than 7,000,000	4 0	6

Fuente: AASHTO Guide for Design Pavement Structures, 1993

En tal sentido se considera pertinente **mantener los mismos valores de espesor** para la Base granular con 15cm y la sub base granular con 17cm.

Finalmente, con la comprobación realizada, el paquete estructural propuesto se sustenta para la verificación estructural considerando los parámetros de entrada para la Guía de Diseño de Pavimentos de la AASHTO 1993, y es similar a la ya utilizada en la revisión de diseño del proceso licitatorio quedando integrado el sistema por las siguientes capas:

PARA LA CALZADA DE LA TRAZA PRINCIPAL - LOTE 2

e=6cm; a1=0.44	Capa Carpeta de rodadura: Concreto asfáltico en caliente Convencional de graduación continua, Estabilidad Marshall 2100 Lbf; E_{AC} = 435.000psi; a1= 0.44 (En 1 /pulg); espesor = 6cm
e=7cm; a1=0.43	Capa Base asfáltica: Concreto Asfáltico Convencional de graduación continua, Estabilidad Marshall 2000 Lbf; E_{AC} = 420.000psi; a1= 0.434 (En 1 /pulg); espesor= 7cm
e=15cm; a2=0.14	Capa Base Granular: Base granular estabilizada CBR≥100 % (30.000 a 40.000psi); a2 = 0.14 (En 1/pulg); espesor= 15cm
e=17cm; a3=0.12	Capa Sub Base Granular: Sub Base granular estabilizada CBR≥80 % (17.000psi); a3 = 0.12 (En 1/pulg); espesor = 17cm
e =20 cm	Capa Mejoramiento de SR: Capa de Suelo Agregado CBR≥15% para un grado de compactación del 98% de la D.S.max obtenida en el ensayo Proctor normal T-99 $Mr_{dis} = 68,03MPa = 9867\ PSI$ con espesor 20cm
Terraplén hasta -0.20 SR A-7-6; A-6 CBR≥5%	Núcleo del terraplén hasta -0.20m de la SR: Base de asiento de terraplén con material del sitio o bancos de préstamo CBR≥5% para un grado de compactación del 98% de la D.S.max obtenida en el ensayo Proctor normal T-99

SN_{eff} = 3,87 pulgadas (Incluye verificación por capas)

ESAL's = 4.888.445 EE (para 10 años de vida útil)

Ing. Mariano ...
Supervisora de C.
MOPC

Ing. Oscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACIÓN
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

3. Conclusiones

3.1. Consideraciones finales de Revisión

PARA EL PAQUETE ESTRUCTURAL DEL TRAZADO PRINCIPAL LOTE 2:

- **Materiales para Terraplén y Mejoramiento de Sub rasante:**

Se ha procedido a la Revisión de los documentos de proceso licitatorio, y revisadas las estructuras planteadas, con la incorporación de nuevos materiales a nivel de sub rasante, ante potenciales mezclas de materiales seleccionados con mezclas de suelo predominante en el lugar A-7-6 y agregados para conformar un suelo agregado caracterizado con índice soporte CBR≥15% al 98% de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo de compactación Proctor Normal T-99, a ser construido en una capa controlada de 20cm (de cota -20cm de SR a 0.00 de SR).

Esto permite sincerar el desempeño de los materiales **en base a las recomendaciones del Manual de Carreteras del Paraguay**, para la transición de las capas con materiales seleccionados sobre materiales de bajo valor soporte como los que predominan en la zona.

De esta manera la propuesta configura la construcción del núcleo del terraplén hasta cotas de -0.20m de la SR, con los materiales especificados como aptos para el ítem 2.4 terraplén.

Con esta propuesta se mejoran las condiciones de desempeño estructural a nivel de sub rasante con valor calculado de $Mr_{dis} = 68,03MPa = 9867\ PSI$ **superando las condiciones originales** del proyecto del proceso licitatorio con valores que indicaban expectativas de $Mr_{dis} = 61.04MPa = 8853PSI$ para el LOTE 2 - TRAMO: RUTA PY06 - KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ (de Prog. 27+580 a Prog. 57+400).

Esto se traduce en una **notable mejoría en el desempeño estructural de la base de asiento a nivel de subrasante,** que recibirá al paquete estructural para atender los ejes equivalente de diseño en el período establecido de 10años, además de atender las recomendaciones de construcción de los coronamientos de los terraplenes establecidos en el Manual de Carreteras del Paraguay Revisión 2019, Unidad 3 Diseño de Carreteras Volumen 3.2 Diseño Estructura del Carreteras, Capítulo 3.2.2 Diseño de la Super Estructura o Pavimentos, página 481.

- **Revisión de los ejes equivalentes de diseño:**

Las consideraciones de la determinación del pronóstico de tránsito y el espectro de cargas que lo represente en el período de diseño de 10 años, deberán ser revisados posteriormente en un nuevo escenario, **ya que las expectativas originales de valoración del efecto de daño de configuraciones de camiones pesados pueden estar por debajo de las expectativas,** atendiendo la omisión de ciertas configuraciones de carretas graneleras que no forman parte del espectro de cargas valorado por el revisor del proyecto utilizado en el proceso licitatorio.

Para la presente revisión se ha utilizado las mismas expectativas y predicciones establecidas en la memoria de ingeniería con los ejes equivalente de diseño a 10 años de **4.888.445 ESAL's.**

- **Paquete Estructural propuesto:**

Se resumen a continuación el resultado de la evaluación obtenida de la Memoria de Diseño Estructural de Pavimentos en base a la metodología de diseño de estructuras de pavimentos de la AASHTO 1993.

Ing. Óscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

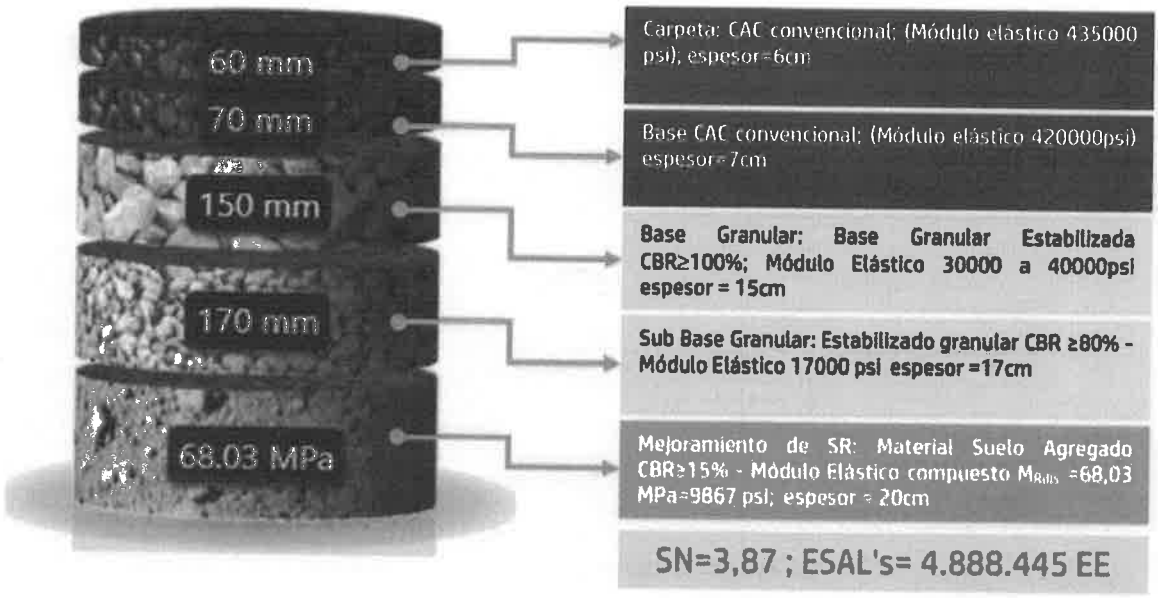
Dirección de Obras
MOPC

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benza

Memoria de Revisión de Pavimentos
LOTE 2 - Ruta PY06 - Kressburgo - Carlos Antonio López
Prog. 27+580 a Prog. 57+400 (Longitud = 29,82Km)

Seguidamente se presenta el esquema multicapas constructivo del Paquete Estructural propuesto para la Traza principal - LOTE 2.

Esquema multicapas constructivo propuesto
Pavimento Flexible - LOTE 2 - TRAMO: RUTA PY06 - KRESSBURGO - CARLOS ANTONIO LOPEZ (de Prog. 27+580 a Prog. 57+400 L=29,82Km)



Ing. Mariana Kalk
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Benzo

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Óscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Nota DV N° 1927 /2024

Asunción, 06 de Mayo del 2024

CONSORCIO NUEVA GENERACIÓN
Luis A. de Herrera 1424 c/ Pai Pérez,
Asunción, Paraguay.
Presente

Ref. PR-L1105. "LLAMADO MOPC N° 92/2021 - CONTRATO SG MINISTRO Nº 241/2022 MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DEL TRAMO EMPALME RUTA 6 - EMPALME CORREDOR DE EXPORTACION (KIMEX R6 - FRUTIKA - CARLOS ANTONIO LOPEZ)". ID N° 402400

Objeto: ORDEN DE EJECUCIÓN N° 01.

Me dirijo a ustedes en atención al contrato de la referencia a fin de emitir la **ORDEN DE EJECUCIÓN N° 01** a las modificaciones referente a drenajes y obras de arte, según informe hidrológico e hidráulico, presentado por la fiscalización al MOPC mediante expediente MEU N° 14211/2024.

En tal sentido, por Nota O-CSC/CPR-676/2024, con fecha 22 de abril de 2024 el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) emite su **No Objeción Parcial** a las modificaciones del componente contractual "4.Drenaje y Protección de la Plataforma" y "C.Ítems nuevos según informe Hidrológico", y solicita remitir a la brevedad posible el Convenio Modificatorio N° 01 incluyendo el mencionado ítem a fin de otorgar la No Objeción correspondiente, por lo cual esta Dirección solicita que el Convenio Modificatorio N° 01 sea presentado al MOPC en un plazo de 10 (diez) días hábiles de recibida la presente nota.

Los trabajos ejecutados por la Contratista sujetos a esta Orden de Ejecución, serán formalizados y podrán ser certificados una vez presentado y aprobado el Convenio Modificatorio N° 01, las modificaciones introducidas serán financiacas con Fondo Externo BID.

Sin otro particular, hago propicia la ocasión para saludarlos atentamente.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES - DIRECCION DE VIALIDAD

Ing. Rene Alejandro Peralbo Gonzalez
DIRECTOR DE VIALIDAD
DV

Se adjunta copia de Nota O-CSC/CPR-676/2024 del BID.

09-05-24

Ing. Oscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Alejandro Bordón
Coordinador
UER - BID - DV

DocuSign Envelope ID: 899D5E1C-5E2D-4AB4-9B2F-4482E1AD9B70

BID

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
REPRESENTACIÓN EN PARAGUAY

O-CSC/CPR-676/2024
22 de abril de 2024

Sra. Patricia González
Directora de Crédito Público
Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
pgonzalez@mopc.gov.py
Asunción, Paraguay

Ref.: Contrato de Préstamo 3837/OC-PR. Programa de Mejoramiento y Conservación de Corredores Viales (PR-L1105). *Solicitud no objeción orden de ejecución Contratos Enrique Diaz Benza Cano y Consorcio Nueva Generación.*

De nuestra consideración:

Recibimos la nota DCP N.° 236/2024 del 17 de abril del 2024, mediante la cual solicitan la no objeción parcial del Banco al Informe de Hidrología de los contratos S.G. Ministro N°234/2022 firmado con la contratista Enrique Diaz Benza Cano, ejecutora de las Obras de Mejoramiento y Rehabilitación del tramo empalme Ruta 6 – empalme corredor de exportación (Kimex R6 – Frutika – Carlos Antonio López) Lote 1; y S.G. Ministro N°241/2022 firmado con la contratista Consorcio Nueva Generación, ejecutora de las Obras de Mejoramiento y Rehabilitación del tramo empalme Ruta 6 – empalme corredor de exportación (Kimex R6 – Frutika – Carlos Antonio López) Lote 2, ejecutado en el marco del Programa referenciado.

Al respecto, luego de revisar la documentación remitida, le informamos que el Banco no tiene comentarios adicionales que formular al Informe de Hidrología e Hidráulica, por lo que nos encontramos en condiciones de emitir la No Objeción parcial al Convenio Modificatorio de los Lotes 1 y 2, para el componente contractual "*4. Drenaje y Protección de la Plataforma*" y "*C. Ítems nuevos según informe Hidrológico"* según el siguiente detalle:

Contratista	Descripción	Monto Contractual	Incremento por Estudio Hidrológico	Monto Total Final	% de Incremento
EDB Construcciones	Monto de Obra	82.074.279.268	2.450.458.520	84.524.737.788	2,986%
	Suma Provisional	6.150.000.000	0	6.150.000.000	0%
	Total	**88.224.279.268**	**2.450.458.520**	**90.674.737.788**	**2,778%**
Consorcio Nueva Generación	Monto de Obra	97.940.341.421	1.375.812.465	99.316.153.886	1,405%
	Suma Provisional	6.150.000.000	0	6.150.000.000	0%
	Total	**104.090.341.421**	**1.375.812.465**	**105.466.153.886**	**1,322%**

Asimismo, se solicita remitir a la brevedad posible el Convenio Modificatorio N.° 1 que deberá incluir este ítem para no la objeción correspondiente.

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Oscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. [illegible]
Supe[illegible] de Obras
MOPC

DocuSign Envelope ID: 899D5E1C-5E2D-4AB4-9B2F-4482E1AD9B70

BID

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
REPRESENTACIÓN EN PARAGUAY

O-CSC/CPR-676/2024
22 de abril de 2024

La no objeción mencionada se refiere únicamente a la compatibilidad del procedimiento utilizado con las políticas del Banco y no constituye un compromiso efectivo de desembolsar recursos del financiamiento, en tanto no se cumplan todos los requisitos del mismo.

Reciba nuestros cordiales saludos.

DocuSigned by:
Cruz Moreno, Paula
9D818FF2E2E14EE...

Paula Cruz Moreno
Especialista Senior de Transporte

Ing. Adriana Rallus
Supervisora de Obras
MOPC

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Óscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

JULIO C. BAREIRO M.
Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia

INFORME TÉCNICO

1. INTRODUCCIÓN

En este informe se presenta el parecer técnico con relación a los suelos de la traza de la obra "Proyecto de Rehabilitación del Tramo Cruce Kimex – Frutika – Carlos Antonio Lopez. Lote 2 Kressburgo. Progresiva 27+580 a Progresiva 57+400. Longitud 28,82 Km. Departamento de Itapúa. Región Oriental.

2. UBICACIÓN DE LA OBRA.

El la imagen de más abajo, se puede apreciar el trazado de la obra, la misma fue extraída del programa informático Google Earth y que me fuera facilitada por la empresa Contratista. Como se puede ver la obra se desarrolla íntegramente el el Departamento de Itapua.

Imagen 1. Trazado de la Obra.

3. GEOLOGÍA DEL AREA.

Según el Mapa Geológico del Paraguay, Proyecto PAR 83/005 y su Texto Explicativo, el área de implantación de la Obra, pertenece a una extensa área de derrames de basaltos que cubren en la Cuenca del Paraná, regional, un área de 800.000 Km^2 y en la Región Oriental de Paraguay cerca de 25.000 Km^2.

En la **Imagen 2,** se puede notar en sombreado el área que abarca los basaltos de la Formación Alto Paraná en el la Región Oriental, presentado por De Salvo (1990).
Como se puede notar el trazado de la obra se encuentra en el área mencionado.

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

ING. ALCIDES J. CÁCERES VARGAS
Director de Fiscalización

Imagen 2. Area cobertura de la Formación Alto Paraná.

Eligio Ayala N° 912 – Fernando de la Mora
Celular: 0981 462.432 – ingjuliobareiro77@gmail.com

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Arq. José M. Díaz Benza

Ing. Roberto Arriola
Superintendente
Consorcio Nueva Generación

Ing. Óscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Óscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Mariana Rallue
Supervisora de Obras
MOPC

JULIO C. BAREIRO M.
Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia

En el perfil de meteorización se representa a todos lo materiales que se han formado en el lugar a partir de la roca madre, en este caso basáltica, y que incluye la roca alterada y el suelo residual como se puede apreciar en la **Imagen 3,** presentado por De Salvo.

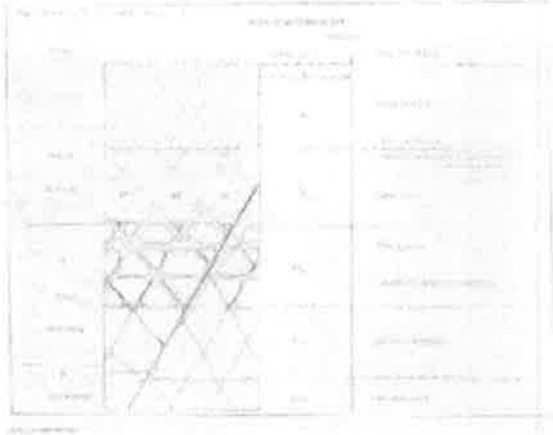


Imagen 3. Perfil de meteorización de las rocas basálticas de la Formación Alto Paraná.

El suelo residual, representado en el cuadro de la **Imagen 3**, como **ARCILLAROJA – I_1**, siendo este el suelo maduro, formado principalmente por arcillas limosas, y su clasificación en general dentro de **MH** y **CH**, en el Sistema "Unificado de Clasificación de Suelo" (SUCS) y en el Sistema "Highway Research Board" (HRB), **A-7-6.**
Los máximos espesores de este horizonte son de alrededor de 25 m, pero usualmente es de alrededor de 10 m. Los rasgos distintivos de este tipo de suelo lo constituyen el fuerte color rojo, el contenido elevado de la facción arcillosa y su plasticidad media a elevada.

4. ENSAYOS REALIZADOS.

Se han colectados muestras, de tres sitios, por medio de calicatas a cielo abierto, en las Progresivas **36+580**, **41+580** y **46+500**. En la tabla se presenta los resultados obtenidos.

PROGRESIVA	CLASIFICACION H.R.B	ENSAYO PROCTOR		CBR
		g_d (KN/m³)	W_{op} (%)	(%)
Prog. 36+580	A-7-6	16,15	29,5	8,9
Prog. 41+580	A-7-6	16,10	29,0	8,9
Prog. 46+500	A-7-6	15,10	25,3	10

5. CONCLUSIÓN.

Teniendo en cuenta el tipo de materia de los suelos de traza, de acuerdo a los ensayos de clasificación de suelos, en los tres casos, según el Sistema de Clasificación HRB, son del tipo A-7-6, los resultados del Ensayo Proctor y del Ensayo CBR arrojaron valores muy similares. Así mismo atendiendo el origen geológico de estos suelos, siendo esto del tipo residual del basalto y el derrame basáltico abarca una gran área en la Región Oriental, por lo tanto, se puede concluir que, en toda el área de la obra, se tendrá suelos de la traza muy similares.
En el anexo se presenta las planillas de los ensayos.
ES MI INFORME.

Fernando de la Mora, 16 de noviembre de 2023.

ING. ALCIDES J. CÁCERES VARGAS
Director de Fiscalización

Ing. Roberto Arriola
Superintendente
Consorcio Nueva Generación

Ing. Julio C. Bareiro M.
Reg. Prof. 1604

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Eligio Ayala N° 912 – Fernando de la Mora
Celular: 0981 462 432 – mgjuliobareiro@gmail.com

JULIO CESAR BAREIRO MONTIEL
Firmado digitalmente por JULIO CESAR BAREIRO MONTIEL
Fecha: 2023.11.16 23:59:22 -03'00'

Ing. Óscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

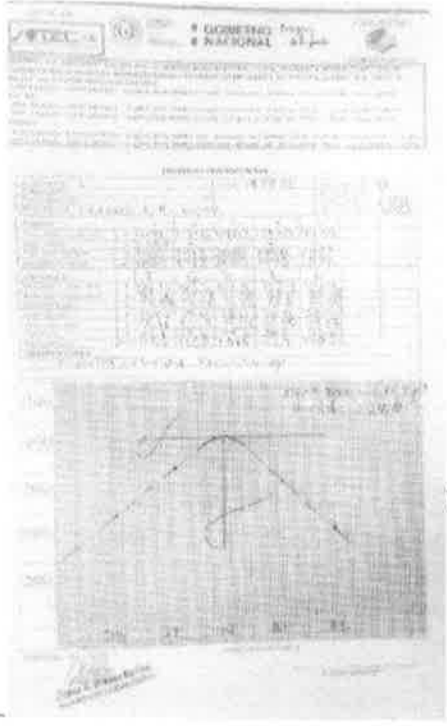
Ing. Óscar Figueredo
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

CONSORCIO NUEVA GENERA
Representante Leg.
Arq. José M. Díaz De

Ing. Mariana Rallus
Supervisora de Obras
MOPC

JULIO C. BAREIRO M.
Ingeniero Civil Especialista en Geotecnia

PROGRESIVA 41+580



ING. ALCIDES J. CÁCERES VARGAS
Director de Fiscalización

CONSORCIO NUEVA GENERACIÓN
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Barrio

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Eligio Ayala N° 912 – Fernando de la Mora.
Celular: 0981 462.432 – ingjuliobareiro@gmail.com

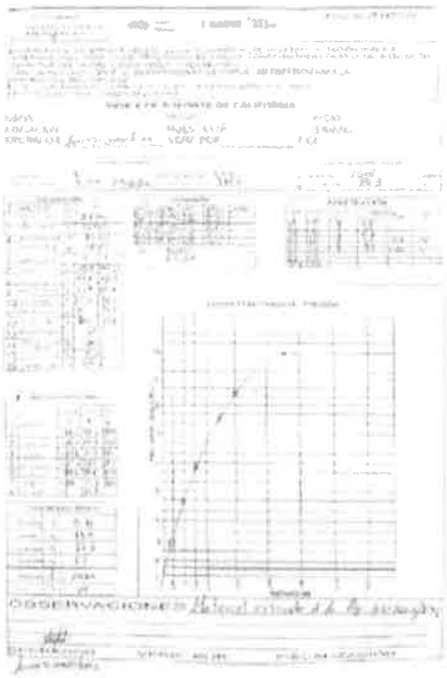
Ing. Óscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Roberto Arriola
Superintendente
Consorcio Nueva Generación

Ing. Mariana Rollue
Supervisora de Obras
MOPC

JULIO C. BAREIRO M.
Ingeniero Civil Especialista en Geotecnia

PROGRESIVA 46+500



ING. ALCIDES J. CÁCERES VARGAS
Director de Fiscalización

CONSORCIO NUEVA GENERACION
Representante Legal
Arq. José M. Díaz Gerardi

Eligio Ayala N° 912 - Fernando de la Mora.
Celular: 0981 462.432 - ingjuliobareiro@gmail.com

Ing. Roberto Arriola
Superintendente
Consorcio Nueva Generación

Ing. Jacinto R. Arriola
Superintendente

Ing. Oscar Figueredo A.
Ingeniero Residente
Consorcio Fiscalizador del Sur

Ing. Mariana Rollus
Supervisora de Obras
MOPC