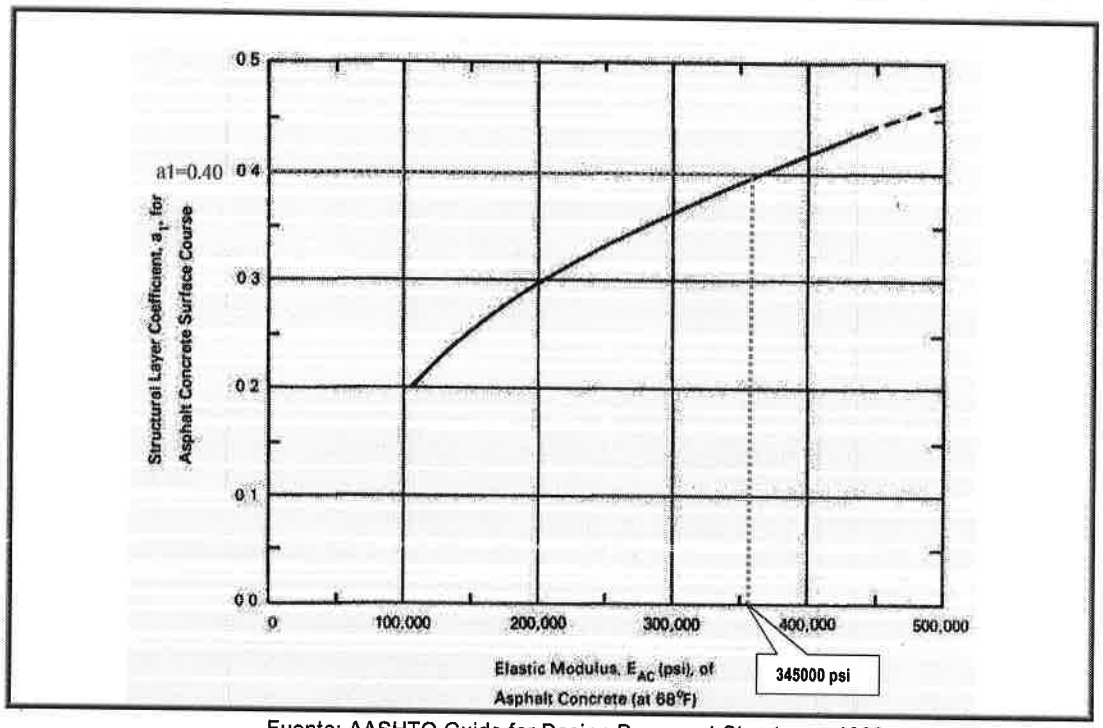


Fuente: AASHTO Guide for Design Pavement Structures, 1993

Diagrama de correlación para estimación del numero estructural de capa a_1=0.40 (en 1/pulg) para Base de concreto asfáltico en base a su módulo elástico E_{AC}.

CAPA BASE GRANULAR

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 a_2= 0,14 (En 1/pulg) ó su equivalente a_2= 0.055 (En 1/cm), el cual correspondería a un material con un modulo elástico de 30.000 psi.

La siguiente tabla gráfica extraída de la Guía de Diseño de Pavimentos AASHTO 93, que correlaciona los valores de coeficiente de capas a_2 en función al CBR y al Módulo de elasticidad del material expresado en x1000 psi.

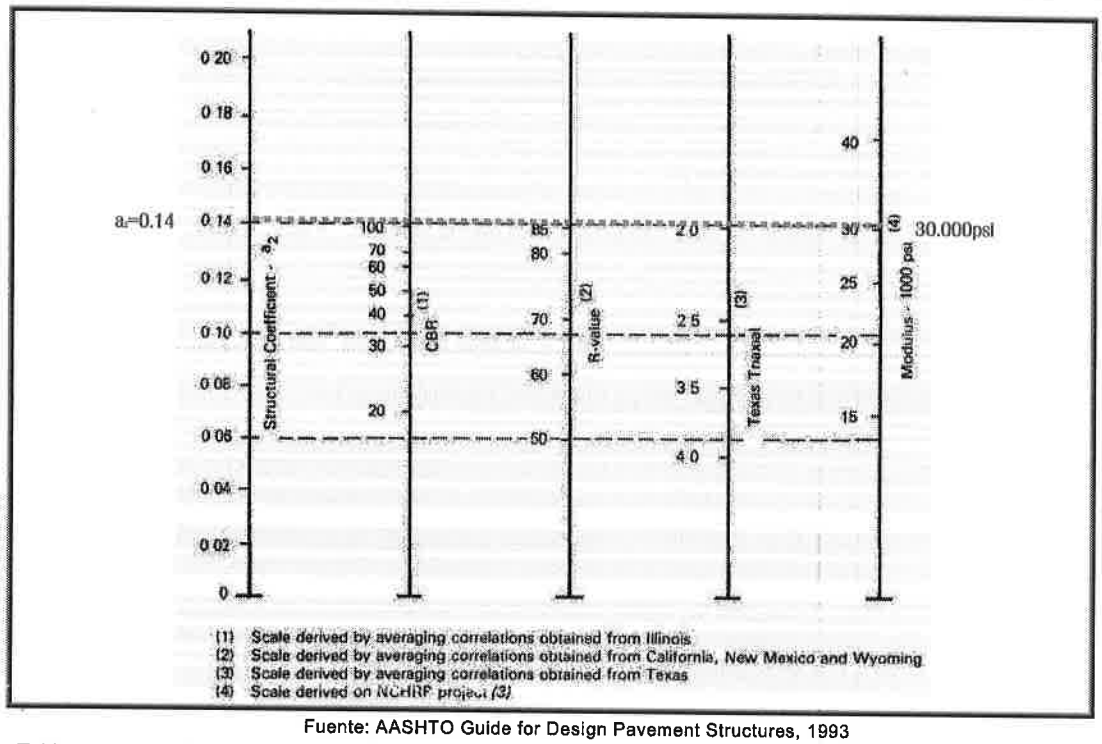
CONSORCIO

Ing. Pedro Fernández

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

edb Construcciones

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.



Fuente: AASHTO Guide for Design Pavement Structures, 1993

Tabla de correlación de los valores estimados del coeficiente de capa base granular a_2=0.14 (en 1/pulg) en función al CBR.-

CAPA DE SUB BASE GRANULAR

Según se aprecia fue especificado un material estabilizado granulométricamente, con un valor CBR≥80%.

La caracterización estructural de esta capa para sub base granular, por el Método AASHTO 1993, considera un coeficiente de aporte estructural de capa de a_3= 0,133 (En 1/pulg) ó su equivalente a_3 = 0.052 (En 1/cm), el cual correspondería a un material con un modulo elástico de 19.400 psi.

Para la determinación de la correlación entre el valor de coeficiente de aporte (a_3) de la capa Sub Base granular en función al CBR se ha recurrido a la siguiente expresión de la fuente de consulta de la especialidad Manual de Carreteras del Paraguay - Revisión 2019, Unidad 3 - Diseño de Carreteras - Pag. 486:

$$a_3 = 0{,}058.\mathrm{CBR}^{0{,}32}$$

Para CBR≥80% $\Rightarrow$ $a_3 = 0{,}058.80^{0{,}32} = 0.133$ (En 1/Pulg)

En la memoria de ingeniería se ha identificado el valor de coeficiente de capas a_3 con expectativas menores en el orden de a_3=0,12, coincidente con las recomendaciones del Manual de Carreteras del Paraguay en la Tabla 3.2_1, que caracteriza un material con índice soporte

CONSORCIO edb Construcciones Ing. Pedro Fernández
Ing. Horacio Acosta Soler Ingeniero Civil
Ing. Hugo Colmán R. Supervisor UEP - BID - DV M.O.P.C.

en el orden de CBR ≥ 40%, es decir que por más que la capacidad soporte de la capa individual sea mayor, la posición en la que ocupa dentro del sistema multicapas lo condiciona a atender un desempeño limitado para un coeficiente de aporte de 0,12.

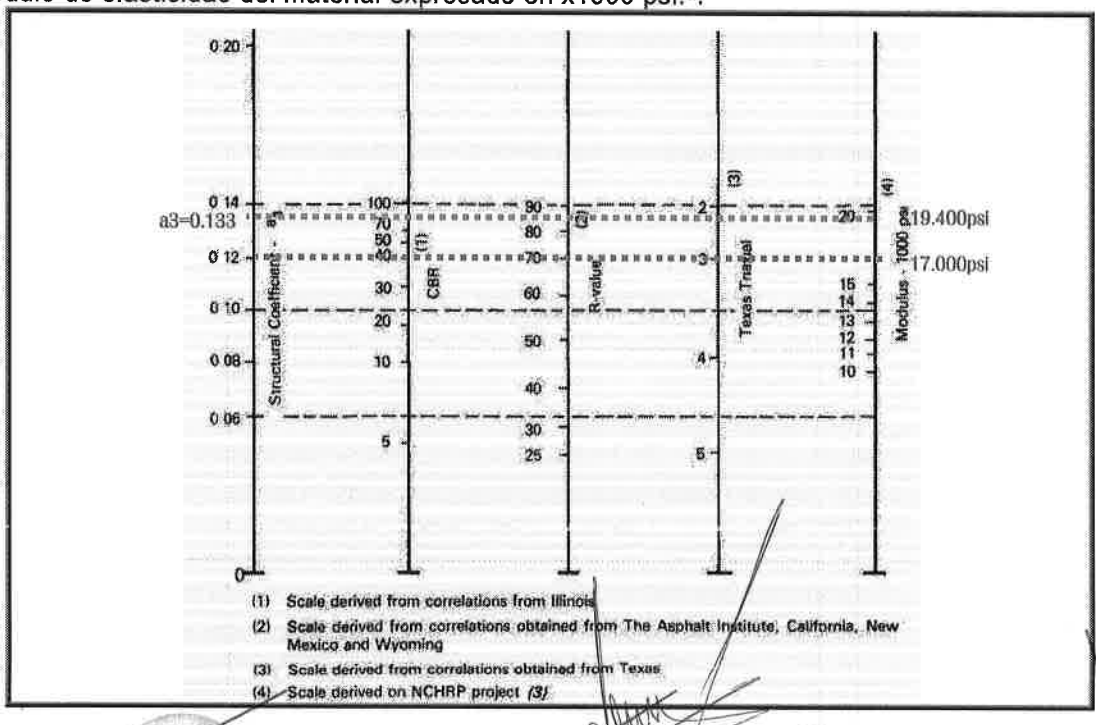
Tabla 3.2_13. COEFICIENTES ESTRUCTURALES PARA LAS CAPAS DE PAVIMENTO

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 a_3= 0,12 (En 1/pulg) ó su equivalente a_3 = 0,047 (En 1/cm) en igualdad de criterios con el revisor del proyecto.

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 a_4 en función al CBR y al Módulo de elasticidad del material expresado en x1000 psi.-.



Ing. Pedro Fernández
Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil
Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
MOPC
Construcciones

Fuente: AASHTO Guide for Design Pavement Structures, 1993

Tabla de correlación de los valores estimados del coeficiente de capa sub base granular con a_3=0.12 (en 1/pulg) en función al CBR que se diseña para una expectativa límite de CBR 40%

Como el valor de la capa está limitada para a3=0,12 (En 1/Pulg) que corresponde a expectativas de materiales con CBR≥40% (módulo aproximadamente igual a 168MPa≈24366PSI) conforme las consideraciones de cálculo, las expectativas de valor soporte que fueron obtenidas son suficientes y satisfacen los valores de módulo que le corresponden a la capa.

La ilustración de abajo representa el sistema multicapa propuesto para la propuesta utilizando suelo de la traza como terraplén con los parámetros de desempeño mencionados más arriba:

- **PARA LA CALZADA DE LA TRAZA PRINCIPAL Y ACCESO A PUERTO MBOPICUA**

	e=? cm; a_1=0.44	**Capa Carpeta de rodadura:** Concreto asfáltico en caliente de graduación continua Estabilidad Marshall 2100 Lbf; E_{AC} = 435.000psi; a_1= 0.44 (En 1 /pulg)
	e=? cm; a_1=0.40	**Capa Base asfáltica:** Concreto Asfáltico Convencional de graduación continua, Estabilidad Marshall 1700 Lbf; E_{AC} = 345.000psi; a_1= 0.40 (En 1 /pulg)
	e=? cm; a_2=0.14	**Capa Base Granular:** Base granular estabilizada CBR ≥ 100 % al 98% de la D.S.M. obtenida en el ensayo T-180 (M_R=30.000 a 40.000psi); a_2 = 0.14 (En 1/pulg)
	e=? cm; a_3=0.12	**Capa Sub Base Granular:** Sub Base granular estabilizada CBR ≥ 80 % al 98% de la D.S.M. obtenida en el ensayo Proctor T-180. (M_R=17.000psi); a_3 = 0.12 (En 1/pulg)
	e =30 cm	**Capa Mejoramiento de SR:** Capa de Suelo Ripio CBR ≥ 25% al 97% de la D.S.M. obtenida en el ensayo Proctor T-180 $Mr_{dis} = 88,25MPa = 12800\ PSI$
	Terraplén hasta -30 SR CBR≥5%	**Núcleo del terraplén hasta -30 de la SR:** Base de asiento de terraplén con material del sitio o bancos de préstamo CBR ≥ 5% al 97% de la D.S.M. obtenida en el ensayo Proctor 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 nueva expectativa revisada de Ejes Equivalentes en el orden de 4.171.494 ESAL's.**

CONSORCIO

Ing. Pedro Fernández

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Construcciones

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
O.P.C.

VERIFICACION DE DISEÑO (PERIODO 10 AÑOS) - PAVIMENTO FLEXIBLE

Para efectuar la aplicación de la Formula de la Guía de pavimentos de la AASHTO 93, utilizamos la herramienta disponible en línea **EqAASHTO93** desarrollado por el Ingeniero Luis Ricardo Vásquez Varela de la Universidad Nacional de Colombia:

ECUACIONES AASHTO 1993 – EqAASHTO93 ver 2.0

CONCEPCIÓN Y EJEMPLOS DE APLICACIÓN
Octubre de 2000 – Enero de 2004.

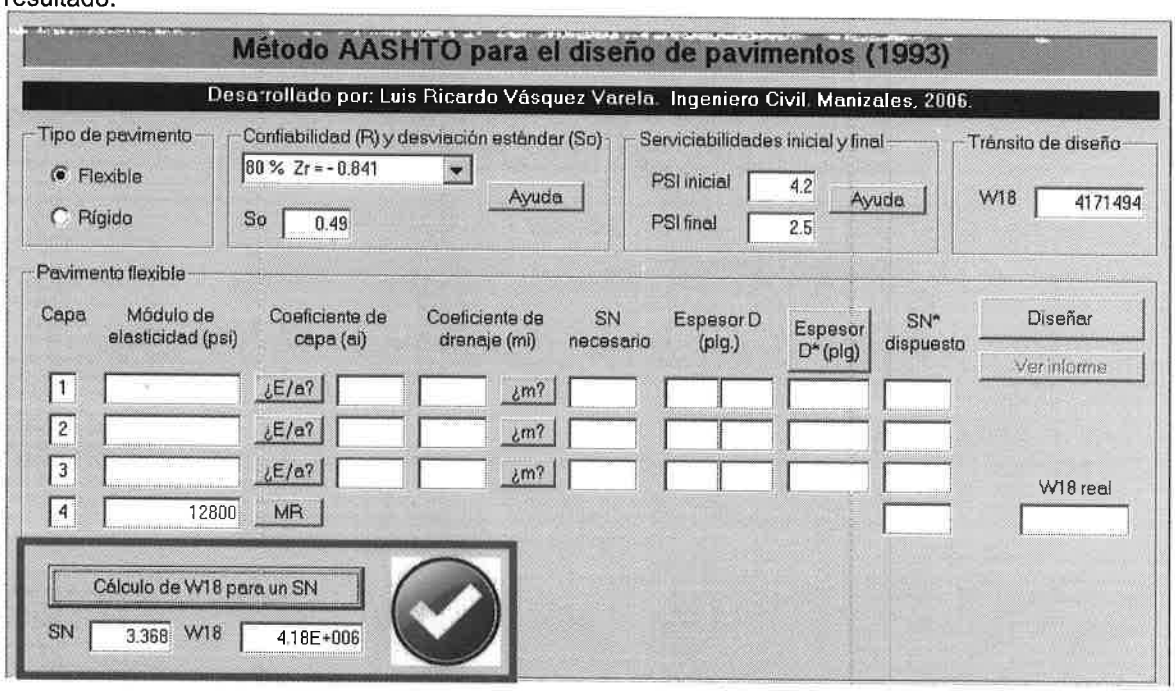
Por:

Luis Ricardo Vásquez Varela
Ingeniero Civil. Especialista en Vías y Transporte.
Universidad Nacional de Colombia.

INTRODUCCIÓN

EqAASHTO93 es un programa desarrollado en Visual Basic 6.0 para Windows. Su objetivo primordial es resolver las ecuaciones de la Guia AASHTO de Diseño de Pavimentos de 1993 para el dimensionamiento de pavimentos flexibles y rígidos.

Aplicando los valores obtenidos para las diferentes variables se ilustra abajo la ventana gráfica con el resultado:



La ventana gráfica obtenida en la captura de pantalla, indica la necesidad de valores de un número estructural **SN $_{eff}$ = 3,368** expresados en (pulg) para el espectro de cargas producto del paso de los ejes equivalente de diseño para la primera etapa de construcción, considerado un valor de confiabilidad compuesta en el orden de R_E=80%, y una expectativa de **4.171.494 ESAL's.**

A partir de este valor que representa la caracterización total del sistema multicapas revisado, se plantearán las capas propuestas en las recomendaciones de espesores mínimos en base a la guía de diseño en función a los ejes equivalentes esperados.

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Pedro Fernández

Construcciones

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

Se platea la verificación de la siguiente estructura con los espesores y características de capa que se detallan a continuación a partir de la siguiente expresión para la traza principal y el acceso al Puerto Mbopicua:

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

VALORES DE APORTE ESTRUCTURAL POR CAPA - METODO AASHTO '93 - TRAZA PRINCIPAL

CAPA	DESCRIPCION	ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA CONSTRUIRLA			ESPESOR		Coeficiente de aporte de cada capa (ai)	Coeficiente de drenaje (mi)	SN
		E.E.T.T.	Modulo (psi)	Relación modular entre capas	En (cm)	En (Pulg.)	En (Pulg.$^{-1}$)		
1	Carpeta de Concreto Asfáltico	CAC - Estabilidad Marshall 2100 Lbf	435.000	1,26	4	1,57	0,44		0,691
2	Base Concreto Asfáltico	CAC - Estabilidad Marshall 1700 Lbf	345.000	11,50	6	2,36	0,40		0,944
3	Base Granular	BGE (90-10) CBR≥100%	30.000	1,76	19	7,48	0,14	1,00	1,047
4	Sub Base Granular	SBGE (70-30) CBR≥80%	17.000	1,33	20	7,87	0,12	1,00	0,944
5	Mejoramiento de la Sub Rasante	Ripio de cantera CBR≥25% desde cota -30cm de la SR	12.800		30	11,81	0		0
								SN_{eff}	3,626

SN_{nec} = 3,368 ≤ SN_{eff} = 3,626 ⇒ **VERIFICA !!!**
ESALS 4.171.494 EE

Como se alcanzan los valores establecidos de número estructural original de **SN=3,626Pulgadas** con los aportes estructurales de las capas de proyecto original, se supera la nueva necesidad calculada a partir de los valores de módulo compuesto de la sub rasante con la incorporación de la capa de suelo ripio con CBR≥25% con valores de $\mathrm{Mr_{dis}} = \mathbf{88,25}\boldsymbol{MPa} = \mathbf{12800}\ \boldsymbol{PSI}$, que arroja expectativas de **SN_{nec}= 3,368 Pulgadas.**

Como **se propone modificar y mejorar la condición de asiento del paquete estructural con la incorporación de la capa de suelo ripio**, mejorando en consecuencia el valor de módulo compuesto de la sub rasante, **esto se traduce en que el número estructural del sistema baje** a SN= 3,368 pulgadas.

El aporte de cada capa integrante del paquete estructural, logra atender una expectativa de SN=3,626 pulgadas, **donde las expectativas de ejes equivalentes de diseño aumentan en consecuencia**.

De mantener la misma estructura propuesta en proceso licitatorio, esto ayuda a esperar un mayor número de pasadas de ejes equivalentes, que de alguna manera u otra, **colaboran a bajar parte de la incertidumbre de la determinación del tránsito de diseño y de los valores atribuidos al factor de daño para la configuración de camiones pesados**, que fueron introducidos en la revisión de diseño del paquete estructural del proceso licitatorio.

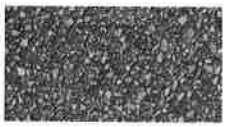
Se concluye que **el sistema verifica la ecuación de diseño propuesta por la Guía de Diseño de la AASHTO' 93**, con valores que superan los requerimientos mínimos que fueron calculados en la actual revisión, **para el espectro de cargas que a juicio de criterios se ofrece como el más representativo al Corredor Agro industrial que se debe construir**.

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

edb Construcciones
Ing. Pedro Fernández

Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

- **PARA LA CALZADA DE LA TRAZA PRINCIPAL Y ACCESO A MBOPICUA**

	e=4 cm; a_1=0.44	**Capa Carpeta de rodadura**: Concreto asfáltico en caliente de graduación continua Estabilidad Marshall 2100 Lbf; E_{AC} = 435.000psi; a_1= 0.44 (En 1 /pulg); espesor = 4cm
	e=6 cm; a_1=0.40	**Capa Base asfáltica**: Concreto Asfáltico Convencional de graduación continua, Estabilidad Marshall 1700 Lbf; E_{AC} = 345.000psi; a_1= 0.40 (En 1 /pulg); espesor= 6cm
	e=19 cm; a_2=0.14	**Capa Base Granular**: Base granular estabilizada CBR ≥ 100 % al 98% de la D.S.M. obtenida en el ensayo T-180 (M_R=30.000 a 40.000psi); a_2 = 0.14 (En 1/pulg); espesor= 19cm
	e=20 cm; a_3=0.12	**Capa Sub Base Granular:** Sub Base granular estabilizada CBR ≥ 80 % al 98% de la D.S.M. obtenida en el ensayo Proctor T-180. (M_R=17.000psi); a_3=0.12 (En 1/pulg); esp= 20cm
	e =30 cm	**Capa Mejoramiento de SR**: Capa de Suelo Ripio CBR ≥ 25% al 97% de la D.S.M. obtenida en el ensayo Proctor T-180. $Mr_{dis} = 85,25MPa = 12800\ PSI$; espesor= 2 capas de 15cm
	Terraplén hasta -30 SR CBR≥5%	**Núcleo del terraplén hasta -30 de la SR:** Base de asiento de terraplén con material del sitio o bancos de préstamo CBR ≥ 5%.

SN_{nec} = **3,626 Pulgadas** (NO incluye verificación por capas)

ESAL's = **4.171.494 EE**

Ing. Pedro Fernández
edb Construcciones

CONSORCIO

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

PAQUETE DE FIRMES EVALUADO PARA LA TRAZA PRINCIPAL Y ACCESO A PUERTO MBOPICUA

PAQUETE DE FIRMES
LOTE 1 - CORREDOR AGRO INDUSTRIAL
PROG. 0+000 A 26+000 TRAZA PRINCIPAL Y ACCESO A PUERTO MBOPICUA

[redacted]

Carpeta: CAC modificado c/ polímeros (Módulo elástico 435000 psi); Modified bitumen PMB 45/80-65 Type AM3; esp=4cm

Base: CAC Convencional; esp=6cm (Módulo elástico 345000 psi)

Base Granular: Base Granular Estabilizada CBR≥100%; Módulo Elástico 30000 a 40000psi esp. = 19cm

Sub Base Granular: Sub Base Granular estabilizada CBR ≥80% - Módulo Elástico 17000 psi esp.=20cm

Mejoramiento de SR: Material Suelo Ripio de cantera CBR≥25% - Módulo Elástico compuesto=12800psi; esp.=2 capas x 15cm

Ing. Pedro Fernández
Construcciones

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP MOPC

CONSORCIO

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

3. Revisión Acceso a Colonia Volendam

edb Construcciones
Ing. Pedro Fernández

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

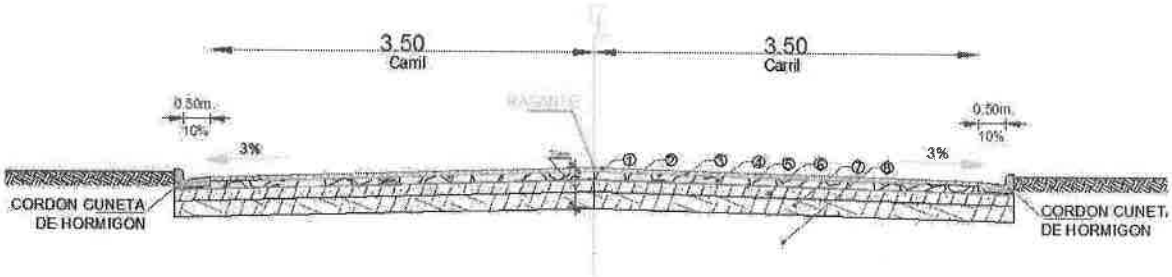
Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

3.1. CONSIDERACIONES DE TRANSITO SOLICITANTE Y PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA REVISIÓN

Se ha procedido a la revisión de los documentos de proceso licitatorio, en base a las informaciones disponibles en la plataforma web del portal de contrataciones, a partir de esto **no se ha encontrado informaciones** que relacionen o justifiquen las consideraciones de tránsito particular del acceso a ZONA URBANA de la colonia Volendam, ya que la sección transversal tipo indicada tiene un sistema multicapas diferente al que fue desarrollado por el revisor del proyecto en la traza principal.

SECCION TIPO

ZONA URBANA–VOLENDAM



REFERENCIA	
① CARPETA C° ASFALTICO C/ POLIMERO e= 5 cm	⑤ SUB-BASE GRANULAR (CBR ≥ 80%) e= 20 cm
② RIEGO DE LIGA	⑥ SUB-RASANTE MEJORADA (CBR ≥ 15%) e= 30 cm
③ RIEGO DE IMPRIMACIÓN	⑦ SUELO COMUN - C.B.R. IGUAL O MAYOR A 5%
④ BASE GRANULAR (CBR ≥ 100%) e= 16 cm	

En base a estas informaciones pasaremos a establecer el aporte estructural de cada capa en analogía a lo ya considerado en la traza principal, las consideraciones de caracterización por cada capa, en base a los parámetros diseño con la misma normativa utilizada por el revisor.
De esta manera a partir de las prestaciones estructurales resultantes, se determinará la expectativa del número estructural, y en consecuencia los ejes equivalente de diseño esperados para el período de diseño planteado.
Valorando las condiciones de diseño adoptadas en la revisión de proyecto del proceso licitatorio se tiene que:

- **CONSIDERACIONES DE DISEÑO**
  - Normativa utilizada : AASHTO 1993
  - Período de Diseño adoptado : 10 años en 2 etapas de construcción
  - Confiabilidad total de proyecto : Cr = 80% (se ha considerado 2 etapas)
  - N° de Etapas de Diseño : 2 Etapas
  - Confiabilidad de diseño : 90%

Ing. Hugo Colmán R
Supervisor
UEP/BID - DV
M.O.P.C.

Ing. Pedro Fernández
Construcciones

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

- Desviación Standard : 0,49
- Indice de Serviciabilidad inicial : p_0 = 4,20
- Indice de Serviciabilidad final : p_i = 2,50
- Número estructural necesario : SN=3,62
- Valor Soporte de SR (compuesto) : 10958 PSI

Fuente: Memoria de Ingeniería elaborado por DG INGENIERIA SRL en Marzo 2021, Página 64

- **PAQUETE DE FIRMES LICITADO**

Conforme los datos revisados el sistema multicapas está conformado de la siguiente estructura para la traza principal de donde rescatamos los valores de coeficiente de aporte por capa:

CAPA ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO	ESPESOR DE CAPA	COEFICIENTE DE APORTE ESTRUCTURAL (a_i)
Carpeta de C°A°	40 mm	0.44
Base Asfaltica	60 mm	0.40
Base Granular CBR≥ 100 %	190 mm	0.14
Subbase Granular CBR ≥ 80 %	200 mm	0.12
Subrasante Mejorada CBR ≥ 15 %	300 mm	
Terraplen	[illegible]	

Fuente: Memoria de Ingeniería elaborado por DG INGENIERIA SRL en Marzo 2021, Página 64

Valorando cada capa con el espesor indicado en la sección tipo y aplicando los mismos valores de caracterización estructural se tiene que:

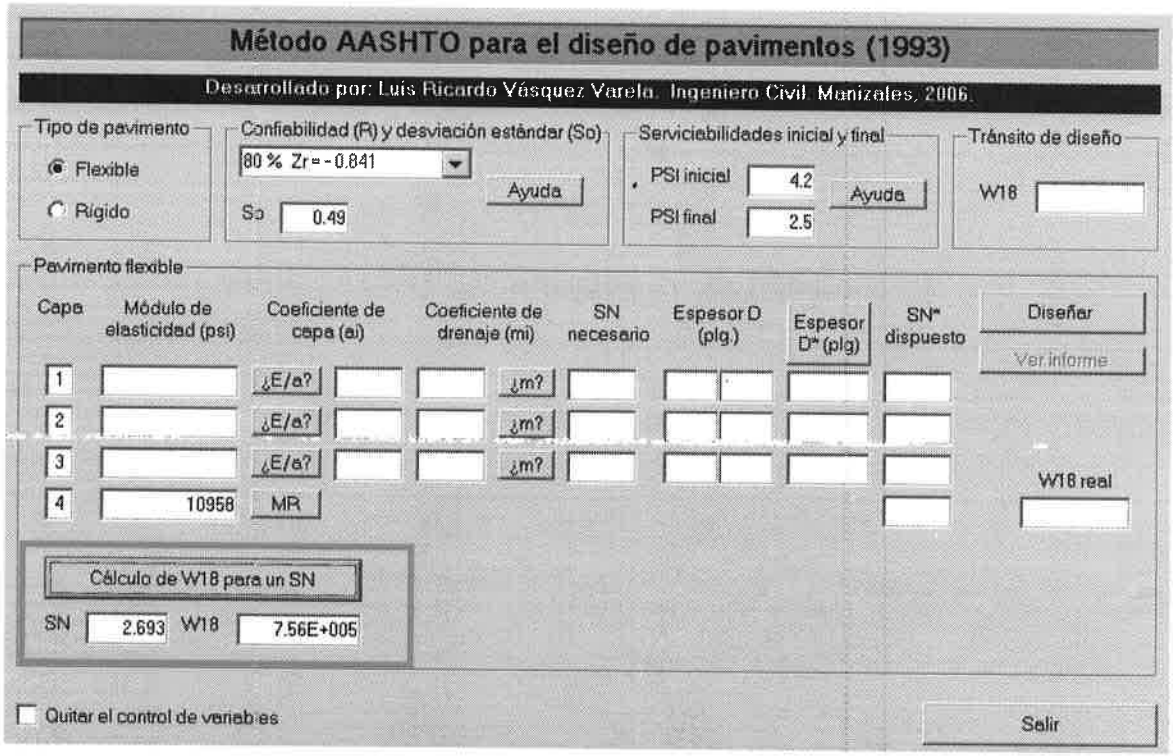
VALORES DE APORTE ESTRUCTURAL POR CAPA - METODO AASHTO '93									
CAPA	DESCRIPCION	ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA CONSTRUIRLA			ESPESOR		Coeficiente de aporte de capa (ai)	Coeficiente de drenaje (m)	SN
		E.E.T.T.	Módulo (psi)	Relación modular entre capas	En (cm)	En (Pulg.)	En (Pulg. 10°)		
1	Carpeta de Concreto Asfáltico	CAC - Estabilidad Marshall 2100 Lbf	435.000	14,50	5	1,97	0,44		0,867
2	Base Granular	BGE (90-10) CBR≥100%	30.000	1,76	16	6,30	0,14	1,00	0,882
3	Sub Base Granular	BGE (70-30) CBR≥80%	17.000	1,55	20	7,87	0,12	1,00	0,944
4	Mejoramiento de la Sub Rasante	MATERIAL CBR≥15% desde cota - 30cm de la SR	10.958		30	11,81	0	1,00	0
								SN_{eff}	2,693
		SN_{nec} =	2,693		≤	SN_{eff} =	2,693	⇒ VERIFICA !!!	
		ESALS	756.000 EE						

edb Construcciones
Ing. Pedro Fernandez

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO



Se ha determinado que para las condiciones de aporte de cada capa el sistema arroja una expectativa de un **Número estructural SN=2,693** que equivale con las consideraciones de diseño a **756.000 Ejes Equivalentes en un período de 10 años**.

De esta manera aplicando los valores en base a la normativa utilizada AASHTO 93, se ha determinado la expectativa del espectro de cargas que se pretende verificar para la revisión propuesta.

De la misma manera como se procedió con la presente revisión para la traza principal y del Acceso al Puerto Mbopicua, se procederá a realizar la propuesta de alternativas para atender el tránsito solicitante para el período de diseño establecido en 10años.

edb Construcciones
Ing. Pedro Fernández

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - B.D. - DV
M.O.P.C.

También se llevará en consideración las nuevas prestaciones de materiales de los materiales estudiados para la capa de asiento del paquete de firmes ya sea para el mejoramiento de la sub rasante con el Suelo Ripio como lo fue especificado, a partir de las caracterizaciones en laboratorio con expectativas de mejorar el valor del módulo compuesto de diseño originalmente adoptado en el proceso licitatorio, o de considerar valores con mejor desempeño a nivel de sub rasante como asiento del paquete de firmes, atendiendo que los resultados auspiciosos obtenidos en los ensayos con penetrómetros DCP obtenidos en la campaña de estudios geotécnicos, **que han arrojado valores promedio en el orden de CBR≥28%** para las pistas dentro de la zona urbana de la colonia Volendam (Ver Anexo A - Ensayos con Penetrómetros DCP en la Traza)

Complementando las informaciones recabadas como se ha mencionado en apartados anteriores las expectativas de los suelo a nivel de fundación (por debajo de la sub rasante) **ofrecen las garantías suficientes para contar con materiales de muy buena calidad** en el trazado urbano de la colonia Volendam, los valores rescatados del Informe de la memoria de ingeniería del Contrato MOPC S.G. MINISTRO Nº 164/2013 " Servicios de Consultoría para la Elaboración de Diseño Final de Ingeniería de Obras Viales. Paquete II elaborado por la Consultora de Ingeniería Alto Paraguay S.A., en cuyo capítulo de estudios geotécnicos de la traza han caracterizado los materiales disponibles para terraplén o como base de asiento del acceso a Volendam con los siguientes valores de capacidad soporte expresados en % CBR.

- En el Acceso Volendam (materiales por debajo de la Sub rasante de enripiado actual)

Ing. Pedro Fernández
edb Construcciones

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

Consorcio

Tramo S-N Volendam:

Progresiva	*CBR Traza*	*Tipo de suelo*
0+000	10,3	A-6
1+000	15,7	A-4 á A-6
1+500	27,1	A-4

Tramo W-E Volendam:

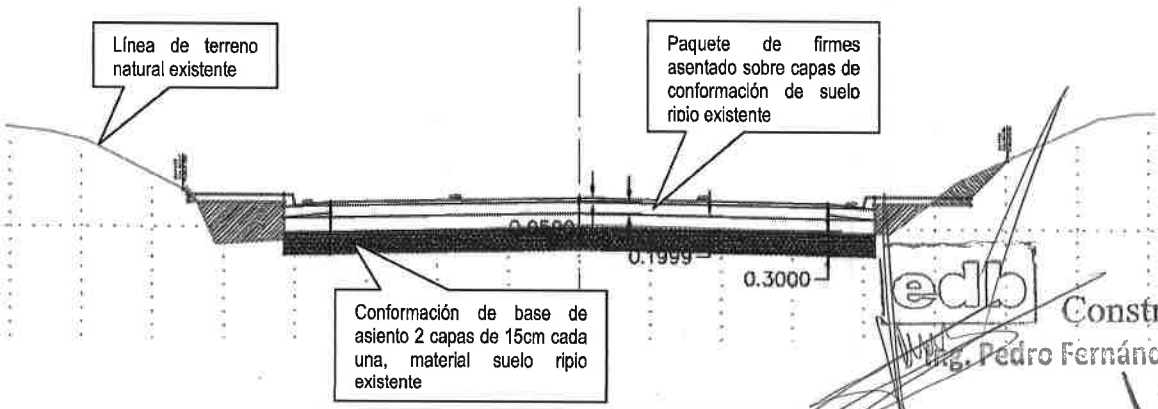
Progresiva	*CBR Traza*	*Tipo de suelo*
0+000	15	A-6
1+000	15	A-6
2+000	8	A-7-6

Valores de CBR_{prom}= 15,18%

Como los resultados valorados a partir de estas fuentes de consulta, y los resultados de los ensayos en las pistas construidas con enripiado encargados para la presente revisión, actualmente ofrecen muy buenos materiales con desempeño estructural, que **no necesitan incurrir con capas de mejoramiento a niveles de sub rasante** como lo indican las guías de diseño cuando las caracterizaciones son menores a CBR=10%.

El planteamiento de la presente revisión de proyecto pretende adaptar las cotas para atender que parte del procesamiento en caja, sea realizado en la misma capa de ripio existente disponible en la traza, conformando de esta manera una capa de asiento con materiales granulares con control de densidad, que garantice el grado de compactación especificado y lograr desempeños que satisfagan valores que superen un índice de capacidad soporte de CBR≥15% con expectativas de llegar inclusive a CBR≥28%.

La ilustración de la sección típica en el Acceso Volendam plantea el procesamiento del ancho de la plataforma en caja con un espesor de trabajo de 30cm (con 2 capas controladas de 15cm cada una) la que busca optimizar los materiales existentes para el ancho requerido en el diseño, de esta manera evitar sustituir un material con muy buenas condiciones soporte como base de asiento al paquete de firmes que se pretende verificar.



Fuente: Elaboración propia DATUM INGENIERIA S.A.

edb Construcciones
Ing. Pedro Fernández

CONSORCIO

Ing. Horacio Adosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

Con **criterio conservador y amparados en los resultados de ensayos** presentados en el presente informe, se considera apropiado caracterizar los **materiales de asiento a nivel de sub rasante con un valor soporte de CBR≥15%**, en las verificaciones estructurales para las alternativas constructivas a ser planteadas a continuación.

Determinación del Módulo resiliente a nivel de la sub rasante - Acceso a Colonia Volendam:

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

$M_R = 22{,}1.\ 15^{0{,}55}$ = 98 MPa = **14214 PSI**

NOTA: La determinación del Módulo resiliente es realizada aplicando la expresión propuesta por la AASHTO 93 que correlaciona el modulo 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, Pag. 486.

3.1.1. Sistema Multicapas pavimento flexible con capa de base y sub base granular, asentadas sobre sub rasante con material CBR≥15%

Se propone básicamente, considerar el sistema multicapas de la revisión de proyecto indicada en el proceso licitatorio con características ya definidas, **eliminando la capa de mejoramiento de sub rasante con CBR≥15% con espesor de 30cm** originalmente consideradas en el proceso licitatorio del paquete estructural indicado para el Acceso a la Colonia Volendam.

A continuación se detalla las caracterizaciones especificadas en base a los materiales y características de desempeño estructural que se detalla:

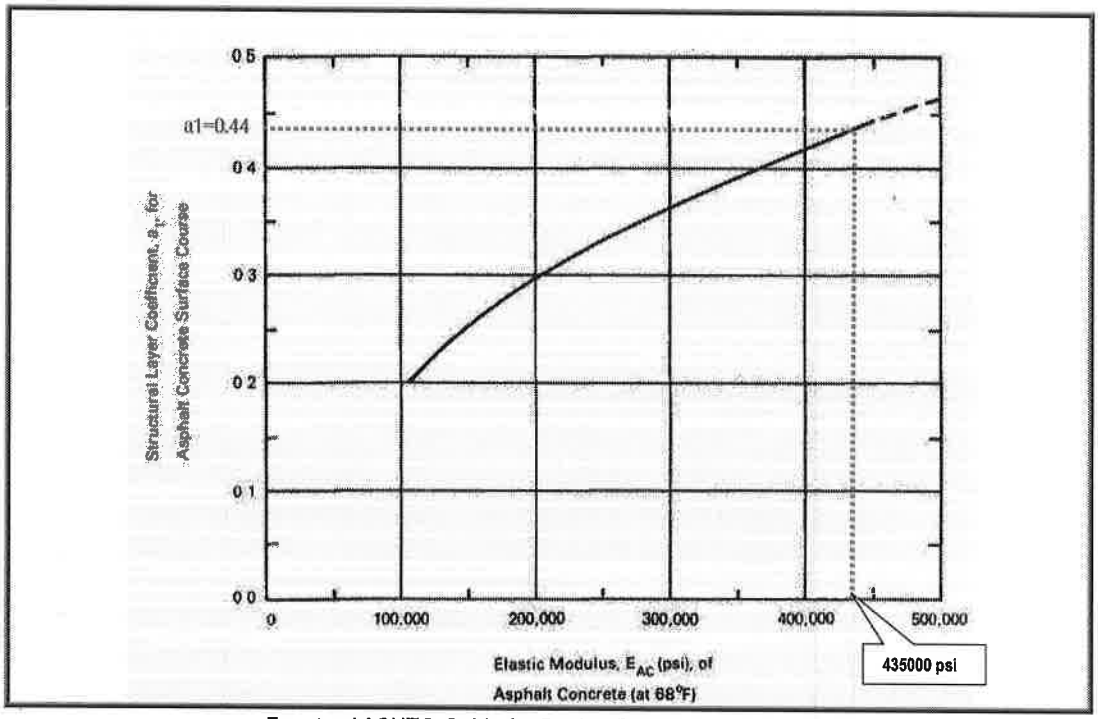
CAPA DE RODADURA

A ser construida con **concreto asfaltico modificado con polímeros** (CAC+polimero), diseñado para tráfico pesado.

La **caracterización estructural** de esta capa está representada en el Método AASHTO 1993, por el coeficiente de aporte estructural **a_1= 0,44 (en 1/Pulg) ó su equivalente 0,173 (en 1/cm)**, el cual correspondería a un material con un modulo elástico de 435.000 psi. (Mezcla de CAC Convencional con una estabilidad Marshall 2100 Lbf).

La siguiente tabla gráfica extraída de la Guía de Diseño de Pavimentos AASHTO 93, correlaciona los calores de coeficiente de capas a_1 en función al Módulo de elasticidad E_{AC} del material expresado en psi.-

Ing. Pedro Fernández — Ing. Horacio Acosta Soler, Ingeniero Civil — Ing. Hugo Colmán, Supervisor EP - BID - D, M.O.P.C.



Fuente: AASHTO Guide for Design Pavement Structures, 1993

Diagrama de correlación para estimación del Número Estructural de capa a_1=0.44 (en 1/pulg) para carpeta de concreto asfáltico en base a su módulo elástico E_{AC}.

CAPA BASE GRANULAR

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 a_3= 0,14 (En 1/pulg) ó su equivalente a2= 0.055 (En 1/cm), el cual correspondería a un material con un modulo elástico de 30.000 psi.

La siguiente tabla gráfica extraída de la Guía de Diseño de Pavimentos AASHTO 93, que correlaciona los valores de coeficiente de capas a_2 en función al CBR y al Módulo de elasticidad del material expresado en x1000 psi.-

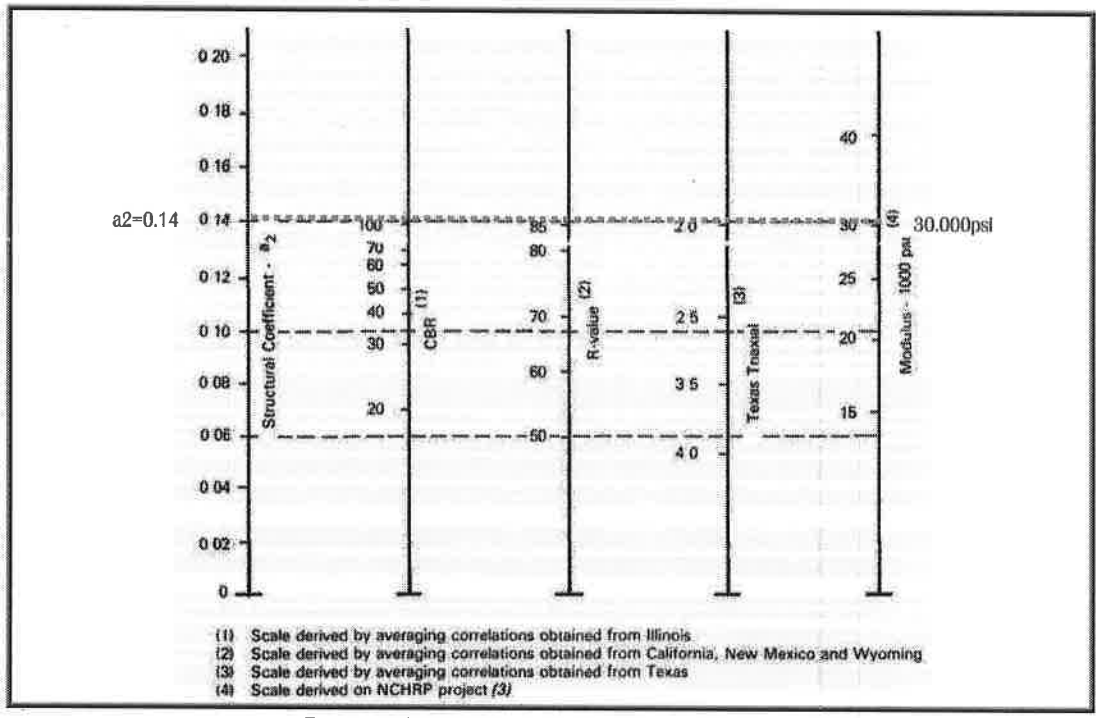
Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO VIAL

Ing. Pedro Fernández

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

edb Construcciones



Fuente: AASHTO Guide for Design Pavement Structures, 1993

Tabla de correlación de los valores estimados del coeficiente de capa base granular a_2=0.14 (en 1/pulg) en función al CBR.-

---

En el Anexo B - Ensayos de laboratorio de caracterización de materiales, se presentan las caracterizaciones propuestas para la fórmula de trabajo para la base granular estabilizada, a partir de los ensayos desarrolladas en el laboratorio del contratista, cumpliendo las especificaciones técnicas originales

CAPA DE SUB BASE GRANULAR

Según se aprecia fue especificado un material estabilizado granulométricamente, con un valor CBR ≥ 80 %.

La caracterización estructural de esta capa para sub base granular, por el Método AASHTO 1993, considera un coeficiente de aporte estructural de capa de a_3= 0,133 (En 1/pulg) ó su equivalente a_3 = 0.052 (En 1/cm), el cual correspondería a un material con un modulo elástico de 19.400 psi.

Para la determinación de la correlación entre el valor de coeficiente de aporte (a_3) de la capa Sub Base granular en función al CBR se ha recurrido a la siguiente expresión de la fuente de consulta de la especialidad Manual de Carreteras del Paraguay - Revisión 2019, Unidad 3 - Diseño de Carreteras - Pag. 486:

$$a_3 = 0{,}058.\,CBR^{0{,}32}$$

Para CBR≥80% $\Rightarrow$ $a_3 = 0{,}058.\,80^{0{,}32} = 0.133$ (En 1/Pulg)

Ing. Pedro Fernández
Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil
Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

VIAL CONSORCIO
edb Construcciones

En la memoria de ingeniería se ha identificado el valor de coeficiente de capas a_3 con expectativas menores en el orden de 0,12 coincidente con las recomendaciones del Manual de Carreteras del Paraguay en la Tabla 3.2_1, que caracteriza un material con índice soporte en el orden de CBR ≥ 40%, es decir que por más que la capacidad soporte de la capa sub rasante individual sea mayor, la posición en la que ocupa dentro del sistema multicapas lo condiciona a atender un desempeño limitado para un coeficiente de aporte de 0,12.

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 a_3= 0,12 (En 1/pulg) ó su equivalente a_3 = 0.047 (En 1/cm) en igualdad de criterios con el revisor del proyecto.

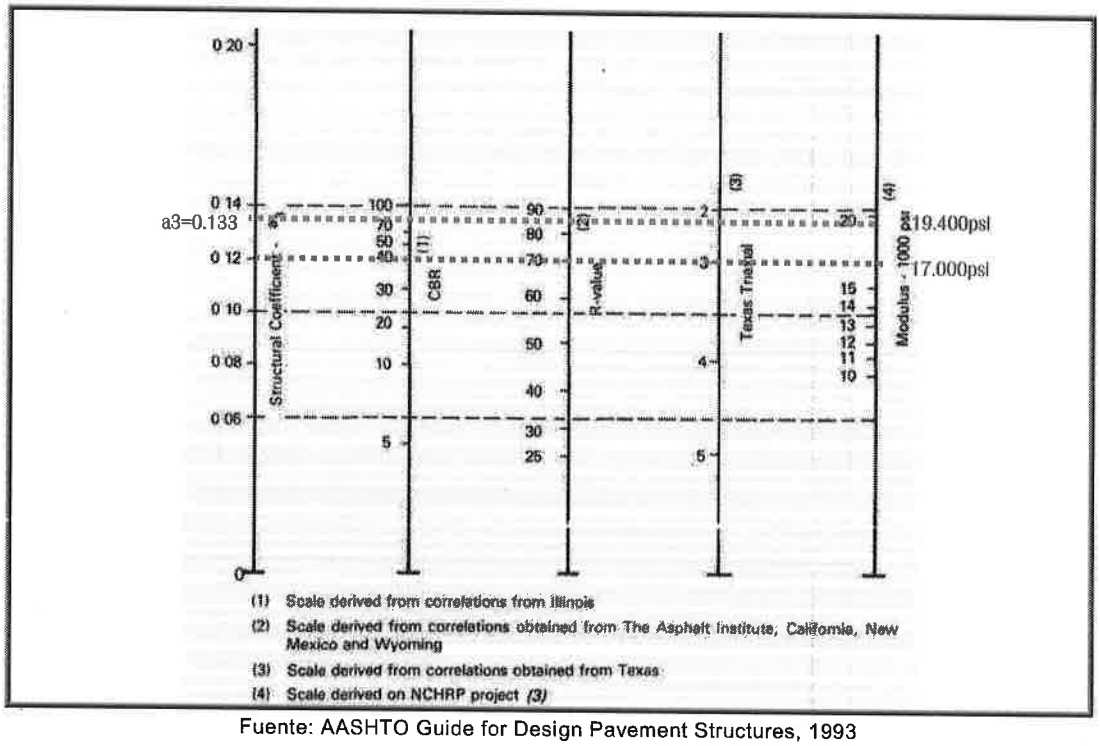
Se presenta la siguiente tabla gráfica extraída de la Guía de Diseño de Pavimentos AASHTO 93, en donde se correlaciona los valores de coeficiente de capas a_4 en función al CBR y al Módulo de elasticidad del material expresado en x1000 psi.-.

edb Construcciones
Ing. Pedro Fernández

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

VIAL
CONSORCIO



Fuente: AASHTO Guide for Design Pavement Structures, 1993

Tabla de correlación de los valores estimados del coeficiente de capa sub base granular con a_3=0.12 (en 1/pulg) en función al CBR que se diseña para una expectativa límite de CBR 40%

Como en el caso anterior para el análisis de la traza principal, se propone utilizar las mezclas de suelo agregado CBR≥80% con las mismas consideraciones que se utilizaron el el apartado anterior para el sistema multicapas de la traza principal y el acceso al Puerto Mbopicua.

En el **Anexo B** - Ensayos de laboratorio de caracterización de materiales, se presentan las caracterizaciones propuestas para la fórmula de trabajo para la sub base granular estabilizada, a partir de los ensayos desarrolladas en el laboratorio del contratista, y en una pista de pruebas construida en la progresiva 13+720 a la progresiva 14+400, donde fueron estudiadas las mezclas de materiales propuestos con sus respectivos desempeños dentro de las exigencias de las especificaciones técnicas

La ilustración de abajo representa el sistema multicapa propuesto, para el Paquete estructural del Acceso a la Colonia Volendam, utilizando suelo de la traza como terraplén con los parámetros de desempeño mencionados más arriba:

Ing. Pedro Fernández
edb Construcciones

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Hugo Colmán
Supervisor
UEP - BID - DV
MOPC

- **PARA LA CALZADA DEL ACCESO URBANO A LA COLONIA VOLENDAM.**

	e=? cm; a_1=0,44	**Capa Carpeta de rodadura**: Concreto asfáltico en caliente de graduación continua Estabilidad Marshall 2100 Lbf; E_{AC} = 435.000psi; a_1= 0,44 (En 1 /pulg)
	e=? cm; a_2=0,14	**Capa Base Granular**: Base granular estabilizada CBR ≥ 100 % al 98% de la D.S.M. obtenida en el ensayo T-180 (M_R=30.000 a 40.000psi); a_2 = 0,14 (En 1/pulg)
	e=? cm; a_3=0.12	**Capa Sub Base Granular:** Sub Base granular estabilizada CBR ≥ 80 % al 98% de la D.S.M. obtenida en el ensayo T-180 (M_R=17.000psi); a_3 = 0.12 (En 1/pulg)
	Terraplén hasta la SR CBR≥15%	**Núcleo del terraplén hasta la SR:** Base de asiento de terraplén con material del sitio CBR ≥ 15% (14.214psi)

Para el diseño estructural del pavimento, se ha definido **un período 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 que se ha estimado en base a las prestaciones de cada capa según las informaciones de los planos de sección tipo del Acceso Urbano a Colonia Volendam considerados en el orden de 756.000 ESAL's.

VERIFICACION DE DISEÑO (PERIODO 10 AÑOS) - PAVIMENTO FLEXIBLE

Para efectuar la aplicación de la Formula de la Guía de pavimentos de la AASHTO 93, utilizamos la herramienta disponible en línea **EqAASHTO93** desarrollado por el Ingeniero Luis Ricardo Vásquez Varela de la Universidad Nacional de Colombia:

Aplicando los valores obtenidos para las diferentes variables se ilustra abajo la ventana gráfica con el resultado:

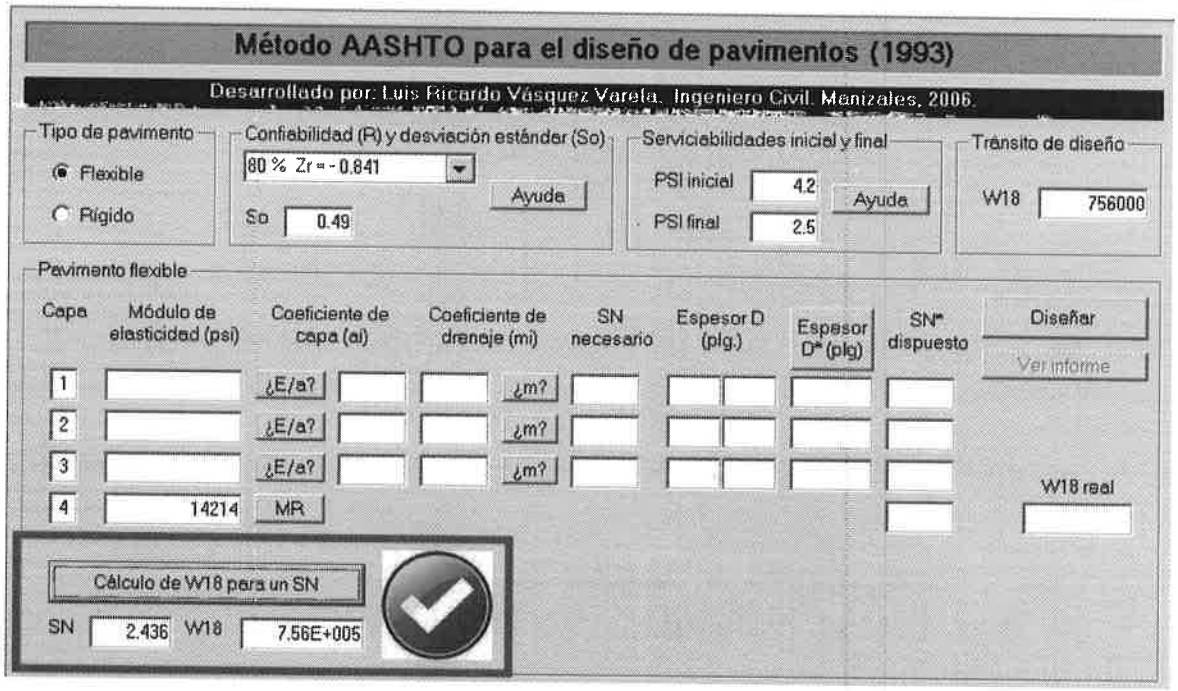
Ing. Pedro Fernández

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

edb Construcciones

CONSORCIO

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP MTD - DV
M.O.P.C.



La ventana gráfica obtenida en la captura de pantalla, indica la necesidad de valores de un número estructural **SN_{eff} = 2,436** para el espectro de cargas producto del paso de los ejes equivalentes, que fue obtenido a partir de los aportes estructurales por cada capa del plano de Sección Tipo para el Acceso Urbano del proceso licitatorio, considerando la primera etapa de construcción con un valor de confiabilidad compuesta en el orden de R_E=80%

A partir de este valor que representa la caracterización total del sistema multicapas revisado, se plantean las capas propuestas en las recomendaciones de espesores mínimos en base a la guía de diseño en función a los ejes equivalentes esperados.

Se plantea la verificación de la siguiente estructura con los espesores y características de capa que se detallan a continuación:

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

VALORES DE APORTE ESTRUCTURAL POR CAPA - METODO AASHTO '93 - ACCESO URBANO COLONIA VOLENDAM

CAPA	DESCRIPCION	ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA CONSTRUIRLA			ESPESOR		Coeficiente de aporte de capa (ai)	Coeficiente de drenaje (mi)	SN
		E.E.T.T.	Módulo (psi)	Relación modular entre capas	En (cm)	En (Pulg.)	En (Pulg.10^{-1})		
1	Carpeta de Concreto Asfáltico	CAC - Estabilidad Marshall 2100 Lbf	435.000	14,50	5	1,97	0,44		0,867
2	Base Granular	BGE (90-10) CBR≥100%	30.000	1,76	16	6,30	0,14	1,00	0,882
3	Sub Base Granular	SBGE (70-30) CBR≥80%	17.000	1,20	20	7,87	0,12	1,00	0,944
4	Base de asiento terraplén	Materiales existentes CBR≥15% hasta cota de la SR	14.214		0	0,00	0	1,00	0
								SN_{eff}	2,693

SN_{nec} = 2,436 ≤ SN_{eff} = 2,693 ⇒ VERIFICA !!!
ESALS 756.000 EE

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - SUB - DV
M.O.P.C.

Finalmente con la comprobación realizada, arroja un resultado en la verificación estructural considerando los parámetros de entrada para la Metodología de Diseño AASHTO 93, similar a la ya utilizada en la revisión de diseño del proceso licitatorio queda integrado de las siguientes capas::

- **PARA LA CALZADA ACCESO URBANO A COLONIA VOLENDAM**

	e=5 cm; a_1=0,44	**Capa Carpeta de rodadura**: Concreto asfáltico en caliente de graduación continua Estabilidad Marshall 2100 Lbf; E_{AC} = 435.000psi; a_1= 0,44 (En 1 /pulg); espesor = 5cm
	e=16 cm; a_2=0,14	**Capa Base Granular**: Base granular estabilizada CBR ≥ 100 % al 98% de la D.S.M. obtenida en el ensayo T-180 (M_R=30.000 a 40.000psi); a_2 = 0,14 (En 1/pulg); espesor= 16cm
	e=20 cm; a_3=0.12	**Capa Sub Base Granular** Sub Base granular estabilizada CBR ≥ 80 % al 98% de la D.S.M. obtenida en el ensayo T-180 (M_R=17.000psi); a_3 = 0.12 (En 1/pulg); esp=20cm
	Terraplén hasta la SR CBR≥15%	**Núcleo del terraplén hasta la SR:** Base de asiento de terraplén con material del sitio CBR ≥ 15% (14.214psi)

SN_{nec} = **2,69 Pulgadas** (NO incluye verificación por capas)

ESAL's = **756.000 EE**

edlb Construcciones
Ing. Pedro Fernández

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

Folio 239 (Doscientos treinta y nueve)

PAQUETE DE FIRMES EVALUADO PARA ACCESO A LA COLONIA VOLENDAM

PAQUETE DE FIRMES
LOTE 1 - CORREDOR AGRO INDUSTRIAL
PROG. 0+000 A 8+540 ACCESO A
LA COLONIA VOLENDAM

[redacted]

Carpeta: CAC modificado c/ polímeros (Módulo elástico 435000 psi); Modified bitumen PMB 40/100-48 Type 1; espesor=5cm

Base Granular: Base Granular Estabilizada CBR≥100%; Módulo Elástico 30000 a 40000 psi; espesor = 16cm

Sub Base Granular: Sub base granular estabilizada CBR≥80% - Módulo Elástico 17000 psi espesor=20cm

Base de asiento hasta cota SR: Material Suelo Ripio existente CBR≥15% - Módulo = 14214psi

Ing. Pedro Fernández
ecb Construcciones

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO
Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

4. Conclusiones

edb Construcciones
Ing. Pedro Fernández

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

CONSORCIO

4.1. RECOMENDACIONES Y DICTAMEN DE REVISIÓN

4.1.1. Justificación de la incorporación del Suelo Ripio como capa de mejoramiento de sub rasante en la Traza Principal y Acceso al Puerto Mbopicua.

- Se ha procedido a la revisión de los documentos del proceso licitatorio, y revisadas las estructuras planteadas, **debido a la incertidumbre para la determinación del tránsito de diseño, se ha decidido la incorporación de nuevos materiales a nivel de sub rasante, ante potenciales materiales Suelo Ripio con expectativas de valor soporte de CBR≥25% al 97% de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado T-180**, que permiten valorar un desempeño mayor al considerado en el proyecto licitado.

  Esto alberga la oportunidad de **mejorar las condiciones** de asiento del paquete estructural a niveles de subrasante, ya que con el cambio se logra **alcanzar valores de módulo compuesto igual a 12.800psi = 88,25MPa** respecto al considerado en la memoria de revisión del **proceso licitatorio que alcanzaba valores en el orden de 10.958psi = 75,55MPa.**

  También se han sincerado las expectativas de utilizar materiales para la conformación de los núcleos de terraplén hasta cota -30cm de la Sub rasante, con valores soporte de **CBR≥5% al 97% de la densidad obtenida por el ensayo Proctor normal T-99**.

  De esta manera se sinceran y validan las prestaciones de los materiales que predominan en los bancos de préstamo para la construcción de los terraplenes.

- Las consideraciones de determinación del pronóstico de tránsito y el espectro de cargas que lo represente en el período de diseño de 10 años considerado, **han sido observadas** debido a que las expectativas de **tasa de crecimiento del tránsito de camiones pesados y el valor del factor camión utilizado de Fc=2,60, estarían por debajo de las expectativas. Se espera tener configuraciones de camiones pesados de mayor porte a los considerados, que se traduce en mayores ejes equivalente de diseño dentro del período**.

  Se ha justificado esta alteración del entorno de tránsito, que ha motivado las nuevas consideraciones de Factor camión a partir de datos obtenidos de la valoración del tramo San Pablo - Ruta 11 (LOTE 3 Corredor Agro Industrial) que utiliza un valor de Factor camión **Fc=3,56,** para el mismo tramo vial.

  Del antecedente revisado para este tramo, se ha observado las condiciones particulares para la determinación del espectro de cargas (60% de camiones cargados y el 40% de camiones vacios) y ante el escenario de incertidumbre generado, se ha valorado la expectativa de ejes equivalentes con factor camión **Fc=4,00**, que fue utilizado para la

Ing. Pedro Fernández
Ing. Horacio Acosta
Ingeniero Civil
Colmán R.
Supervisor
UEP/BID - DV
O.P.C.

Construcciones

justificar los ejes equivalentes estimados de **4.171.494 ESAL's,** obtenidos para las traza principal y el acceso al Puerto Mbopicua.

4.1.2. Valoración de materiales a nivel de asiento en el Acceso a la Colonia Volendam.

- Los resultados obtenidos a partir de los ensayos con penetrómetros DCP en las pistas de enripiado existente en varias secciones estudiadas alientan a considerar excelentes condiciones de asiento para el paquete de firmes.

En el caso del Acceso a la Colonia Volendam las caracterizaciones de materiales y los buenos resultados de los valores correlacionados de CBR a partir de penetrómetros DCP, no hacen necesario incurrir con plataformas de asiento a nivel de sub rasante con capas de mejoramiento, debido al desempeño de los materiales considerados en promedio supera el valor de CBR≥15%.

4.1.3. Recomendaciones de estudios de ingeniería para contraste del tránsito

- Se **recomienda encargar estudios de tránsito durante el período mantenimiento una vez sea realizada la puesta en servicio de los tramos y sea liberado al tránsito**, realizando conteos volumétricos clasificados por tipo de configuración de camiones pesados, de esta manera valorar el potencial espectro de cargas que en los primeros años de uso sean registrados **para sincerar el pronóstico y expectativas actualizadas de ejes equivalente de diseño**.
- Se **recomienda encargar estudios de censo de cargas durante el período mantenimiento una vez sea realizada la puesta en servicio de los tramos y sea liberado al tránsito**, las mismas servirán para la determinación del factor camión de cada una de las configuraciones aforadas, **de esta manera predecir las expectativas de daño ante un nuevo escenario de espectros de cargas,** que deban ser considerados durante el período de responsabilidad por defectos del contratista.

4.1.4. Refuerzos de banquina en el acceso a Puerto Mbopicua

- La presencia de camiones pesados y sus potenciales maniobras de aparcamiento en el sector del generador de cargas del Puerto Mbopicua, debe ser motivo de revisión de cantidades para **dotar a la banquina de refuerzos de concreto asfáltico** sobre la capa de base asfáltica prevista, **que garanticen evitar deterioros prematuros** en los bordes por efecto de las cargas concentradas de los camiones estacionados.

4.1.5. Paquete de firmes revisado

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. Pedro Fernández
Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil
Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.
Construcciones

Seguidamente se presenta un comparativo entre las capas componentes del Paquete tipo contractual y el Paquete Estructural propuesto para la **Traza principal y Acceso al Puerto Mbopicua - LOTE 1**

Paquete Estructural Contractual (Traza principal y Acceso al Puerto Mbopicua)	Paquete Estructural propuesto - LOTE 1 (Traza principal y Acceso al Puerto Mbopicua)
Carpeta concreto asfáltico con polímeros - e = 4cm	Carpeta concreto asfáltico con polímeros - e = 4cm
Riego de Liga para carpeta	Riego de Liga para carpeta
Base de concreto asfáltico convencional - e = 6cm	Base de concreto asfáltico convencional - e = 6cm
Riego de Liga para base asfáltica	Riego de Liga para base asfáltica
Riego de imprimación	Riego de imprimación
Base Granular estabilizada CBR≥100% - e=19cm	Base Granular estabilizada CBR≥100% - e=19cm
Sub Base Granular estabilizada CBR≥80% - e=20cm	Sub Base Granular estabilizada CBR≥80% - e=20cm
Mejoramiento de Subrasante CBR≥15% - e=30cm (No se especifica en el proyecto origina las condiciones de recepción de esta capa)	Mejoramiento de Subrasante Suelo Ripio CBR≥25% al 97% de la D.S.M. obtenida en Proctor T-180 - e=30cm (2 capas x 15cm cada una)
Terraplén hasta cota -0.30m SR - Suelo CBR≥3% al 97% de la D.S.M. obtenida en Proctor T-99	Terraplén hasta cota -0.30m SR - Suelo CBR≥5% al 97% de la D.S.M. obtenida en Proctor T-99
Espesor de Paquete estructural hasta cota de Subrasante - espesor total = 49cm	**Espesor de Paquete estructural hasta cota de Subrasante - espesor total = 49cm**
SN= 3,626 Pulgadas ; ESAL's = 2.744.526 EE	**SN= 3,626 Pulgadas ; ESAL's = 4.171.494 EE**

Seguidamente se presenta un comparativo entre las capas componentes del Paquete tipo contractual y el propuesto para el **Acceso Urbano a la Colonia Volendam - LOTE 1**

Paquete Estructural Contractual (Acceso urbano a la Colonia Volendam)	Paquete Estructural propuesto - LOTE 1 (Acceso urbano a la Colonia Volendam)
Carpeta concreto asfáltico con polímeros - e = 5cm	Carpeta concreto asfáltico con polímeros - e = 5cm
Riego de Liga para carpeta	Riego de Liga para carpeta
Riego de imprimación	Riego de imprimación
Base Granular estabilizada CBR≥100% - e=16cm	Base Granular estabilizada CBR≥100% - e=16cm
Sub Base Granular estabilizada CBR≥80% - e=20cm	Sub Base Granular estabilizada CBR≥80% - e=20cm
Mejoramiento de Subrasante CBR≥15% - e=30cm (No se especifica en el proyecto origina las condiciones de recepción de esta capa)	Base de asiento de terraplen existente Suelo Ripio CBR≥15% al 97% de la D.S.M. obtenida en Proctor T-180
Terraplén hasta cota -0.30m SR - Suelo CBR≥3% al 97% de la D.S.M. obtenida en Proctor T-99	Terraplén hasta cota -0.30m SR - Suelo CBR≥5% al 97% de la D.S.M. obtenida en Proctor T-99
Espesor de Paquete estructural hasta cota de Subrasante - espesor total = 41cm	**Espesor de Paquete estructural hasta cota de Subrasante - espesor total = 41cm**
SN= 2,69 Pulgadas ; ESAL's = 756.000 EE	**SN= 2,69 Pulgadas ; ESAL's = 756.000 EE**

Observaciones:
El ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones está actualmente revisando el presente informe. La posible inclusión de la Subrasante mejorada con un índice CBR> 25% será considerada en un convenio Modificatorio N°2, dependiendo de los resultados derivados de este análisis.

Ing. Pedro Fernández

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

ANEXO A – ENSAYOS CON PENETRÓMETROS DCP EN LA TRAZA

Ing. Pedro Fernández

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP-BID - DV
M.O.P.C.

CONSORCIO

Construcciones

Nº	ENSAYO DCP EN LA TRAZA PRINCIPAL - LOTE 1 DE PROG. 0+000 A PROG. 26+074		
	PROGRESIVA	LADO	CORRELACION CBR (%)
1	0+500	CENTRO	18,30%
2	1+580	CENTRO	29,34%
3	2+000	DERECHO	23,18%
4	2+500	IZQUIERDO	21,20%
5	3+000	CENTRO	17,86%
6	3+500	DERECHO	20,20%
7	4+500	IZQUIERDO	36,02%
8	5+500	CENTRO	29,34%
9	6+500	DERECHO	35,11%
10	7+500	IZQUIERDO	33,94%
11	8+100	CENTRO	33,51%
12	10+500	DERECHO	46,11%
13	11+320	CENTRO	52,79%
14	12+500	IZQUIERDO	46,65%
15	13+500	DERECHO	48,28%
16	14+500	IZQUIERDO	62,19%
17	15+500	DERECHO	64,54%
18	16+500	CENTRO	48,28%
PROMEDIO EN EL TRAMO			37,05%

Ing. Pedro Fernández

edb Construcciones

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO

EURO ESTUDIOS DE INGENIERIA		

PENETROMETRO DINAMICO LIGERO - DCP

TRAMO: Corredor Agro Industrial - Lote 1 Traza Principal **FECHA.:** 9-may-22

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 0+500 **LADO.:** CENTRO

ESPESOR.: Para todos los suelos se utiliza la siguiente correlación: $CBR=292/DCP^{1.12}$

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
	0,0				
1	60,0	60,0	5,0	12,0	18,1
2	130,0	70,0	5,0	14,0	15,2
3	190,0	60,0	5,0	12,0	18,1
4	250,0	60 0	5,0	12,0	18,1
5	300,0	50 0	5,0	10,0	22,2
				Promedio C.B.R	18,30%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	18,1	1	16,1689938396911
CBR =	15,2	2	19,2160181366739
CBR =	18,1	3	16,1689938396911
CBR =	18,1	4	16,1689938396911
CBR =	22,2	5	13,1825673855641

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 1+580 **LADO.:** CENTRO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
	0,0				
1	40,0	40,0	5,0	8,0	28,4
2	70,0	30,0	5,0	6,0	39,3
3	120,0	50,0	5,0	10,0	22,2
4	160,0	40,0	5,0	8,0	28,4
5	200,0	40,0	5,0	8,0	28,4
				Promedio C.B.R	29,34%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	28,4	1	10,2674071805032
CBR =	39,3	2	7,43925422715673
CBR =	22,2	3	13,1825673855641
CBR =	28,4	4	10,2674071805032
CBR =	28,4	5	10,2674071805032

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 2+000 **LADO.:** DERECHO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	50,0	50,0	5,0	10,0	22,2
2	120,0	70,0	5,0	14,0	15,2
3	160,0	40,0	5,0	8,0	28,4
4	200,0	40,0	5,0	8,0	28,4
5	251,0	51,0	5,0	10,2	21,7
				Promedio C.B.R	23,18%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	22,2	1	13,1825673855641
CBR =	15,2	2	19,2160181366739
CBR =	28,4	3	10,2674071805032
CBR =	28,4	4	10,2674071805032
CBR =	21,7	5	13,4782091828927

OBS.:

TEC VIAL CARLOS CACERES
LABORATORISTA

Ing. Pedro Fernández

Msc. Ing. Aldo W. Uño Yucra
ESPECIALISTA GEOTECNICO
Control de Calidad del Hormigon EHE 08

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - RD - DV
M.O.P.C.

Construcciones

CONSORCIO

EURO ESTUDIOS DE INGENIERIA		

PENETROMETRO DINAMICO LIGERO - DCP

TRAMO: Corredor Agro Industrial - Lote 1 Traza Principal **FECHA.:** 9-may-22

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 2+500 **LADO.:** IZQUIERDO

ESPESOR.: Para todos los suelos se utiliza la siguiente correlación: $CBR=292/DCP^{1.12}$

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	50,0	50,0	5,0	10,0	22,2
2	120,0	70,0	5,0	14,0	15,2
3	180,0	60,0	5,0	12,0	18,1
4	230,0	50,0	5,0	10,0	22,2
5	270,0	40,0	5,0	8,0	28,4
				Promedio C.B.R	21,20%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	22,2	1	13,1825673855641
CBR =	15,2	2	19,2160181366739
CBR =	18,1	3	16,1689938396911
CBR =	22,2	4	13,1825673855641
CBR =	28,4	5	10,2674071805032

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 3+000 **LADO.:** CENTRO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	60,0	60,0	5,0	12,0	18,1
2	130,0	70,0	5,0	14,0	15,2
3	190,0	60,0	5,0	12,0	18,1
4	250,0	60,0	5,0	12,0	18,1
5	305,0	55,0	5,0	11,0	19,9
				Promedio C.B.R	17,86%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	18,1	1	16,1689938396911
CBR =	15,2	2	19,2160181366739
CBR =	18,1	3	16,1689938396911
CBR =	18,1	4	16,1689938396911
CBR =	19,9	5	14,6676253154941

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 3+500 **LADO.:** DERECHO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	60,0	60,0	5,0	12,0	18,1
2	110,0	50,0	5,0	10,0	22,2
3	160,0	50,0	5,0	10,0	22,2
4	200,0	40,0	5,0	8,0	28,4
5	300,0	100,0	5,0	20,0	10,2
				Promedio C.B.R	20,20%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	18,1	1	16,1689938396911
CBR =	22,2	2	13,1825673855641
CBR =	22,2	3	13,1825673855641
CBR =	28,4	4	10,2674071805032
CBR =	10,2	5	28,6519111109829

OBS.:

TEC VIAL CARLOS CACERES
LABORATORISTA

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

Msc. Ing. Aldo W. Uño Yucra
ESPECIALISTA GEOTÉCNICO
Control de Calidad del Hormigón EHE 08

Construcciones

Ing. Pedro Fernández

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

VIAL CONSORCIO

EURO ESTUDIOS DE INGENIERIA		

PENETROMETRO DINAMICO LIGERO - DCP

TRAMO: Correcor Agro Industrial - Lote 1 Traza Principal **FECHA.:** 9-may-22

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 4+500 **LADO.:** IZQUIERDO

ESPESOR.: Para todos los suelos se utiliza la siguiente correlación: $CBR = 292/DCP^{1.12}$

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	40,0	40,0	5,0	8,0	28,4
2	60,0	20,0	5,0	4,0	61,8
3	90,0	30,0	5,0	6,0	39,3
4	130,0	40,0	5,0	8,0	28,4
5	180,0	50,0	5,0	10,0	22,2
				Promedio C.B.R	36,02%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	28,4	1	10,2674071805032
CBR =	61,8	2	4,72397064571812
CBR =	39,3	3	7,43925422715673
CBR =	28,4	4	10,2674071805032
CBR =	22,2	5	13,1825673855641

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 5+500 **LADO.:** CENTRO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	30,0	30,0	5,0	6,0	39,3
2	70,0	40,0	5,0	8,0	28,4
3	110,0	40,0	5,0	8,0	28,4
4	150,0	40,0	5,0	8,0	28,4
5	200,0	50,0	5,0	10,0	22,2
				Promedio C.B.R	29,34%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	39,3	1	7,43925422715673
CBR =	28,4	2	10,2674071805032
CBR =	28,4	3	10,2674071805032
CBR =	28,4	4	10,2674071805032
CBR =	22,2	5	13,1825673855641

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 6+500 **LADO.:** DERECHO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	20,0	20,0	5,0	4,0	61,8
2	60,0	40,0	5,0	8,0	28,4
3	100,0	40,0	5,0	8,0	28,4
4	140,0	40,0	5,0	8,0	28,4
5	180,0	40,0	5,0	8,0	28,4
				Promedio C.B.R	35,11%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	61,8	1	4,72397064571812
CBR =	28,4	2	10,2674071805032
CBR =	28,4	3	10,2674071805032
CBR =	28,4	4	10,2674071805032
CBR =	28,4	5	10,2674071805032

OBS.:

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

TEC VIAL CARLOS CACERES
LABORATORISTA

edb Construcciones

Ing. Pedro Fernández

Msc. Ing. Aldo W. Uño Yucra
ESPECIALISTA GEOTÉCNICO
Control de Calidad del Hormigón EHE 08

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO

EURO ESTUDIOS DE INGENIERIA		

PENETROMETRO DINAMICO LIGERO - DCP

TRAMO: Corredor Agro Industrial - Lote 1 Traza Principal **FECHA.:** 9-may-22

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 7+500 **LADO.:** IZQUIERDO

ESPESOR.: Para todos los suelos se utiliza la siguiente correlación: $CBR=292/DCP^{1.12}$

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	20,0	20,0	5,0	4,0	61,8
2	50,0	30,0	5,0	6,0	39,3
3	90,0	40,0	5,0	8,0	28,4
4	150,0	60,0	5,0	12,0	18,1
5	200,0	50,0	5,0	10,0	22,2
				Promedio C.B.R	33,94%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	61,8	1	4,72397064571812
CBR =	39,3	2	7,43925422715673
CBR =	28,4	3	10,2674071805032
CBR =	18,1	4	16,1689938396911
CBR =	22,2	5	13,1825673855641

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 8+100 **LADO.:** CENTRO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	25,0	25,0	5,0	5,0	48,1
2	60,0	35,0	5,0	7,0	33,0
3	105,0	45,0	5,0	9,0	24,9
4	140,0	35,0	5,0	7,0	33,0
5	180,0	40,0	5,0	8,0	28,4
				Promedio C.B.R	33,51%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	48,1	1	6,06521785586315
CBR =	33,0	2	8,84117129177549
CBR =	24,9	3	11,7152513440007
CBR =	33,0	4	8,84117129177549
CBR =	28,4	5	10,2674071805032

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 10+500 **LADO.:** DERECHO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	30,0	30,0	5,0	6,0	39,3
2	50,0	20,0	5,0	4,0	61,8
3	70,0	20,0	5,0	4,0	61,8
4	110,0	40,0	5,0	8,0	28,4
5	140,0	30,0	5,0	6,0	39,3
				Promedio C.B.R	46,11%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	39,3	1	7,43925422715673
CBR =	61,8	2	4,72397064571812
CBR =	61,8	3	4,72397064571812
CBR =	28,4	4	10,2674071805032
CBR =	39,3	5	7,43925422715673

OBS.:

TEC VIAL CARLOS CACERES
LABORATORISTA

Ing. Pedro Fernández

Msc. Ing. Aldo W. Uño Yucra
ESPECIALISTA GEOTÉCNICO
Control de Calidad del Hormigón EHE 08

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UE N°BID - DV
U.P.C.

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

edb Construcciones

VIAL CONSORCIO

EURO ESTUDIOS DE INGENIERIA		

PENETROMETRO DINAMICO LIGERO - DCP

TRAMO: Corredor Agro Industrial - Lote 1 Traza Principal **FECHA.:** 9-may-22

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 11+320 **LADO.:** CENTRO

ESPESOR.: Para todos los suelos se utiliza la siguiente correlación: $CBR = 292/DCP^{1.12}$

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	20,0	20,0	5,0	4,0	61,8
2	40,0	20,0	5,0	4,0	61,8
3	70,0	30,0	5,0	6,0	39,3
4	90,0	20,0	5,0	4,0	61,8
5	120,0	30,0	5,0	6,0	39,3
				Promedio C.B.R	52,79%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	61,8	1	4,72397064571812
CBR =	61,8	2	4,72397064571812
CBR =	39,3	3	7,43925422715673
CBR =	61,8	4	4,72397064571812
CBR =	39,3	5	7,43925422715673

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 12+500 **LADO.:** IZQUIERDO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	25,0	25,0	5,0	5,0	48,1
2	60,0	35,0	5,0	7,0	33,0
3	80,0	20,0	5,0	4,0	61,8
4	100,0	20,0	5,0	4,0	61,8
5	140,0	40,0	5,0	8,0	28,4
				Promedio C.B.R	46,65%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	48,1	1	6,06521785586315
CBR =	33,0	2	8,84117129177549
CBR =	61,8	3	4,72397064571812
CBR =	61,8	4	4,72397064571812
CBR =	28,4	5	10,2674071805032

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 13+500 **LADO.:** DERECHO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	20,0	20,0	5,0	4,0	61,8
2	50,0	30,0	5,0	6,0	39,3
3	70,0	20,0	5,0	4,0	61,8
4	100,0	30,0	5,0	6,0	39,3
5	130,0	30,0	5,0	6,0	39,3
				Promedio C.B.R	48,28%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	61,8	1	4,72397064571812
CBR =	39,3	2	7,43925422715673
CBR =	61,8	3	4,72397064571812
CBR =	39,3	4	7,43925422715673
CBR =	39,3	5	7,43925422715673

OBS.:

TEC VIAL CARLOS CACERES
LABORATORISTA

Ing. Pedro Fernández

Msc. Ing. Aldo W. Uño Yucra
ESPECIALISTA GEOTÉCNICO
Control de Calidad del Hormigón EHE 08

Ing. Hugo Colmán F
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Construcciones

CONSORCIO

EURO ESTUDIOS DE INGENIERIA		

PENETROMETRO DINAMICO LIGERO - DCP

TRAMO: Corredor Agro Industrial - Lote 1 Traza Principal **FECHA.:** 9-may-22

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 14+500 **LADO.:** IZQUIERDO

ESPESOR.: Para todos los suelos se utiliza la siguiente correlación: $CBR = 292/DCP^{1.12}$

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	15,0	15,0	5,0	3,0	85,3
2	30,0	15,0	5,0	3,0	85,3
3	60,0	30,0	5,0	6,0	39,3
4	90,0	30,0	5,0	6,0	39,3
5	110,0	20,0	5,0	4,0	61,8
				Promedio C.B.R	62,19%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	85,3	1	3,42275493484426
CBR =	85,3	2	3,42275493484426
CBR =	39,3	3	7,43925422715673
CBR =	39,3	4	7,43925422715673
CBR =	61,8	5	4,72397064571812

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 15+500 **LADO.:** DERECHO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	15,0	15,0	5,0	3,0	85,3
2	30,0	15,0	5,0	3,0	85,3
3	50,0	20,0	5,0	4,0	61,8
4	90,0	40,0	5,0	8,0	28,4
5	110,0	20,0	5,0	4,0	61,8
				Promedio C.B.R	64,54%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	85,3	1	3,42275493484426
CBR =	85,3	2	3,42275493484426
CBR =	61,8	3	4,72397064571812
CBR =	28,4	4	10,2674071805032
CBR =	61,8	5	4,72397064571812

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 16+500 **LADO.:** CENTRO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	20,0	20,0	5,0	4,0	61,8
2	40,0	20,0	5,0	4,0	61,8
3	70,0	30,0	5,0	6,0	39,3
4	100,0	30,0	5,0	6,0	39,3
5	130,0	30,0	5,0	6,0	39,3
				Promedio C.B.R	48,28%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	61,8	1	4,72397064571812
CBR =	61,8	2	4,72397064571812
CBR =	39,3	3	7,43925422715673
CBR =	39,3	4	7,43925422715673
CBR =	39,3	5	7,43925422715673

OBS.:

TEC VIAL CARLOS CACERES
LABORATORISTA

Ing. Pedro Hernandez

Msc. Ing. Aldo W. Uño Yucra
ESPECIALISTA GEOTÉCNICO
Control de Calidad del Hormigón EHE 08

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP MD DV
M.P.C.

edb Construcciones

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO

Nº	ENSAYO DCP EN ACCESO A LA COLONIA VOLENDAM - DE PROG. 0+000 A PROG. 8+540		
	PROGRESIVA	LADO	CORRELACION CBR (%)
19	0+500	DERECHO	24,13%
20	1+000	CENTRO	21,34%
21	1+500	IZQUIERDO	22,04%
22	2+000	DERECHO	20,23%
23	2+500	CENTRO	34,20%
24	3+000	IZQUIERDO	25,23%
25	3+500	CENTRO	23,16%
26	4+000	DERECHO	21,03%
27	4+500	IZQUIERDO	31,21%
28	5+000	CENTRO	26,03%
29	5+500	DERECHO	38,16%
30	6+000	IZQUIERDO	30,06%
31	6+500	CENTRO	37,92%
32	7+000	DERECHO	33,32%
33	7+500	CENTRO	33,29%
PROMEDIO EN EL TRAMO			28,09%

Ing. Pedro Fernández

edb Construcciones

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - DV
R.P.C.

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO

EURO ESTUDIOS DE INGENIERIA		

PENETROMETRO DINAMICO LIGERO - DCP

TRAMO: Corredor Agro Industrial - Lote 1 Acceso a la Col. Volendam **FECHA.:** 9-may-22

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 0+500 **LADO.:** DERECHO

ESPESOR.: Para todos los suelos se utiliza la siguiente correlación: $CBR=292/DCP^{1.12}$

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	60,0	60,0	5,0	12,0	18,1
2	100,0	40 0	5,0	8,0	28,4
3	160,0	60 0	5,0	12,0	18,1
4	200,0	40 0	5,0	8,0	28,4
5	241,0	41 0	5,0	8,2	27,7
				Promedio C.B.R	24,13%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	18,1	1	16,1689938396911
CBR =	28,4	2	10,2674071805032
CBR =	18,1	3	16,1689938396911
CBR =	28,4	4	10,2674071805032
CBR =	27,7	5	10,5553226869287

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 1+000 **LADO.:** CENTRO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	50,0	50,0	5,0	10,0	22,2
2	120,0	70,0	5,0	14,0	15,2
3	170,0	50,0	5,0	10,0	22,2
4	240,0	70,0	5,0	14,0	15,2
5	276,0	36,0	5,0	7,2	32,0
				Promedio C.B.R	21,34%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	22,2	1	13,1825673855641
CBR =	15,2	2	19,2160181366739
CBR =	22,2	3	13,1825673855641
CBR =	15,2	4	19,2160181366739
CBR =	32,0	5	9,12456976343735

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 1+500 **LADO.:** IZQUIERDO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	50,0	50,0	5,0	10,0	22,2
2	120,0	70,0	5,0	14,0	15,2
3	150,0	30,0	5,0	6,0	39,3
4	200,0	50,0	5,0	10,0	22,2
5	290,0	90,0	5,0	18,0	11,5
				Promedio C.B.R	22,04%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	22,2	1	13,1825673855641
CBR =	15,2	2	19,2160181366739
CBR =	39,3	3	7,43925422715673
CBR =	22,2	4	13,1825673855641
CBR =	11,5	5	25,4627441175617

OBS.:

TEC VIAL CARLOS CACERES
LABORATORISTA

Ing. Pedro Fernández

Msc. Ing. Aldo W. Uño Yucra
ESPECIALISTA GEOTÉCNICO
Control de Calidad del Hormigón EHE 08

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

edh Construcciones

CONSORCIO

EURO ESTUDIOS DE INGENIERIA		

PENETROMETRO DINAMICO LIGERO - DCP

TRAMO: Correcor Agro Industrial - Lote 1 Acceso a la Col. Volendam **FECHA.:** 9-may-22

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 2+000 **LADO.:** DERECHO

ESPESOR.: Para todos los suelos se utiliza la siguiente correlación: CBR=292/DCP^1.12

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	50,0	50,0	5,0	10,0	22,2
2	112,0	62,0	5,0	12,4	17,4
3	160,0	48,0	5,0	9,6	23,2
4	210,0	50,0	5,0	10,0	22,2
5	276,0	66,0	5,0	13,2	16,2
				Promedio C.B.R	20,23%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	22,2	1	13,1825673855641
CBR =	17,4	2	16,7738319381452
CBR =	23,2	3	12,5934227070938
CBR =	22,2	4	13,1825673855641
CBR =	16,2	5	17,9904821597067

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 2+500 **LADO.:** CENTRO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	30,0	30,0	5,0	6,0	39,3
2	80,0	50,0	5,0	10,0	22,2
3	125,0	45,0	5,0	9,0	24,9
4	150,0	25,0	5,0	5,0	48,1
5	182,0	32,0	5,0	6,4	36,5
				Promedio C.B.R	34,20%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	39,3	1	7,43925422715673
CBR =	22,2	2	13,1825673855641
CBR =	24,9	3	11,7152513440007
CBR =	48,1	4	6,06521785586315
CBR =	36,5	5	7,99689826169158

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 3+000 **LADO.:** IZQUIERDO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	40,0	40,0	5,0	8,0	28,4
2	85,0	45,0	5,0	9,0	24,9
3	125,0	40,0	5,0	8,0	28,4
4	174,0	49,0	5,0	9,8	22,7
5	225,0	51,0	5,0	10,2	21,7
				Promedio C.B.R	25,23%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	28,4	1	10,2674071805032
CBR =	24,9	2	11,7152513440007
CBR =	28,4	3	10,2674071805032
CBR =	22,7	4	12,8876343221461
CBR =	21,7	5	13,4782091828927

OBS.:

TEC VIAL CARLOS CACERES
LABORATORISTA

Construcciones
Ing. Pedro Fernández

Msc. Ing. Aldo W. Uño Yucra
ESPECIALISTA GEOTÉCNICO
Control de Calidad del Hormigon EHE 08

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UERMID - DV
MOPC

CONSORCIO

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

EURO ESTUDIOS DE INGENIERIA		

PENETROMETRO DINAMICO LIGERO - DCP

TRAMO: Corredor Agro Industrial - Lote 1 Acceso a la Col. Volendam **FECHA.:** 9-may-22

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 3+500 **LADO.:** CENTRO

ESPESOR.: Para todos los suelos se utiliza la siguiente correlación: $CBR = 292/DCP^{1.12}$

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	50,0	50,0	5,0	10,0	22,2
2	95,0	45,0	5,0	9,0	24,9
3	140,0	45,0	5,0	9,0	24,9
4	190,0	50,0	5,0	10,0	22,2
5	241,0	51,0	5,0	10,2	21,7
				Promedio C.B.R	23,16%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	22,2	1	13,1825673855641
CBR =	24,9	2	11,7152513440007
CBR =	24,9	3	11,7152513440007
CBR =	22,2	4	13,1825673855641
CBR =	21.7	5	13,4782091828927

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 4+000 **LADO.:** DERECHO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	55,0	55,0	5,0	11,0	19,9
2	100,0	45,0	5,0	9,0	24,9
3	150,0	50,0	5,0	10,0	22,2
4	203,0	53,0	5,0	10,6	20,8
5	265,0	62,0	5,0	12,4	17,4
				Promedio C.B.R	21,03%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	19,9	1	14,6676253154941
CBR =	24,9	2	11,7152513440007
CBR =	22,2	3	13,1825673855641
CBR =	20,8	4	14,0715704421082
CBR =	17,4	5	16,7738319381452

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 4+500 **LADO.:** IZQUIERDO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	30,0	30,0	5,0	6,0	39,3
2	90,0	60,0	5,0	12,0	18,1
3	140,0	50,0	5,0	10,0	22,2
4	180,0	40,0	5,0	8,0	28,4
5	205,0	25,0	5,0	5,0	48,1
				Promedio C.B.R	31,21%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	39,3	1	7,43925422715673
CBR =	18,1	2	16,1689938396911
CBR =	22,2	3	13,1825673855641
CBR =	28,4	4	10,2674071805032
CBR =	48,1	5	6,06521785586315

OBS.:

TEC VIAL CARLOS CACERES
LABORATORISTA

edb Construcciones
Ing. Pedro Fernández

Msc. Ing. Aldo W. Uño Yucra
ESPECIALISTA GEOTECNICO
Control de Calidad
del Hormigon EHE 08

Ing. Hugo Colmán
Supervisor
UEP - B/D - DV
M.O.P.C.

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO

EURO ESTUDIOS DE INGENIERIA		

PENETROMETRO DINAMICO LIGERO - DCP

TRAMO: Corredor Agro Industrial - Lote 1 Acceso a la Col. Volendam **FECHA.:** 9-may-22

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 5+000 **LADO.:** CENTRO

ESPESOR.: Para todos los suelos se utiliza la siguiente correlación: $CBR=292/DCP^{1.12}$

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	40,0	40,0	5,0	8,0	28,4
2	80,0	40,0	5,0	8,0	28,4
3	120,0	40,0	5,0	8,0	28,4
4	165,0	45,0	5,0	9,0	24,9
5	220,0	55,0	5,0	11,0	19,9
				Promedio C.B.R	26,03%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	28,4	1	10,2674071805032
CBR =	28,4	2	10,2674071805032
CBR =	28,4	3	10,2674071805032
CBR =	24,9	4	11,7152513440007
CBR =	19,9	5	14,6676253154941

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 5+500 **LADO.:** DERECHO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	60,0	60,0	5,0	12,0	18,1
2	90,0	30,0	5,0	6,0	39,3
3	120,0	30,0	5,0	6,0	39,3
4	145,0	25,0	5,0	5,0	48,1
5	171,0	26,0	5,0	5,2	46,1
				Promedio C.B.R	38,16%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	18,1	1	16,1689938396911
CBR =	39,3	2	7,43925422715673
CBR =	39,3	3	7,43925422715673
CBR =	48,1	4	6,06521785586315
CBR =	46,1	5	6,33758423696566

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 6+000 **LADO.:** IZQUIERDO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	30,0	30,0	5,0	6,0	39,3
2	90,0	60,0	5,0	12,0	18,1
3	140,0	50,0	5,0	10,0	22,2
4	180,0	40,0	5,0	8,0	28,4
5	208,0	28,0	5,0	5,6	42,4
				Promedio C.B.R	30,06%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	39,3	1	7,43925422715673
CBR =	18,1	2	16,1689938396911
CBR =	22,2	3	13,1825673855641
CBR =	28,4	4	10,2674071805032
CBR =	42,4	5	6,8860566345097

OBS.:

TEC VIAL CARLOS CACERES
LABORATORISTA

edp Construcciones
Ing. Pedro Fernández

Msc. Ing. Aldo W. Uño Yucra
ESPECIALISTA GEOTÉCNICO
Control de Calidad del Hormigón EHE 08

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

CONSORCIO

EURO ESTUDIOS DE INGENIERIA		

PENETROMETRO DINAMICO LIGERO - DCP

TRAMO: Corredor Agro Industrial - Lote 1 Acceso a la Col. Volendam **FECHA.:** 9-may-22

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 6+500 **LADO.:** CENTRO

ESPESOR.: Para todos los suelos se utiliza la siguiente correlación: $CBR = 292/DCP^{1.12}$

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	40,0	40,0	5,0	8,0	28,4
2	80,0	40,0	5,0	8,0	28,4
3	120,0	40,0	5,0	8,0	28,4
4	165,0	45,0	5,0	9,0	24,9
5	181,0	16,0	5,0	3,2	79,4
				Promedio C.B.R	37,92%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	28,4	1	10,2674071805032
CBR =	28,4	2	10,2674071805032
CBR =	28,4	3	10,2674071805032
CBR =	24,9	4	11,7152513440007
CBR =	79,4	5	3,67932351185606

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 7+000 **LADO.:** DERECHO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	60,0	60,0	5,0	12,0	18,1
2	80,0	20,0	5,0	4,0	61,8
3	130,0	50,0	5,0	10,0	22,2
4	180,0	50,0	5,0	10,0	22,2
5	208,0	28,0	5,0	5,6	42,4
				Promedio C.B.R	33,32%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	18,1	1	16,1689938396911
CBR =	61,8	2	4,72397064571812
CBR =	22,2	3	13,1825673855641
CBR =	22,2	4	13,1825673855641
CBR =	42,4	5	6,8860566345097

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 7+500 **LADO.:** CENTRO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	30,0	30,0	5,0	6,0	39,3
2	90,0	60,0	5,0	12,0	18,1
3	140,0	50,0	5,0	10,0	22,2
4	180,0	40,0	5,0	8,0	28,4
5	201,0	21,0	5,0	4,2	58,5
				Promedio C.B.R	33,29%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	39,3	1	7,43925422715673
CBR =	18,1	2	16,1689938396911
CBR =	22,2	3	13,1825673855641
CBR =	28,4	4	10,2674071805032
CBR =	58,5	5	4,98929525498824

OBS.:

TEC VIAL CARLOS CACERES
LABORATORISTA

Construcciones
Ing. Pedro Fernández

Msc. Ing. Aldo W. Uño Yucra
ESPECIALISTA GEOTÉCNICO
Control de Calidad del Hormigón EHE 08

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

CONSORCIO

Nº	ENSAYO DCP EN ACCESO AL PUERTO MBOPICUA - DE PROG. 0+000 A PROG. 4+500		
	PROGRESIVA	LADO	CORRELACION CBR (%)
34	1+000	DERECHO	63,33%
35	1+500	CENTRO	44,82%
36	2+000	IZQUIERDO	58,05%
37	2+500	DERECHO	34,72%
38	3+000	CENTRO	41,26%
39	3+500	IZQUIERDO	34,23%
40	4+000	DERECHO	38,81%
PROMEDIO EN EL TRAMO			45,03%

edb Construcciones
Ing. Pedro Fernández

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Hugo Colmán A.
Supervisor
UEP BID - DV
M.O.P.C.

CONSORCIO

EURO ESTUDIOS DE INGENIERIA		

PENETROMETRO DINAMICO LIGERO - DCP

TRAMO: Correcor Agro Industrial - Lote 1 Acceso al Puerto Mbopicua **FECHA.:** 9-may-22

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 1+000 **LADO.:** DERECHO

ESPESOR.: Para todos los suelos se utiliza la siguiente correlación: $CBR=292/DCP^{1.12}$

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	50,0	50,0	5,0	10,0	22,2
2	70,0	20,0	5,0	4,0	61,8
3	90,0	20,0	5,0	4,0	61,8
4	100,0	10,0	5,0	2,0	134,3
5	132,0	32,0	5,0	6,4	36,5
				Promedio C.B.R	63,33%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	22,2	1	13,1825673855641
CBR =	61,8	2	4,72397064571812
CBR =	61,8	3	4,72397064571812
CBR =	134,3	4	2,17346972505212
CBR =	36,5	5	7,99689826169158

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 1+500 **LADO.:** CENTRO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	50,0	50,0	5,0	10,0	22,2
2	100,0	50,0	5,0	10,0	22,2
3	150,0	50,0	5,0	10,0	22,2
4	169,0	19,0	5,0	3,8	65,5
5	183,0	14,0	5,0	2,8	92,2
				Promedio C.B.R	44,82%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	22,2	1	13,1825673855641
CBR =	22,2	2	13,1825673855641
CBR =	22,2	3	13,1825673855641
CBR =	65,5	4	4,46023383816865
CBR =	92,2	5	3,16823213828966

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 2+000 **LADO.:** IZQUIERDO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	40,0	40,0	5,0	8,0	28,4
2	60,0	20,0	5,0	4,0	61,8
3	80,0	20,0	5,0	4,0	61,8
4	95,0	15,0	5,0	3,0	85,3
5	118,0	23,0	5,0	4,6	52,9
				Promedio C.B.R	58,05%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	28,4	1	10,2674071805032
CBR =	61,8	2	4,72397064571812
CBR =	61,8	3	4,72397064571812
CBR =	85,3	4	3,42275493484426
CBR =	52,9	5	5,52444649184904

OBS.:

TEC VIAL CARLOS CACERES
LABORATORISTA

edh Construcciones
Ing. Pedro Fernández

Msc. Ing. Aldo W. Uño Yucra
ESPECIALISTA GEOTÉCNICO
Control de Calidad
del Hormigón EHE 08

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP-BID-DV
M.O.P.C.

CONSORCIO

EURO ESTUDIOS DE INGENIERIA		

PENETROMETRO DINAMICO LIGERO - DCP

TRAMO: Corredor Agro Industrial - Lote 1 Acceso al Puerto Mbopicua **FECHA.:** 9-may-22

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGPESIVA.:** 2+500 **LADO.:** DERECHO

ESPESOR.: Para todos los suelos se utiliza la siguiente correlación: *CBR=292/DCP^1.12*

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	40,0	40,0	5,0	8,0	28,4
2	80,0	40,0	5,0	8,0	28,4
3	150,0	70,0	5,0	14,0	15,2
4	200,0	50,0	5,0	10,0	22,2
5	216,0	16,0	5,0	3,2	79,4
				Promedio C.B.R	34,72%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	28,4	1	10,2674071805032
CBR =	28,4	2	10,2674071805032
CBR =	15,2	3	19,2160181366739
CBR =	22,2	4	13,1825673855641
CBR =	79,4	5	3,67932351185606

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 3+000 **LADO.:** CENTRO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	40,0	40,0	5,0	8,0	28,4
2	60,0	20,0	5,0	4,0	61,8
3	100,0	40,0	5,0	8,0	28,4
4	160,0	60,0	5,0	12,0	18,1
5	178,0	18,0	5,0	3,6	69,6
				Promedio C.B.R	41,26%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	28,4	1	10,2674071805032
CBR =	61,8	2	4,72397064571812
CBR =	28,4	3	10,2674071805032
CBR =	18,1	4	16,1689938396911
CBR =	69,6	5	4,19815820679009

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 3+500 **LADO.:** IZQUIERDO

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	20,0	20,0	5,0	4,0	61,8
2	50,0	30,0	5,0	6,0	39,3
3	90,0	40,0	5,0	8,0	28,4
4	140,0	50,0	5,0	10,0	22,2
5	196,0	56,0	5,0	11,2	19,5
				Promedio C.B.R	34,23%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo			
	CBR %	Nº/ens	
CBR =	61,8	1	4,72397064571812
CBR =	39,3	2	7,43925422715673
CBR =	28,4	3	10,2674071805032
CBR =	22,2	4	13,1825673855641
CBR =	19,5	5	14,9666356201011

OBS.:

TEC VIAL CARLOS CACERES
LABORATORISTA

edb Construcciones
Ing. Pedro Fernández

Msc. Ing. Aldo W. Uño Yucra
ESPECIALISTA GEOTÉCNICO
Control de Calidad del Hormigón EHE 08

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO

EURO ESTUDIOS DE INGENIERIA		

PENETROMETRO DINAMICO LIGERO - DCP

TRAMO: Corredor Agro Industrial - Lote 1 Acceso al Puerto Mbopicua **FECHA.:** 9-may-22

ESTRUCTURA.: Pista Existente Enripiado **PROGRESIVA.:** 4+000 **LADO.:** DERECHO

ESPESOR.: Para todos los suelos se utiliza la siguiente correlación: $CBR=292/DCP^{1.12}$

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
1	20,0	20,0	5,0	4,0	61,8
2	50,0	30,0	5,0	6,0	39,3
3	100,0	50,0	5,0	10,0	22,2
4	140,0	40,0	5,0	8,0	28,4
5	168,0	28,0	5,0	5,6	42,4
				Promedio C.B.R	38,81%

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

	CBR %	Nº/ens	
CBR =	61,8	1	4,72397064571812
CBR =	39,3	2	7,43925422715673
CBR =	22,2	3	13,1825673855641
CBR =	28,4	4	10,2674071805032
CBR =	42,4	5	6,8860566345097

ESTRUCTURA.: **PROGRESIVA.:** **LADO.:**

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
				Promedio C.B.R	

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

CBR % Nº/ens

ESTRUCTURA.: **PROGRESIVA.:** **LADO.:**

ESPESOR.:

Nº de Ens.	Lecturas	Dif. mm	Golpes	mm/golpe	CBR %
				Promedio C.B.R	

Relacion entre DCP (mm/golpe) y CBR todo suelo

CBR % Nº/ens

OBS.:

TEC VIAL CARLOS CACERES
LABORATORISTA

edb Construcciones
Ing. Pedro Fernández

Msc. Ing. Aldo W. Uño Yucra
ESPECIALISTA GEOTÉCNICO
Control de Calidad del Hormigon EHE 08

Ing. Hugo Colmán R.
Supervisor
UEP - BID - DV
M.O.P.C.

Ing. Horacio Acosta Soler
Ingeniero Civil

CONSORCIO