ANEXO 1

LISTA DE CANTIDADES Y PRECIOS

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

PLANILLA FINAL DE CANTIDADES CONVENIO MODIFICATORIO N° 1							
LOTE 4 - CAAZAPA - BOQUERON							
CONTRATISTA: CONSORCIO 14 - TECO (14 DE JULIO S.A. - TECO S.R.L.)							
		CONTRACTUAL			CONVENIO MODIFICATORIO N° 1		
ITEM	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	P. UNITARIO OFERTA	P. TOTAL OFERTA	CANTIDAD CM01	TOTAL CM01	DIFERENCIA
LIMPIEZA	Kilómetros	14,00	1.407.941	19.711.174	14,00	19.711.174	0
EXCAVACION NO CLASIFICADA (en calzada)	Metros cúbicos	4.455,00	8.460	37.689.300	800,00	6.768.000	-30.921.300
EXCAVACION DE ZANJAS DE DRENAJE	Metros cúbicos	350	20.510	7.178.500	0,00	0	-7.178.500
REGULARIZACION CON RIPIO	Metros cúbicos	1.200,00	87.608	105.129.600	600,00	52.564.800	-52.564.800
REMOCION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES (alcantarilla)	Unidad	1,00	3.200.208	3.200.208	0,00	0	-3.200.208
CARPETA DE CONCRETO ASFALTICA	Metros cúbicos	5.299,00	1.230.005	6.517.796.495	6.626,48	8.150.603.532	1.632.807.037
RIEGO DE LIGA (0,5 litros / m2)	Metros cuadrados	110.110,00	4.007	441.210.770	160.292,00	642.290.044	201.079.274
IMPRIMACION CON MC 30 (1,2 litros / m2)	Metros cuadrados	110.110,00	10.877	1.197.666.470	110.126,00	1.197.840.502	174.032
BASE DE MACADAM HIDRAULICO (15 CM)	Metros cúbicos	15.165,00	114.657	1.738.773.405	0,00	0	-1.738.773.405
SUB BASE DE MACADAM HIDRAULICO (15 CM)	Metros cúbicos	15.165,00	160.773	2.438.122.545	16.135,95	2.594.225.089	156.102.544
REGULARIZACION DE CONCRETO ASFALTICO (45 KG/M2)	Tonelada	1.076,00	502.952	541.176.352	1.076,99	541.674.274	497.922
BANQUINA ENRIPIADA (30cm)	Metros cúbicos	14.234,00	24.929	354.839.386	0,00	0	-354.839.386
ALCANTARILLAS CELULARES H°A° SIMPLE 1,50x1,50	Metro lineal	13,00	3.336.750	43.377.750	0,00	0	-43.377.750
ALCANTARILLAS CELULARES H°A° DOBLE 1,50X1,50	Metro lineal	12,00	5.418.769	65.025.228	0,00	0	-65.025.228
CUNETA REVESTIDA DE H°	Metros cúbicos	100	698.012	69.801.200	0,00	0	-69.801.200
DRENAJE EN BANQUINA	Metro lineal	1.519,00	30.102	45.724.938	0,00	0	-45.724.938
SEÑALIZACION VERTICAL	Metros cuadrados	96,00	1.224.850	117.585.600	96,00	117.585.600	0
SEÑALIZACION HORIZONTAL	Metros cuadrados	3.580,00	43.230	154.763.400	3.580,00	154.763.400	0
EMPASTADO DE TALUDES	Metros cuadrados	21.450,00	7.926	170.012.700	0,00	0	-170.012.700
GUARDAVIAS DE SEGURIDAD (TIPO FLEX BEAM)	Metro lineal	450,00	319.902	143.955.900	84,00	26.871.768	-117.084.132
TRASLADO DE CONEXIONES DOMICILIARIAS	Unidad	5,00	239.742	1.198.710	0,00	0	-1.198.710
ACCESO A PROPIEDADES	Unidad	5,00	4.987.660	24.938.300	0,00	0	-24.938.300
MOVILIZACION DE OBRA (3 %)	Unidad Medida Global	1,00	399.301.100	399.301.100	1,00	399.301.100	0
INSTALACIONES Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS	Mes	12,00	13.545.400	162.544.800	12,00	162.544.800	0
ITEM NUEVO							
BASE ESTABILIZADA	M3		275.276		13.320,71	3.666.871.766	3.666.871.766
REMOSIÓN Y REPOSICIÓN DE GUARDA VIAS DE SEGURIDAD (TIPO FLEX BEAM)	ML		41.503		650,00	26.976.950	26.976.950
				14.800.723.831		17.760.592.799	2.959.868.968
					PORCENTAJE DE VARIACIÓN		20,00%

008
010

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

ANEXO 2

COMPUTO MÉTRICO

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

PREDIO DEL DISTRITO	
SUMA DE AREAS m2	
A	546,00
B	2000,00
C	2905,00
TOTAL m2	5451,00

SUMA DE AREAS m2	
SUMA DE AREAS	
D	2100,00
E	108,00
TOTAL m2	2208,00

SUMA TOTAL m2	7659,00

TRABAJOS EN EL DISTRITO 6 M.O.P.C. COMPUTO Y PRESUPUESTO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P. TOTAL
MACADAM	m3	765,90	160.773	123.136.041
RIEGO DE IMPRIMACIÓN	m2	7.659,00	10.877	83.306.943
RIEGO DE LIGA	m2	7.659,00	4.007	30.689.613
CONCRETO ASFALTICO	m3	191,48	1.230.005	235.521.357
MONTO TOTAL Gs				472.653.954

CALCULO AUXILIAR			
DESCRIPCIÓN	AREA m2	ESPESOR	VOL m3
MACADAM	7659,00	0,10	765,90
RIEGO DE IMPRIMACIÓN	7659,00		
RIEGO DE LIGA	7659,00		
CONCRETO ASFALTICO	7659,00	0,025	191,48

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrałtowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

010
DIEZ

43
(cuarenta y tres)

PLANILLA DE CALCULO AUXILIAR

	LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	VOLUMEN
TRAMOS DE EXCAVACIÓN PARA AMPLIACIÓN DE CALZADA	2.269	2,00	0,27	1.225,26

	LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	VOLUMEN
CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO	14.300	9,00	0,05	6.435,00

	LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	AREA
RIEGO DE LIGA (REGULARIZACIÓN)	3.419	7,00	0,00	23.933,00
RIEGO DE LIGA (CONCRETO ASFALTICO)	14.300	9,00	0,00	128.700,00
				152.633,00

	LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	AREA
RIEGO DE IMPRIMACIÓN (ampliación de banquina)	2.269	2,00	0,00	4.538,00
RIEGO DE IMPRIMACIÓN (zona de macadam)	10.881	9,00	0,00	97.929,00
				102.467,00

	LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	VOLUMEN
SUB BASE DE MACADAM (amplición de banquina)	2.269	2,00	0,15	680,70
SUB BASE DE MACADAM (zona de ripio)	10.881	9,00	0,15	14.689,35
				15.370,05

	LONGITUD	ANCHO	AREA	45 kg/m2	TONELADAS
REGULARIZACIÓN CON CONCRETO ASFALTICO (empedrado rural)	2.269	7,00	15.883,00	714.735,00	714,74
REGULARIZACIÓN CON CONCRETO ASFALTICO (empedrado urbano)	1.150	7,00	8.050,00	362.250,00	362,25
					1.076,99

	LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	VOLUMEN
BASE GRANULAR ESTABILIZADA (amplición de banquina)	2.269	2,00	0,13	589,94
BASE GRANULAR ESTABILIZADA (zona de ripio)	10.881	9,00	0,13	12.730,77
				13.320,71

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

011
ONCE

42
(cuarenta y dos)

ANEXO 3

ANÁLISIS DE PRECIO DE NUEVOS RUBROS

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

FORMULARIO Nº 4

Formulario de Composición de Precios Unitarios

Fecha:	Ítem Nº : Base Granular Estabilizada			
			Unidad	m3
A) Equipos a utilizar	**Modelo de equipo**	**Horas de c/equipo**	**Costo Horario Gs.**	**Costo Total Hora Horario Gs.**
Pala cargadora - Cat - 966 C	CAT966	0,30	235.088	70.526
Motoniveladora - Cat - 120 G	M120/1	0,30	213.272	63.981
Camion volquete - 12m3	CV12	0,30	181.232	54.369
Compactador Liso	CA25	0,30	180.512	54.153
Compactador Neumatico	CP27	0,30	156.345	46.904
Camion Regador de agua	RA	0,20	180.512	36.102
		A) Total Gs.		**326.035**
B) Mano de Obra	**Cantidad de Trabajadores**	**Horas de c/ Trabajador**	**Costo Horario Gs.**	**Costo Total Hora Horario Gs.**
				0
				0
				0
		B) Total Gs.		**0**
C) Producción del Equipo p/h =		**40 Costo Horario (A+B)**		**326.035**
D)Costo Unitario de la Ejecución (A+B)/C=D				**8.151**
E) Materiales	**Unidad**	**Consumo**	**Costo Horario Gs.**	**Costo Total Hora Horario Gs.**
Piedra 4ta	tn	1,00	55.000	55.000
Piedra 5ta	tn	0,95	55.000	52.250
Piedra 6ta	tn	0,75	60.000	45.000
arena de yacimiento	tn	0,24	3.125	750
				0
		E) Total Gs.		**153.000**
F) Transporte	**DMT KM**	**Consumo**	**Costo Horario Gs.**	**Costo Total Hora Horario Gs.**
flete	19,00	1,50	1.100	31.350
				0
				0
				0
				0
				0
		F) Total Gs.		**31.350**
Costo Directo Total [D + E+ F]			Gs.	**192.501**
Gastos Generales [% s/(CDT)] (GG)			Gs.	**32.725**
Beneficios e impuestos [(% s/ (CDT)] (Bel)			Gs.	**25.025**
Costo Unitario Total (CDT + G.G. + BEL] (CU)			Gs.	**250.251**
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (IVA)			Gs.	**25.025**
COSTO UNITARIO ADOPTADO (CU + IVA)			Gs.	**275.276**

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

013
TRECE

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

40
(cuarenta)

FORMULARIO Nº 4

Formulario de Composición de Precios Unitarios

Fecha:	**Ítem Nº 26: Remosion y Reposición de Barandas Flex Beam**			
	Obra: Llamado MOPC Nº 188/2019 - Lote Nº 4 - Tramo: Caazapa - Boqueron. 14,30 km		**Unidad**	**ml**
A) Equipos a utilizar	**Modelo de equipo**	**Horas de c/equipo**	**Costo Horario Gs.**	**Costo Total Hora Horario Gs.**
Retroexcavadora - Cat - 416 C	CAT 416 C	1,00	182.955	182.955
		A) Total Gs.		**182.955**
B) Mano de Obra	**Cantidad de Trabajadores**	**Horas de c/ Trabajador**	**Costo Horario Gs.**	**Costo Total Hora Horario Gs.**
Oficial	2	1	8.950	8.950
ayudante	4	1	8.000	8.000
				0
				0
				0
		B) Total Gs.		**16.950**
C) Producción del Equipo p/h =		**15 Costo Horario (A+B)**		**199.905**
D)Costo Unitario de la Ejecución (A+B)/C=D				**13.327**
E) Materiales	**Unidad**	**Consumo**	**Costo Horario Gs.**	**Costo Total Hora Horario Gs.**
Hormigón C90	m3	0,05	309.500	15.475
				0
				0
				0
				0
		E) Total Gs.		**15.475**
F) Transporte	**DMT KM**	**Consumo**	**Costo Horario Gs.**	**Costo Total Hora Horario Gs.**
				0
				0
				0
				0
				0
				0
		F) Total Gs.		**0**
Costo Directo Total [D + E+ F]			Gs.	**28.802**
Gastos Generales [% s/(CDT)] (GG)			Gs.	**6.048**
Beneficios e impuestos [(% s/ (CDT)] (Bel)			Gs.	**2.880**
Costo Unitario Total (CDT + G.G. + BEL] (CU)			Gs.	**37.730**
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (IVA)			Gs.	**3.773**
COSTO UNITARIO ADOPTADO (CU + IVA)			Gs.	**41.503**

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

014
CATORCE
Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

ANEXO 4

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

015
QUINCE

1 BASE GRANULAR ESTABILIZADA

1.1 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de base granular aprobado sobre una subbase, afirmado o subrasante, en una o varias capas, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto u ordenados por la

Fiscalización.

1.2 Materiales

Los materiales para base granular solo provendrán de canteras autorizadas y será obligatorio el empleo de un agregado que contenga una fracción producto de trituración mecánica.

En ambos casos, las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.

Los requisitos de calidad que deben cumplir los diferentes materiales y los requisitos granulométricos se presentan en la especificación respectiva.

Para el traslado del material para conformar subbases y bases al lugar de obra, se deberá humedecer adecuadamente los materiales y cubrirlos con una lona para evitar emisiones de material particulado, a fin de evitar que afecte a los trabajadores y poblaciones aledañas de males alérgicos, respiratorios y oculares.

Los montículos de material almacenados temporalmente en las canteras y plantas se cubrirán con lonas impermeables, para evitar el arrastre de partículas a la atmósfera y a cursos de agua cercanos y protegerlos de excesiva humedad cuando llueve.

Además, deberán ajustarse a las siguientes especificaciones de calidad:

1.2.1 Granulometría

La composición final de la mezcla de agregados presentará una granulometría continua y bien graduada (sin inflexiones notables) según una fórmula de trabajo de dosificación aprobada por la Fiscalización y según uno de los requisitos granulométricos que se indican en la Tabla I.

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

016
DIEZ Y SEIS

Tabla I: Requisitos granulométricos para Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4.25 um (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 -15	8 – 15

Fuente: ASTM D 1241

El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que a continuación se indican:

- **CBR: mínimo 100%**

La franja por utilizar será la establecida en los documentos del proyecto o la determinada por la Fiscalización.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente o viceversa.

1.2.2 Agregado Grueso

Se denominará así a los materiales retenidos en la Malla N° 4, los que consistirán de partículas pétreas durables y trituradas capaces de soportar los efectos de manipuleo, extendido y compactación sin producción de finos contaminantes.

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrukowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

017
DIEZ Y SIETE

Deberán cumplir las siguientes características:

Ensayo	Norma AASHTO	Requerimientos
Índice Plástico	T 89	4% máx
Equivalente de arena	T 176	35% mín
Sales solubles totales	T 104	0,55% máx
Índice de durabilidad	T 104	35% mín

La relación a emplearse para la determinación es: 1/3 (espesor/longitud)

1.2.3 Agregado Fino

Se denominará así a los materiales pasantes la malla Nº 4 que podrá provenir de fuentes naturales o de procesos de trituración o combinación de ambos.

Ensayo	NORMA MOPC	Norma	Requerimientos
Índice Plástico	SO305	T89-T90	6% máx.
Equivalente de arena	AO509	T-176	35% mín.
Sales solubles totales	AO514	SABS M-849	0,55% máx.
Índice de durabilidad	-	T-210	35% mín.

Observación: SABS: South African Bureau of Standard

T: AASHTO

4.3 Equipo

El equipo será el más adecuado y apropiado para la explotación de los materiales, su clasificación, trituración de ser requerido, lavado de ser necesario, equipo de carga, descarga, transporte, extendido, mezcla, homogeneización, humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores.

018
DIEZ Y OCHO

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

1.4 Ejecución

1.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Para las Vías de Primer Orden los materiales de base serán elaborados en planta, utilizando para ello dosificadoras de suelo. Para este tipo de vías no se permitirá la combinación en patio ni en vía mediante cargadores u otros equipos similares.

La mezcla de agregados deberá salir de la planta con la humedad requerida de compactación, teniendo en cuenta las pérdidas que puede sufrir en el transporte y colocación.

Para otros tipos de vías será optativo del Contratista los procedimientos para elaborar las mezclas de agregados para base granular.

Definida la fórmula de trabajo de la base granular, la granulometría deberá estar dentro del rango dado por el huso granulométrico adoptado.

1.4.2 Preparación de la superficie existente

La Fiscalización sólo autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad y las cotas indicadas o definidas por la Fiscalización. Además deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Contratista hará las correcciones necesarias a satisfacción de la Fiscalización.

1.4.3 Tramo de Prueba

Antes de iniciar los trabajos, el Contratista emprenderá una fase de ejecución de tramos de prueba para verificar el estado y comportamiento de los equipos y determinar, en secciones de ensayo, el método definitivo de preparación, transporte, colocación y compactación de los materiales, de manera que se cumplan los requisitos de cada especificación

Para tal efecto, construirá uno o varios tramos de prueba de ancho y longitud definidos de acuerdo a la Fiscalización y en ellas se probarán el equipo y el plan de compactación.

La Fiscalización tomará muestras de la capa en cada caso y las ensayará para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, granulometría y demás requisitos.

En el caso de que los ensayos indiquen que la base granular no se ajusta a dichas condiciones, el Contratista deberá efectuar inmediatamente las correcciones requeridas a los sistemas de preparación, extensión y compactación, hasta que ellos resulten satisfactorios para la Fiscalización, debiendo repetirse los tramos de prueba cuantas veces sea necesario.

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

Bajo estas condiciones, si el tramo de prueba defectuoso ha sido efectuado sobre un sector de la carretera proyectada, todo el material colocado será totalmente removido y transportado al lugar de disposición final de materiales excedentes, según lo indique la Fiscalización a costo del Contratista.

1.4.4 Transporte y colocación de material

El Contratista deberá transportar y verter el material, de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente.

Cualquier contaminación que se presentare, deberá ser subsanada antes de proseguir el trabajo.

La colocación del material sobre la capa subyacente se hará en una longitud que no sobrepase mil quinientos metros (1.500 m) de las operaciones de mezcla, conformación y compactación del material de la base.

Durante ésta labor se tomarán las medidas para el manejo del material de base, evitando los derrames de material y por ende la contaminación de fuentes de agua, suelos y flora cercanos al lugar.

1.4.5 Extensión y mezcla del material

Para Vías de Primer Orden la base granular será extendida con terminadora mecánica, no permitiéndose el uso de motoniveladora.

Para vías distintas a las de Primer Orden, el material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la base se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se combinarán para lograr su homogeneidad.

En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en el tramo de prueba.

1.4.6 Compactación

Una vez que el material de la base tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo aprobado por la Fiscalización, hasta alcanzar el 98% del Ensayo Proctor T99.

Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

020 VEINTE

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio (1/3) del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material de base mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se ejecutará la base granular en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2°C).

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercanos al lugar de compactación. Los residuos generados por esta y las dos actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en lugares de disposición de desechos adecuados especialmente para este tipo de residuos.

1.4.7 Apertura al tránsito

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie. El Contratista deberá responder por los daños producidos por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones de la Fiscalización.

1.4.8 Conservación

Si después de aceptada la base granular, el Contratista demora por cualquier motivo la construcción de la capa inmediatamente superior, deberá reparar, a su costo, todos los daños en la base y restablecer el mismo estado en que se aceptó.

1.5 Controles

1.5.1 Calidad de los agregados

De cada procedencia de los agregados y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción se determinarán los ensayos con las frecuencias que se indican en la Tabla II.

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

Tabla II: Ensayos y frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Base Granular	Granulometría	MOPC	D 422	T 88	750 m³	Cantera
	Límite Líquido	MOPC	D 4318	T 89	750 m³	Cantera
	Índice de Plasticidad	MOPC	D 4318	T 89	750 m³	Cantera
	Desgaste Los Ángeles	MOPC	C 131	T 96	2000 m³	Cantera
	Equivalente de Arena	MOPC	D 2419	T 176	2000 m³	Cantera
	Sales Solubles	MOPC	D 1888		2000 m³	Cantera
	CBR	MOPC	D 1883	T 193	2000 m³	Cantera
	Partículas Fracturadas	MOPC	D 5821		2000 m³	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	MOPC	D 4791		2000 m³	Cantera
	Pérdida en Sulfato de Sodio / Magnesio	MOPC	C 88	T 104	2000 m³	Cantera
	Densidad – Humedad	MOPC	D 1557	T 180	750 m³	Pista
	Compactación	MOPC MOPC	D 1556 D 2922	T 191 T 238	250 m²	Pista

Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en lo indicado en el numeral Materiales.

No se permitirá que a simple vista el material presente restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores del máximo especificado.

1.5.2 Calidad del producto terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no podrá ser inferior a la señalada en los planos o la definida por la Fiscalización quien, además, deberá verificar que la cota de cualquier punto de la base conformada y compactada, no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Así mismo, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

1.5.2.1 Compactación

Las determinaciones de la densidad de la base granular se efectuarán en una proporción de cuando menos una vez por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m²) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) medidas de densidad, exigiéndose que los valores individuales (Di) sean iguales o mayores al cien por c iento (100%) de la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor (De)

Di > De

La humedad de trabajo no debe variar en ± 1.5 % respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Próctor modificado (T-180). En caso de no cumplirse estos requisitos se rechazará el tramo.

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas.

Previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

1.5.2.2 Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed) más o menos diez milímetros (±10 mm).

em > ed ± 10 mm

Además el valor obtenido en cada determinación individual (ei) deberá ser, como mínimo, igual al noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño, so pena del rechazo del tramo controlado.

ei > 0.95 ed.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas, así como las áreas en donde la base granular presente agrietamientos o segregaciones, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costa, y a plena satisfacción de la Fiscalización.

1.5.2.3 Lisura

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, se comprobará con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a diez milímetros (10 mm) para cualquier punto. Cualquier irregularidad que exceda esta tolerancia se corregirá con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada.

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

023
VEINTE Y TRES

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

1.6 Método de medición

La unidad de medida será de metros cúbicos (m^3), de base granular suministrada, colocada y compactada, a satisfacción de la Fiscalización. El volumen se determinará por el sistema de áreas extremas, utilizando las secciones transversales y de longitud real, medida a lo largo del eje del Proyecto.

No se medirán cantidades en exceso de las especificadas, especialmente cuando ellas se produzcan por sobre-excavaciones de la subrasante por parte del Contratista.

1.7 Forma de Pago

El pago de acuerdo al método de medición indicado al precio unitario del ítem "BASE GRANULAR ESTABILIZADA", por toda obra ejecutada de acuerdo tanto con este Artículo como con la especificación respectiva y aceptada a satisfacción por la Fiscalización.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de permisos ambientales para la explotación de los suelos y agregados; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos de explotación, selección, trituración, lavado, transportes, almacenamiento, clasificación, desperdicios, carga, transporte al punto de aplicación, mezcla, colocación, nivelación y compactación de los materiales utilizados; y los de extracción, bombeo, transporte y distribución del agua requerida.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de adecuación paisajística de las canteras para recuperar las características hidrológicas al terminar su explotación; así como el tramo de prueba y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de la capa respectiva.

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

2. REMOSIÓN Y REPOSICIÓN DE GUARDAVÍAS DE SEGURIDAD TIPO FLEX BEAN

2.1 DESCRIPCIÓN.

A los efectos de disminuir el impacto ambiental producido como consecuencia de la ejecución de este ítem, el Contratista deberá seguir las indicaciones señaladas en las ETAGs y las dispuestas por la Fiscalización antes de iniciar las tareas, así como también deberá tomar las precauciones para evitar la contaminación de cualquier tipo. PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

2.2 METERIALES

Los materiales a ser utilizados para la remosión de los Guardavías de seguridad, serán los mismos materiales removidos previamente para los trabajos en ejecución, si los materiales se encuentran dañados, deberán ser reemplazados por materiales de acuerdo al aparatado MATERIALES del Ítem GUARDAVIAS DE SEGURIDAD TIPO FLEX BEAM

2.3 EJECUCIÓN

Las barreras metálicas deberán instalarse, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y en las posiciones que se indiquen en el Proyecto, mediante procedimientos que aseguren una perfecta colocación en conformidad con los requisitos y tolerancias aquí especificadas.

El ensamble de las secciones de la baranda deberá hacerse de tal forma, que los traslapes queden en el sentido del tránsito. No pueden quedar bordes vivos de la baranda y/o pernos mal ajustados enfrentados al tránsito.

En ningún caso la cara interna de la baranda, deberá quedar más cerca del eje del camino que la línea del borde exterior de las banquinas, de las caras expuestas de los cordones cunetas o, en general, de la línea que se considere como borde de la plataforma en los caminos sin pavimentar. En todos los casos, su ubicación será la señalada en el Proyecto.

Los postes de sustentación deberán hincarse en el suelo mediante maquinaria apropiada que asegure una adecuada verticalidad e integridad del poste. En el caso que exista suelos no aptos para el hincamiento (suelos de baja resistencia) se procederá a la fundación mediante rellenos con hormigón del Tipo fijado en los planos. La profundidad del hincamiento o de fundación, estará dada por la altura de la configuración de la barrera, definida por el Proyecto.

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

En caso particular que la fundación de los postes se efectúe sobre roca y no sea posible el hincado, se empleará el poste con placa, como si se tratara de adosamiento a una estructura. Para esto, se conformará en la roca una superficie horizontal para que le dé cabida a la placa, se efectuarán las perforaciones correspondientes en la roca, afianzando los pernos a ésta con adhesivos epóxicos.

El espaciamiento entre postes será de 2,00 a 4,00m, según lo defina el Proyecto. En condiciones especiales, este espaciamiento podrá ser menor a 2,00m, lo cual estará también definido en el Proyecto.

La posición de los postes debe considerar el sentido de tránsito a fin de evitar el enganche en caso de impacto.

Los procedimientos que se utilicen para instalar las defensas camineras deberán permitir ajustarse a las siguientes tolerancias:

La altura desde la superficie de apoyo a la baranda, determinada frente a cada poste, tendrá una tolerancia de +0,05 y -0,02m respecto a la altura definida por la cota del Proyecto del punto de la superficie de apoyo, tomada como referencia.

Los postes no deberán desviarse de la vertical en más de 10mm.

En alineamientos rectos o en curvas de radio superior a 300m, la distancia entre los postes y el eje del camino, tendrá una tolerancia de +-30mm respecto a la distancia teórica.

En curvas de radio igual o inferior a 300m, la tolerancia para la distancia entre los postes y el eje del camino será de +-60mm.

2.4 METODO DE MEDICIÓN

Se cuantificará por metro lineal (ml) de barrera metálica removida y repuesta, la medición se efectuará según la proyección horizontal, en las longitudes requeridas por el Proyecto y aprobadas por la Fiscalización.

2.5 FORMA DE PAGO

Las cantidades determinadas conforme al método de medición indicado serán pagadas al precio unitario contractual correspondiente al Ítem "Remosión y Reposición de Guardavías de seguridad tipo Flex Beam".

La partida incluye el suministro, transporte y colocación de las barandas metálicas galvanizadas, postes sustentadores, piezas terminales, separadores, elementos reflectantes, excavaciones, retiros de excedentes, hincado de postes o rellenos con hormigón para empotramiento.

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. [illegible]
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

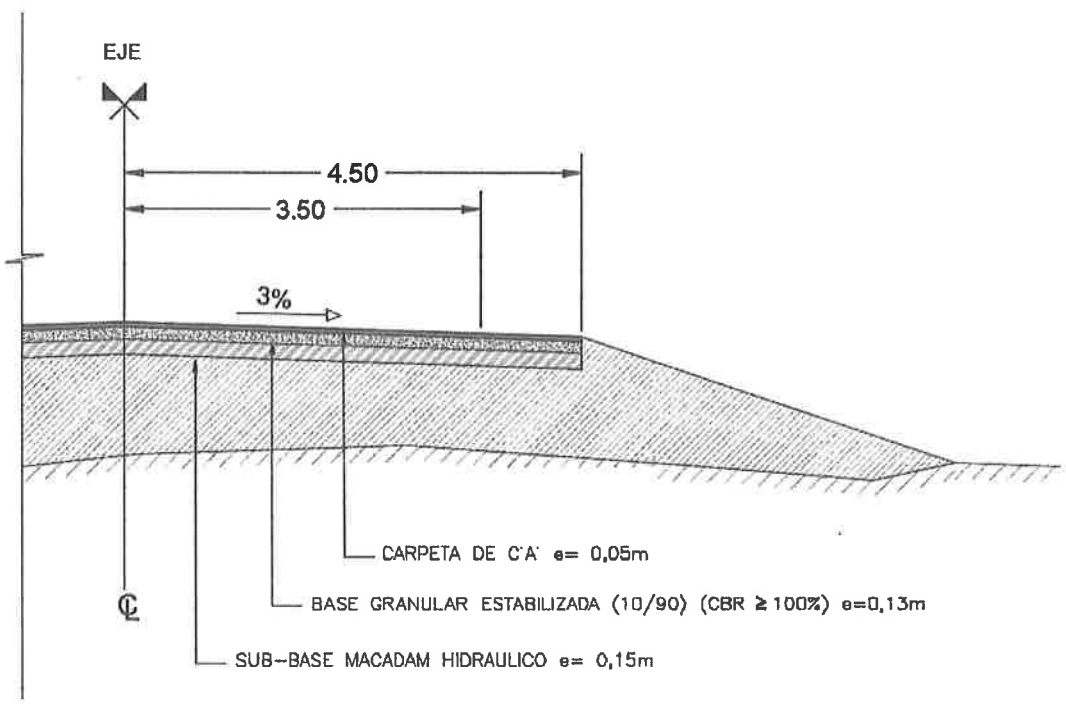
ANEXO 5

CALCULO ESTRUCTURAL

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

DISEÑO ALTERNATIVO DE PAVIMENTO
CAAZAPÁ - BOQUERÓN



Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

JULIO 2020

ING LUIS GUSTAVO CUEVAS

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

DISEÑO ALTERNATIVO DE PAVIMENTO
DE LA OBRA CAAZAPÁ – BOQUERÓN

1. PRESENTACIÓN

El presente documento elaborado por el Consorcio Constructora 14 de Julio - TECO, firma contratada por el MOPC para la ejecución de la Obra **"CAAZAPÁ - BOQUERÓN"**, contiene una Propuesta Alternativa para el Paquete Estructural del Pavimento, proponiéndose el uso de una base granular estabilizada en reemplazo de la base de macadam hidráulico previsto contractualmente.

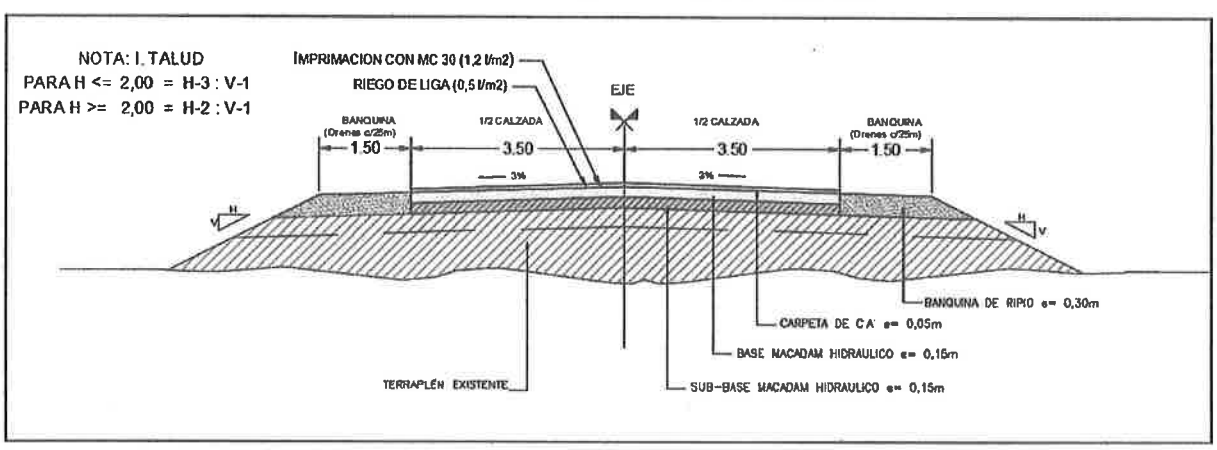
2. METODOLOGIA

La metodología de diseño utilizada para el análisis de las capas estructurales se hará a través de los Modelos de Deterioros concebidos en la metodología AASHTO 1993.

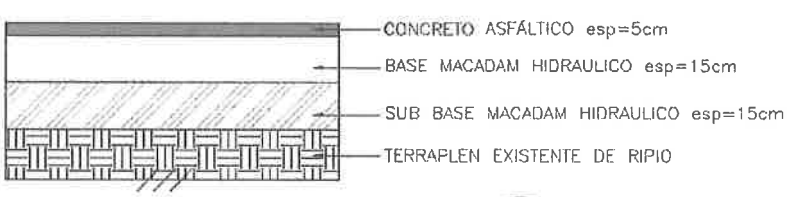
Se adopta la Metodología de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO 1993), porque permite modelar los deterioros de la estructura, y además cuenta con el aval de estar ampliamente experimentado en el mundo entero.

3. PAQUETE ESTRUCTURAL CONTRACTUAL

El Paquete Estructural del Pavimento del Proyecto Original en base al cual fue contratada la obra precedentemente mencionada, considera una capa de sub base de macadam hidráulico de 0,15 m de espesor bajo calzada, seguido por una base de macadam hidráulico de 0,15 m de espesor bajo calzada, capa de rodadura de concreto asfáltico de 0,05 m de espesor con un ancho de 7,00m dispuesto en dos calzadas de 3,50m c/u, y banquinas enripiadas de 1,50m de ancho cada una.



PAQUETE ESTRUCTURAL



Ing. Luis G. Cuevas Bustamante

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

4. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ALTERNATIVA DE PAVIMENTO

4.1. PROPUESTA ESTRUCTURAL

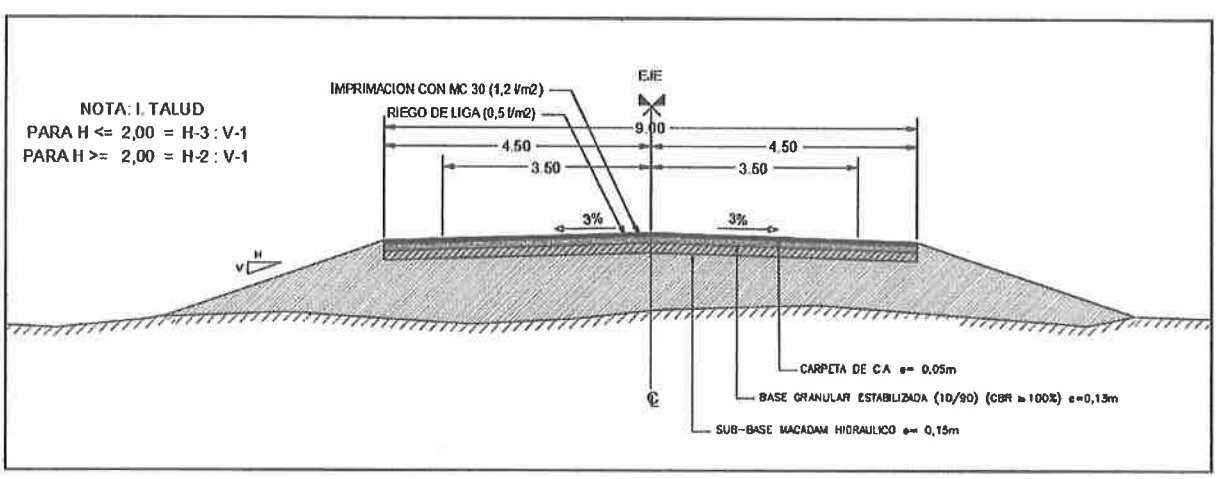
El paquete de pavimento a ejecutar estará formado por las capas que se describen a continuación:

1. **Carpeta de rodamiento con concreto asfáltico en todo el ancho de plataforma (calzada + banquinas = 9,00 m),** que cumplirá la función de impermeabilizar al paquete estructural y absorber los esfuerzos tangenciales de tracción y compresión de las fuerzas provocadas por el tránsito en las capas ligadas.

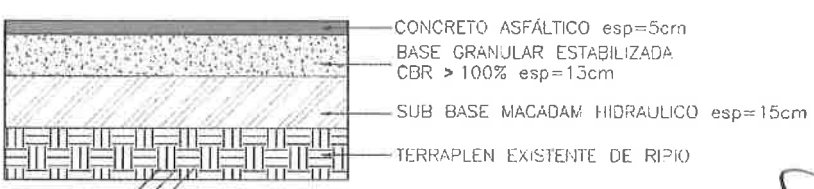
2. **Base granular estabilizada (Relación 90 piedra / 10 suelo) en todo el ancho de plataforma (calzada + banquinas = 9,00 m),** que cumplirá la función de absorber los esfuerzos tangenciales y de compresión transmitidos por la capa de rodamiento. Esta capa tendrá un CBR ≥ 100%.

3. **Sub base de macadam hidráulico en todo el ancho de plataforma (calzada + banquinas = 9,00 m),** que cumplirá la función de absorber los esfuerzos tangenciales y de compresión transmitidos por la base y distribuirlos homogéneamente sobre la subrasante. Esta capa tendrá un CBR ≥ 60%.

4. **Sub rasante de suelo ripio en todo el ancho de plataforma (calzada + banquinas = 9,00 m),** que cumplirá la función de absorber los esfuerzos tangenciales y de compresión transmitidos por la sub base de macadam y distribuirlos homogéneamente sobre el cuerpo de terraplén, y además servir de transición entre el módulo resiliente de la sub-rasante y los módulos de las capas superiores. Esta capa tendrá un CBR ≥ 15%.



PAQUETE ESTRUCTURAL



Ing. Luis G. Cuevas Bustamante

Ing. Ma. del Rosío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C. 2

4.2. PARAMETROS ADOPTADOS

Conforme a la metodología AASHTO 1993, serán utilizados para el diseño modelos de deterioros, aplicando conceptos de pérdida de serviciabilidad (ΔPSI) para determinados valores de tránsito expresado por el ESAL, y del valor soporte de la subrasante medidos por el Módulo Resiliente (Mr), para una determinada Confiabilidad (R) en la exactitud de los valores de los parámetros a ingresar al modelo, y su dispersión estándar S_D.

- R% - Grado de confiabilidad que tiene en cuenta la variabilidad de los materiales, el tránsito, procesos constructivos, el suelo de subrasante, con lo que se obtiene ZR, de la Curva de Distribución Normal de Gauss.
- S_D – Desviación Standard Superior.
- ESALs – Carga a que será sometida la estructura para producir un deterioro hasta un nivel de serviciabilidad de diseño.
- MR – Módulo resiliente de la subrasante, (en función del CBR).
- ΔPSI – Pérdida de serviciabilidad por deterioro a través del ESALs.
- SN – Número estructural -Parámetro que define la capacidad estructural del pavimento.

Estos parámetros de diseño están relacionados por la expresión:

$$Log_{10}W_{18} = Z_R * S_0 + 9.36 Log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{Log_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 Log_{10} M_r - 8.07$$

- **Parámetro de Confiabilidad y Desviación Estándar**

Es en última instancia un coeficiente de seguridad, cuyo propósito es tener en cuenta la incertidumbre y variabilidad en el diseño, construcción y cargas, los siguientes son los recomendados por la AASHTO en función a la categoría del proyecto.

La siguiente tabla indica los valores recomendados por el Manual AASHTO/93 de niveles de Confiabilidad para diversos niveles de tráfico y desviación estándar combinado So en función al coeficiente de variación de los suelos.

EE Solicitantes (millones)	Confiabilidad (%)	Z_R	S_0 en función del coeficiente variación de los suelos				
			15 %	20%	30 %	40%	50%
< 5	60	- 0,253	0,45	0,46	0,47	0,49	0,50
5 – 15	60 – 70	- 0,253 – 0,524	0,45	0,46	0,47	0,49	0,50
15 – 30	60 – 75	- 0,253 – 0,674	0,45	0,46	0,47	0,49	0,50
30 – 50	70 – 80	- 0,524 – 0,841	0,44	0,45	0,46	0,48	0,49
50 – 70	70 – 85	- 0,524 - 1,037	0,42	0,43	0,44	0,47	0,48
70 – 90	70 – 90	- 0,524 – 1,282	0,40	0,41	0,42	0,45	0,46

Ing. Luis G. Cuevas Bustamante

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

031
TREINTA Y UNO

22
(veintidos)

Considerando los valores recomendados por la tabla, adoptamos:

- Desviación estándar combinado; 0.45
- Error estándar; -0.253
- Nivel de confiabilidad adoptado: 0.60

- **Criterios de Desempeño - Serviciabilidad**

Se entiendo como serviciabilidad a la capacidad del pavimento para brindar un uso confortable y seguro a los usuarios y se define mediante el Índice de serviciabilidad presente ISP (Present Serviceability Index, PSI), que califica a los pavimentos entre 0 (muy pobre) y 5 (muy bueno), la perdida de la misma es la perdida de las citadas cualidades.
La misma se obtiene por la diferencia entre la perdida de serviciabilidad por acción del tránsito o y la perdida de serviciabilidad por hinchamiento o ΔPSI_t ΔPSI_{SW}.
$\Delta PSI = \Delta PSI_t - \Delta PSI_{SW} = 4.2 - 2.0 - 0 = 2.2$

- **Módulo Resiliente de la Subrasante**

Como subrasante se tiene un suelo ripio con valor soporte C.B.R.≥ 15%. Siendo la expresión utilizada para correlacionar este valor con el Modulo Resiliente, la recomendada por el Instituto del Asfalto:
Mr = 144,74 x 17,60 x $(CBR)^{0,64}$ =14.188 p.s.i.

- **Coeficientes de Capa y de Drenaje**

La fórmula básica del Número Estructural (SN) para pavimento flexible está dada por:

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

Donde:

a1 y an = Coeficiente de capa de las mezclas asfálticas y de las bases

D1 y Dn = Espesor de las capas de mezclas asfálticas y de las bases

m = Coeficiente que indica el efecto del drenaje a las capas de base y sub - bases.

Para este estudio los valores, adoptados de los diversos coeficientes serán obtenidos como sigue:

<u>Coeficientes Estructurales de las Capas</u>

El Método AASHTO 93 enfatiza la conveniencia de asignar el coeficiente estructural adecuado a cada capa del pavimento, considerando las propiedades reales de los materiales que la constituyen. El coeficiente estructural depende directamente del módulo elástico del material constituyente de la capa.

Ing. Luis G. Cuevas Bustamante

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

032
TREINTA Y DOS

21
(veintiuno)

Carpeta de Concreto Asfáltico

Para una carpeta de concreto asfáltico, con una estabilidad igual o mayor a 9500 Newton (970 kg), se adopta un coeficiente estructural **a1 = 0,1769**.

Base Estabilizada Granulométricamente

Para bases y sub bases granulares estabilizadas se utiliza la siguiente fórmula que relaciona el coeficiente de capa con el ensayo CBR: $a_2 = 0{,}032 \cdot (CBR)^{0{,}32}$

Para una base estabilizada granulométricamente (piedra triturada) con CBR igual o mayor a 100%, resulta un coeficiente estructural **a2 = 0,0550**.

Sub Base Granular

Para sub bases granulares (macadam hidráulico) se utiliza la siguiente fórmula que relaciona el coeficiente de capa con el ensayo CBR: $a_3 = 0{,}058 \cdot (CBR)^{0{,}19}$

Para una sub base de macadam hidráulico con CBR igual o mayor a 60%, resulta un coeficiente estructural **a3 = 0,0497**.

Coeficiente de Drenaje (m)

El método AASHTO utiliza un coeficiente de drenaje que modifica la capacidad estructural de las capas no ligadas y está incorporada en la ecuación de diseño.

El método propone la siguiente tabla de referencia para adoptar los valores de m.

Calidad del Drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menor a 1 %	1 – 5 %	5 – 25 %	Mayor a 25 %
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Débil	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

En el presente proyecto se han adoptado los siguientes valores:

- **m_2 = 1**
- **m_3 = 1**

4.3. EQUIVALENCIA ESTRUCTURAL POR MÉTODO AASTHO 93

A efectos de determinar el Número Estructural (SN) del Paquete Estructural del Pavimento del Proyecto Original y el de la Alternativa Propuesta, se empleó el Método AASTHO 93, siguiendo las recomendaciones establecidas en el AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES".

Ing. Luis G. Cuevas Bustamante

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

033
TREINTA Y TRES

20
(veinte)

En un procedimiento convencional la metodología implica básicamente, en determinar, mediante el algoritmo desarrollado por la AASHTO, el Número Estructural total que se requiere sobre la subrasante, luego se determinan los espesores mínimos de las capas asfálticas para que las tensiones que se generan no originen fallas en la subrasante ni en las propias capas asfálticas. La estructuración de las diferentes capas se realiza de manera que la suma del producto de los espesores por sus correspondientes coeficientes estructurales satisfaga el número estructural calculado.

En el caso que nos ocupa, desarrollamos el proceso inverso, es decir, para el paquete estructural del proyecto original, con base en los espesores y sus correspondientes coeficientes estructurales calculamos el número estructural total correspondiente. El paquete estructural del proyecto alternativo debe corresponder como mínimo al mismo número estructural del proyecto original.

Como ya se presentó en párrafos anteriores, el SN (número estructural) se obtiene en función a la fórmula siguiente:

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

Dónde:

a1 y a2: Coeficientes de capa de la carpeta de rodadura y de las bases;
D1 y D2: Espesores de las capas de carpeta de rodadura y de las bases;
m: Coeficiente que indica el efecto del drenaje en las capas de bases y sub-bases.

El cálculo del SN del Paquete Estructural del Pavimento del Proyecto Original se presenta en el siguiente cuadro.

Capas	Espesor (cm)	Coef. Est. (cm/cm)	Coef. Drenaje	SN efectivo
Carpeta de Concreto Asfáltico	5	0,1769	1	0,88
Base Macadam Hidráulico	15	0,0467	1	0,70
Sub Base Macadam Hidráulico	15	0,0497	1	0,75
Sub-base de Ripio (CBR ≥ 15%)	15	0,0380	1	0,57
			TOTAL SN	2,90

La determinación del SN del Paquete Estructural del Pavimento del Proyecto Alternativo se presenta en el siguiente cuadro.

Capas	Espesor (cm)	Coef. Est. (cm/cm)	Coef. Drenaje	SN efectivo
Carpeta de Concreto Asfáltico	5	0,1769	1	0,88
Base Granular Estabilizada 90/10 (CBR ≥ 100%)	13	0,0550	1	0,72

Ing. Luis G. Cuevas Bustamante

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

034
TREINTA Y CUATRO

19
(diecinueve)

Capas	Espesor (cm)	Coef. Est. (cm/cm)	Coef. Drenaje	SN efectivo
Sub Base Macadam Hidráulico	15	0,0497	1	0,75
Sub-base de Ripio (CBR ≥ 15%)	15	0,0380	1	0,57
			TOTAL SN	2,92

De acuerdo a la verificación realizada por el Método AASTHO 93, el Paquete Estructural del Pavimento del Proyecto Alternativo presenta un SN (número estructural) superior al del Paquete Estructural del Pavimento del Proyecto Original.

5. VERIFICACION DEL TRANSITO

Con base en el paquete estructural calculado, hemos realizado una verificación del número de ejes equivalentes acumulados (ESAL) para una vida útil de servicio considerada en el diseño de 20 años.

Utilizando los valores de los parámetros definidos, al cual se le incorpora el número estructural del paquete alternativo (SN = 2,92), obtenemos el valor de ESAL despejando de la ecuación que los relaciona.

$$Log_{10}W_{18} = Z_R * S_0 + 9.36Log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{Log_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32Log_{10}M_r - 8.07$$

R - Grado de confiabilidad = 60%
S_O – Desviación Standard = 0,45.
Z_R – Error Standard = - 0,253.
MR – Módulo resiliente de la subrasante = 14.188 psi.
ΔPSI – Pérdida de serviciabilidad = 2,2
SN – 20 años = 2,82
ESALs – 20 años = **54,20 x 10^5**

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a la verificación realizada por el Método AASTHO 93, el Paquete Estructural del Pavimento del Proyecto Alternativo presenta un SN (número estructural) SUPERIOR al del Paquete Estructural del Pavimento del Proyecto Original.

Se recomienda que antes de alcanzar **5.419.852 ejes acumulados**, se proceda a la evaluación de la estructura, para determinar la necesidad de implementar un eventual refuerzo a la carpeta de concreto asfáltico de espesor 4 cm.

Ing. Luis G. Cuevas Bustamante

Ing. Ma. del Rocío Rodríguez Z.
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Fiscal de Obras
M.O.P.C.

035
TREINTA Y CINCO