Ministerio de
OBRAS PÚBLICAS
Y COMUNICACIONES

GOBIERNO
NACIONAL

Paraguay de la gente

MEMORANDUM D.E. N° 385/2020

A	:	**ING. HUGO ARCE**, Director Dirección de Vialidad
DE	:	**ING. PABLINA BALBUENA**, Jefa Departamento de Ejecución
REF.	:	**Llamado MOPC N° 173/2018**, PAVIMENTACION ASFALTICA Y MANTENIMIENTO DEL TRAMO **J. EULOGIO ESTIGARRIBIA – CRUCE YJHOVY CENTRAL – RAUL ARSENIO OVIEDO.** ID 338.183
ASUNTO	:	**RESPUESTA MEMORANDUN UOC 2806/19 – Retención de comunicación del Convenio Modificatorio N° 1.**
FECHA	:	20 de Mayo de 2020.-

Dando respuesta al Memorándum UOC 2806/19 de la Unidad Operativa de Contratación, en relación a la Nota de Retención de la DNCP N° 11253/19, de las observaciones mencionadas en dicha nota referente a "AMPLIACION DE MONTO" de la empresa contratista CONSORCIO CAAGUAZU, este Departamento informa cuanto sigue:

En el anexo 5 de los documentos remitidos por la Contratante que el paquete del presente contrato y el paquete del presente contrato y el paquete propuesto por la Contratista tienen los mismos espesores para la base granular estabilizada 8e=20 cm) y la sub base (e=17 cm), lo cual se puede apreciar en los gráficos de los perfiles transversales (del contrato y el propuesto por la Contratista) sin embargo no se puede apreciar los aumentos de cantidades en dichos rubros, ni de los demás rubros que se señalan en el informe presentado por las partes.

En relación a este punto, se informa lo siguiente, la contratista en la revisión del proyecto, dando cumplimiento a lo establecido en el Pliego de Bases y Condiciones, ha realizado ajustes de carácter técnico en el proyecto original, lo cual motivó la modificación de las cantidades (aumento o disminución) de algunos ítems; todo esto a fin de adecuar la obra a las condiciones reales del terreno; expuesto en el punto ALCANCE Y JUSTIFICACIONES (cuya copia se adjunta)

En cuanto al aumento del espesor de la carpeta asfáltica de 4 cm como fuera establecido en el Contrato y la propuesta de 6 cm efectuada por la Contratista no se cuenta con un estudio detallado de cuál es el motivo del aumento de dicha capa, además la Contratante al momento del proyecto ya hubiesen realizado tal estudio y lanzar los llamados con el diseño correcto para la obra.

Respecto a este punto, se informa que en la propuesta técnica de modificación en el ANEXO 5, se presenta en detalle un estudio de la verificación del paquete estructural por el Método AASHTO 1993 y se concluye que el mismo No verifica el dimensionamiento, por lo que se adoptó un espesor mayor de Carpeta Asfáltica, a fin de dar cumplimiento al dimensionamiento estructural efectuado por el mencionado método.

La Contratante concede un aumento del monto del contrato en un 19,97% con el cual podría afectar a uno de los Principios Generales de la Ley 2051 "de Contrataciones Públicas" tal como a) Economía y Eficiencia (ya que se tiene un mayor costo – mayor precio de contrato – y prácticamente la misma prestación ya que no varía los otros componentes como ser ancho de calzada y banquina respectivamente.

Referente a este punto se menciona que debido a la revisión del proyecto algunos Ítems contractuales del proyecto presentan modificaciones en las cantidades (aumento o disminución) a fin de ajustar a las condiciones reales de la obra, lo cual puede verificarse en el Ítem ALCANCE Y JUSTIFICACION de las modificaciones de la propuesta técnica presentada por la Contratista, cuya copia se adjunta.

No se cuenta con la planilla de precios de rubros que aumentan y disminuyen a fin de verificar la correlación con el monto final aumentado.

En este punto se informa que en el Anexo 1: LISTA DE CANTIDADES Y SUS PRECIOS se detallan cantidades (Contractual, Modificada, Precios Unitarios, Total) de cada rubro.

M.O.P.C.
DIRECCION DE VIALIDAD
Exp. Nº 6044/19 (Nro DE 385/20)
Fecha: 21 MAYO 2020
Firma: ..... Hora: .....

M.O.P.C.
DIRECCION DE VIALIDAD
☐ VNGP ☐ DOI ☐ DGC ☐ DEV
☐ ATD ☐ DEV ☐ DAV ☐ DPV
☐ DC

A UOC

ING. [illegible] PALMA
Director de Vialidad
M.O.P.C.

M.O.P.C. - UNIDAD OPERATIVA DE CONTRATACIÓN
RECIBIDO
HORA 10:50
☐ DIRECTOR [illegible]
☐ DEPTO. JURÍDICO
☐ SUPERVISIÓN [illegible]
CONTRATACIÓN
☐ DPTO. DE GARANTÍAS
☐ DPTO. DE CONTROL
☐ DPTO. INTERNACIONAL [illegible]
☐ DPTO. LICITACIÓN [illegible]
☐ DPTO. CONTRATACIÓN [illegible]
☐ DPTO. DE PROGRAMACIÓN
☑ DPTO. DE ADJUDICACIÓN
☐ SECRETARIA
☐ MESA DE ENTRADA
FECHA 25 MAYO 2020
MERCEDES ESPINOSA
U.O.C. - M.O.P.C.

CONTRATO S.G. MINISTRO 227 /2019.

CONVENIO MODIFICATORIO N° 1 AL CONTRATO MINISTRO S.G. N° 206/2018

En la ciudad de Asunción, Capital de la República del Paraguay, a los 27 días del mes de Junio de 2019, entre el **MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES**, domiciliado en Oliva Nº 411 esquina Alberdi, de la ciudad de Asunción, República del Paraguay, RUC N° 80004239-5, representado en este acto por **S.E. ARNOLDO WIENS DURKSEN**, Ministro de Obras Públicas y Comunicaciones, en adelante denominado el **CONTRATANTE**, por una parte, y, por la otra, el **CONSORCIO CAAGUAZÚ**, domiciliado en la Avda. Defensores del Chaco N° 767 casi Incas de la ciudad de Asunción, República del Paraguay, representado en este acto por el **ING. ISACIO VALLEJOS,** con Cedula de Identidad N° 522.452, y el **ING. HUGO NAVARRO,** con Cédula de Identidad N° 531.276, denominada en adelante el **CONTRATISTA**, denominadas en conjunto "LAS PARTES" e, individualmente, "PARTE", acuerdan celebrar el presente "CONVENIO MODIFICATORIO Nº 1" al Contrato S.G. MINISTRO Nº 206/2018, en el marco del **Llamado a Licitación Pública Nacional MOPC Nº 173/2017 para la Pavimentación Asfáltica del tramo: J. Eulogio Estigarribia – Cruce Yjovy Central – Raúl Arsenio Oviedo (ID 338183)**, el cual estará sujeto a las siguientes cláusulas y condiciones:

LAS PARTES ACUERDAN LO SIGUIENTE:

1. OBJETO.
Por cuanto el **CONTRATANTE y el CONTRATISTA** convienen en ampliar el alcance del contrato, para la incorporación de trabajos nuevos no previstos, introducir un ajuste de las cantidades de determinados ítems contractuales como resultado de la revisión y ajuste del proyecto a las reales condiciones del terreno.

2. CONCORDANCIA
Este Convenio Modificatorio Nº 1 se emite en un todo de acuerdo con lo establecido en las Condiciones Generales del Contrato: Cláusula 4.3 "Documentos Contractuales posteriores a la formalización del Contrato", Cláusula 18: "Obras o trabajos no previstos", Cláusula 19: "Convenios Modificatorios Aumento del Alcance de los trabajos", Cláusula 20: "Convenios Modificatorios Disminución del Alcance de los trabajos" y ajustado a lo dispuesto en el Art. 62 "Convenios Modificatorios en Obras Públicas" de la Ley 2051/03.

3. DOCUMENTOS INTEGRANTES DEL CONVENIO.
Los documentos firmados por los representantes del Contratista y de la Fiscalización de Obras que forman parte integral del presente CONVENIO son los siguientes:

Contrato S.G. Ministro N° 206/2018
Resolución Ministerial N° 1316/2019, por la cual se autoriza la suscripción del Convenio N° 1
Documentación técnica:
Anexo 1: Planilla comparativa de cantidades y precios.
Anexo 2: Computo Métrico.
Anexo 3: Cronograma de Ejecución Físico – Financiero.
Anexo 4: Curva de avance Físico - Financiero.

Los documentos que forman parte del Convenio deberán considerarse mutuamente explicativos; en caso de contradicción o diferencia entre los documentos que forman parte integral del Contrato, la prioridad de los mismos será en el orden enunciado en el Contrato.

4. IDENTIFICACIÓN DEL CRÉDITO PRESUPUESTARIO PARA CUBRIR EL COMPROMISO DERIVADO DEL CONVENIO (Art. 37, a de la Ley N° 2051).
4.1 El crédito presupuestario para cubrir el compromiso derivado del presente Convenio está previsto en el objeto del gasto específico 520, incluido en el Presupuesto General de la Nación, año 2019.

CONSORCIO CAAGUAZU

Arnoldo Wiens Durksen
Ministro
MOPC.

4.2. La continuidad de la Contratación en los Ejercicios Fiscales 2020 y subsiguientes, estará supeditada a la disponibilidad de Créditos Presupuestarios aprobados por Ley del Presupuesto y sus modificaciones y a la asignación del Plan Financiero Institucional correspondiente.

5. PRECIO UNITARIO Y EL IMPORTE TOTAL A PAGAR POR LAS OBRAS (Art. 37 c de la Ley N° 2051)

5.1. El presente Convenio Modificatorio Nº 1, incrementa el monto del contrato original en **Gs. 5.626.437.610 (Guaraníes cinco mil seiscientos veintiséis millones cuatrocientos treinta y siete mil seiscientos diez) IVA incluido**, lo cual representa un aumento del 19.97% del monto original.

5.2. El importe total a pagar por las obras originalmente contratadas más los trabajos incluidos en el presente Convenio Modificatorio, asciende a la suma de Gs. 33.803.394.159 (Guaraníes treinta y tres mil ochocientos tres millones trescientos noventa y cuatro mil ciento cincuenta y nueve) IVA incluido. El detalle y la descripción de los trabajos, los precios unitarios y precio total, se indican en el Anexo N° 1, del presente Convenio.

6. FORMA Y TERMINOS PARA GARANTIZAR EL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO (Art. 37 g, Ley N° 2051).

El CONTRATISTA se obliga a presentar al CONTRATANTE la Garantía de Fiel Cumplimiento de Contrato por un monto equivalente al diez por ciento del monto del contrato modificado, con una vigencia hasta la Recepción Definitiva de la Obra, y las demás garantías establecidas en el Pliego de Base y Condiciones.

7. PLAZO, LUGAR Y CONDICIONES DE LA OBRA (Art. 37 d de la Ley N° 2051).

El presente Convenio Modificatorio Nº 1 incrementa el plazo contractual original, de acuerdo al siguiente detalle:

- Fecha de Orden de Inicio: 28 de setiembre de 2018.
- Plazo contractual original: 15 (quince) meses.
- Ampliación de Plazo por aumento de trabajos: 3 (tres) meses.
- Fecha de finalización: 28 de marzo de 2020.

8. PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS (Art. 37 e de la Ley N° 2051).

El Programa de Ejecución de los Trabajos es el establecido en el Anexo 3, conforme con las Condiciones Generales y Especiales del Contrato.

En prueba de conformidad se suscriben cuatro (4) ejemplares de un mismo tenor y a un solo efecto de conformidad con las leyes de la República del Paraguay en el día, mes y año antes indicados.

ING. ISACIO VALLEJOS
POR EL CONTRATISTA

ARNOLDO WIENS DURKSEN
POR EL CONTRATANTE

ING. HUGO NAVARRO
POR EL CONTRATISTA

CONSORCIO CAAGUAZU

REPUBLICA DEL PARAGUAY
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES

VICEMINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE VIALIDAD

Construcción de Pavimento Asfáltica del Tramo J. Eulogio Estigarribia - Cruce Yjhovy Central - Raúl A. Oviedo (Licitación Pública Nacional N° 173/2017, Obra N°. 10) - ID N° 338.183

CONVENIO MODIFICATORIO N° 1

El Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones según llamado M.O.P.C N° 173/2017 (Licitación Pública Nacional), ha licitado varios tramos camineros de la región oriental y ha adjudicado por Resolución Ministerial N° 825/2018 al **CONSORCIO CAAGUAZÚ** la ejecución de la obra: **"CONSTRUCCION DE PAVIMENTO ASFALTICO DEL TRAMO J. EULOGIO ESTIGARRIBIA - CRUCE YJHOVY CENTRAL - RAUL A. OVIEDO"** y suscrito el **CONTRATO SG MINISTRO N° 206/18** de fecha 23 de Julio de 2.018,

Dicho contrato contempla la potestad de emitirse Convenios Modificatorios y el derecho del Comitente, de acuerdo a lo establecido en la **Cláusula 2. Documentos Integrantes del Contrato, Cláusula 18 – "Obras o trabajos no previstos", Cláusula 19 Convenios Modificatorios, Cláusula 15 – "Aumento del Alcance de las Obras", Cláusula 16 – " Disminución del alcance de las Obras" y Cláusula 20 – "Cambio de la importancia de las diversas clases de obras", de las Condiciones Generales del Contrato (CGC)**, a ampliar, disminuir, eliminar, modificar o complementar el alcance de las obras contratadas durante la construcción, para ajustarla a las necesidades técnicas emergentes de la revisión del Proyecto Ejecutivo, por lo cual se expide el presente **Convenio Modificatorio N° 1**

Se expide el Convenio Modificatorio N° 1, de acuerdo a los siguientes términos:

CONCORDANCIA

El presente Convenio Modificatorio N° 1 se emite en un todo de acuerdo con lo establecido en las Condiciones Generales del Contrato en las siguientes cláusulas.

- Cláusula 2. Documentos Integrantes del Contrato.
- Cláusula 4.3 Documentos contractuales posterior a la formalización del contrato
- Cláusula 18. Obras o Trabajos no previstos.
- Cláusula 19. Convenios modificatorios. Aumento del Alcance de las Obras.
- Cláusula 20. Convenios modificatorios. Disminución del Alcance de las Obras.
- Cláusula 21. Plazo de Ejecución

- El Artículo N° 62 "Convenios Modificatorios en Obras Públicas" de la Ley N° 2.051/03 de Contrataciones Públicas.

Todo lo que no esta indicado en el presente convenio estara regido por el contrato, los pliegos de bases y condiciones.

Ing. Hugo Navarro
Representante Legal

Ing. Blas Gonzalez
Director de Obras
M.O.P.C

ALCANCE Y JUSTIFICACION DE LAS MODIFICACIONES

Las modificaciones a implementarse a traves del Convenio Modificatorio N° 1 se basan en la revision y actualizacion del proyecto licitado. Dichas modificaciones fueron elaboradas por el equipo técnico de la contratista bajo la supervisión del MOPC.

Las modificaciones introducidas son necesarias para el logro de una obra funcional, atendiendo los requerimientos tecnicos acordes con las caracteristicas de la via y adecuandolas a las condiciones reales del camino existente sobre el cual se desarrolla el trazado.

Los cambios a realizarse involucran una variacion (disminucion o aumento) de las cantidades de trabajos contractuales, adecuándola al nuevo Cronograma de Obra.

Modificación de cantidades de obra de los siguientes ítems contractuales

Ítem 1: Regularización de Subrasante

Computo	Cantidad	Unidad
1 Contractual	243.900,00	m2
2 C.M. N° 01	254.880,00	m2
Diferencia(2-1)	10.980,00	m2

Se observa un aumento de cantidad de acuerdo a la verificación de los computo, en el cual se determina que el aumento es de 10.980,00 m2.-

Ítem 2: Sub Base de Ripio e = 17 cm

Computo	Cantidad	Unidad
1 Contractual	41.463,00	m3
2 C.M. N° 01	41.825,10	m3
Diferencia(2-1)	362,10	m3

Se observa un aumento de cantidad de acuerdo a la verificación de los computo, en el cual se determina que el aumento es de 362,10 m3.-

Ítem 3: Base Granular Estabilizada CBR > 100% e = 20 cm

Computo	Cantidad	Unidad
1 Contractual	43.360,00	m3
2 C.M. N° 01	44.840,00	m3
Diferencia(2-1)	1.480,00	m3.

Se observa un aumento de cantidad de acuerdo a la verificación de los computo, en el cual se determina que el aumento es de 1.480,00 m3.-
Este aumento se debe que se preve aumentar el ancho del coronamiento de la base estabilizada de un ancho original de 7,00 m se aumenta a 7.20 m. debido que el pavimento asfaltico su ancho de coronamiento es de 7.00 m. por lo tanto se debe tener por lo menos un pequeño sobre ancho de la base estabilizada tal que se obtenga una buena compactación de los bordes, y además dar un buena terminación a la carpeta asfáltica.

Ing. Hugo Navarro
Supervisor Ingeniero

Director de Obras
M.O.P.C.

Ítem 4: Imprimación Asfáltica

Computo	Cantidad	Unidad
1 Contractual	229.800,00	Lts.
2 C.M. N° 01	254.880,00	Lts.
Diferencia(2-1)	25.080,00	Lts.

Se observa un aumento de cantidad de acuerdo a la verificación de los computo, en el cual se determina que el aumento es de 28.080,00 lts.
Este aumento se debe a que se preve un aumento en el ancho de coronamiento de la base estabilizada.

Ítem 5: Regularización con C° A° 40 kg/m2

Computo	Cantidad	Unidad
1 Contractual	784,00	Tn
2 C.M. N°02	616,00	Tn
Diferencia(2-1)	-168,00	Tn.

Se observa una disminución de cantidad de acuerdo a la verificación de los computo, en el cual se determina que la disminución es de 168,00 Tn.-

Ítem 6: Riego de liga

Computo	Cantidad	Unidad
1 Contractual	218.400,00	m2
2 C.M. N° 01	224.000,00	m2.
Diferencia(2-1)	5.600,00	m2

Se observa un aumento de cantidad de acuerdo a la verificación de los computo, en el cual se determina que el aumento es de 5.600,00 m2.-

Ítem 7: Carpeta C° A° 4 cm

Computo	Cantidad	Unidad
1 Contractual	8.872,00	m3.
2 C.M. N° 01	0,00	m3.
Diferencia(2-1)	- 8.872,00	m3.

Este ítem se elimina.

Ítem 8: Señalización horizontal

Computo	Cantidad	Unidad
1 Contractual	12.424,00	m2
2 C.M. N°01	12.424,00	m2
Diferencia(2-1)	0,00	m2

No sufre modificaciones

Ítem 9: Señalización vertical

Computo	Cantidad	Unidad
1 Contractual	15,00	m2
2 C.M. N°01	15,00	m2
Diferencia(3-2)	0,00	m2

No sufre modificación.

Ítem 10: Pórtico de señalización

Computo	Cantidad	Unidad
1 Contractual	2,00	Un.
2 C.M. N°01	2,00	Un.
Diferencia(2-1)	0,00	Un.

No sufre modificación

Ítem 11: Movilización

Computo	Cantidad	Unidad
1 Contractual	1,00	Gl
2 C.M. N° 01	1,00	Gl
Diferencia(2-1)	0,00	Gl

No sufre modificación

Ítem 12: Instalaciones y servicios especializados

Computo	Cantidad	Unidad
1 Contractual	15,00	Mes
2 C.M. N° 01	18,00	Mes
Diferencia(2-1)	3,00	Mes

Se observa un aumento de cantidades debido a que se amplía el plazo de obra por mayor volumen de trabajos a ejecutar

ITEMS NUEVO

Ítem 13: Carpeta C° A° 6 cm

Computo	Cantidad	Unidad
1 Contractual	0,00	m3.
2 C.M. N°02	13.536,60	m3.
Diferencia(2-1)	13.536,60	m3.

Teniendo en cuenta la cantidad y tipo de Tráfico pesado del tramo, se opta por una carpeta de e = 6 cm. en reemplazo de la carpeta prevista de e = 4cm con el objetivo de dar una mayor estabilidad estructural y mayor durabilidad. Se adjunta cálculo del paquete estructural y justificación técnica.

Ing. Ivan Cristaldo
Inspector de Obras
M.O.P.C

Además en el tramo contiguo de Raúl Arsenio Oviedo - Toledo, Lic. Publica Nacional MOPC N° 83/2018, en este tramo el espesor de la carpeta asfáltica prevista es de 6 cm. por lo tanto creemos conveniente que ambos tramos tengan el mismo espesor

COMPUTO METRICO Y PRESUPUESTO

En el **Anexo 1** – Lista de cantidades y sus precios se incluyen en una planilla Comparativa entre lo indicado en el Contrato y el Convenio Modificatorio N°. 1 en relación a las variaciones introducidas en las cantidades de obras de ítems contractuales, y el presupuesto final de la obra.

Con las modificaciones introducidas en la planilla contractual se obtiene un aumento en el precio total de la obra de **Gs. 5.626.437.610 (Guaraníes, Cinco Mil Seiscientos Veinte y Seis Millones Cuatrocientos Treinta y Siete Mil Seiscientos Diez),** lo que representa el **19.97 %** sobre el monto del Contrato, que es **Gs. 28.176.956.549 (Guaraníes, Veinte y Ocho Mil Ciento Setenta y Seis Millones Novecientos Cincuenta y Seis Mil Quinientos Cuarenta y Nueve),** resultando el **Monto Final del Convenio Modificatorio N° 1 en Gs. 33.803.394.159 (Guaraníes Treinta y Tres Mil Ochocientos Tres Millones Trescientos Noventa y Cuatro Mil Ciento Cincuenta y Nueve).-**

COMPUTO METRICO

Los cómputos de las cantidades de los ítems contractuales que sufrieron variación en relación a este Convenio Modificatorio y de los ítems nuevos, se adjuntan en el **Anexo 2.**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

No se tienen ítems nuevos por lo tanto no se presentan análisis de precios.-

PLAZOS DE OBRA

Cuando haya un cambio en el alcance de las obras, una modificación de cierta importancia en la naturaleza de las obras y la aparición de dificultades imprevistas durante la ejecución de las obras, la justificación de una prórroga de las obras será acordada mediante convenios modificatorios conforme al Articulo 62 de la Ley N° 2051/03.
Finalmente, se demuestra en cuadro representativo la variacion de plazo que solicita la empresa contratista por la variacion (aumento o disminucion) de las cantidades contractuales.

Inicio de Obra: DV N°. 113/2018	28/09/2018
Plazo Contractual:	15 meses
Fecha Finalización contractual:	28/12/2019
Plazo ampliado por aumento de obras del Conv. Modif. N°. 1, 19,97% x 15 meses (3.00 meses)	3.00 mes
Fin de Obra Convenio Modificatorio N° 1:	**28/03/2020**

Se presenta en el **Anexo 3** el Cronograma de avance (curva) Físico Financiero y cronograma de ejecución adaptado al C.M.N°. 1.-

CONFORMIDAD

Todo aquello que no está expresamente establecido en el Convenio Modificatorio N° 1 estará regido por el Contrato Original.

Forman parte del Presente Anexo los siguientes:

Ing. Hugo Navarro
Representante Legal

Anexo 1: Lista de cantidades y sus precios
Anexo 2: Cómputo métrico
Anexo 3: Cronograma de Ejecución
Anexo 4: Curva de Avance Físico – Financiero

En prueba de conformidad, se suscribe el presente Convenio Modificatorio N° 01, entre el supervisor del MOPC autorizado por resolución ministerial N° ..... de fecha ..... La Supervisión del MOPC y la Empresa Contratista Consorcio Caaguazú, en 4 (cuatro) ejemplares de un mismo tenor y a un solo efecto, en la ciudad de Asunción, a los ..... días del mes de ..... del 2019

ANEXO 1
LISTA DE CANTIDADES Y SUS PRECIOS

Dirección de Obras
M.O.P.C

Ítems del llamado LLAMADO MOPC Nº 173/2017 LICITACIÓN PÚBLICA NACIONAL PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DEL TRAMO J. EULOGIO ESTIGARRIBIA - CRUCE YJHOVY CENTRAL - RAÚL ARSENIO OVIEDO con ID: 338183

LoteTotal, Contrato Abierto: No , Abastecimiento simultáneo: No

Ítem	Código Catálogo	Descripción del Bien	Unidad de Medida	Cantidad Contractual	Cantidad Modificada	CMN° 1 = Contractual + Cant. Modif.	Precio unitario (IVA incluído)	Precio total	MONTO CMN° 1	DIFERENCIA
1	72131701-004	Regularización de subrasante	m2	243.900,00	10.980,00	254.880,00	5.646	1.377.059.400	1.439.052.480	61.993.080
2	72131701-014	Sub base de ripio e=17cm	m3	41.463,00	362,10	41.825,10	66.241	2.746.550.583	2.770.536.449	23.985.866
3	72131701-004	Base granular estabilizada CBR > 100% e=20cm	m3	43.360,00	1.480,00	44.840,00	196.056	8.500.988.160	8.791.151.040	290.162.880
4	72131701-004	Imprimación asfáltica	Lt.	229.800,00	25.080,00	254.880,00	10.425	2.395.665.000	2.657.124.000	261.459.000
5	72131701-004	Regularización con Cº Aº 40 kg/m2	Tn	784,00	(168,00)	616,00	381.494	299.091.296	235.000.304	(64.090.992)
6	72131701-004	Riego de liga	m2	218.400,00	5.600,00	224.000,00	4.115	898.716.000	921.760.000	23.044.000
7	72131701-004	Carpeta Cº Aº 4 cm	m3	8.872,00	(8.872,00)	-	1.059.155	9.396.823.160	-	(9.396.823.160)
8	72131701-001	Señalización horizontal	m2	12.424,00	-	12.424,00	94.641	1.175.819.784	1.175.819.784	-
9	72131701-001	Señalización vertical	m2	15,00	-	15,00	1.441.473	21.622.095	21.622.095	-
10	72131701-029	Pórtico de señalización	Un.	2,00	-	2,00	47.565.293	95.130.586	95.130.586	-
11	72131701-004	Movilización	Gl	1,00	-	1,00	822.743.670	822.743.670	822.743.670	-
12	72131701-004	Instalaciones y servicios especializados	Mes	15,00	3,00	18,00	29.783.121	446.746.815	536.096.178	89.349.363
		ITEMS NUEVOS								
13		Carpeta Cº Aº 6 cm	m3		13.536,60	13.536,60	1.059.155	-	14.337.357.573	14.337.357.573
							Precio Total	**28.176.956.549**	**33.803.394.159**	5.626.437.610

MONTO TOTAL CONTRACTUAL =	28.176.956.549	Son Guaraníes Veinte y Ocho Mil Ciento Setenta y Seis Millones Novecientos Cincuenta y Seis Mil Quinientos Cuarenta y Nueve
MONTO TOTAL CMN°. 1 =	33.803.394.159	Son Guaraníes Treinta y Tres Mil Ochocientos Tres Millones Trescientos Noventa y Cuatro Mil Ciento Cincuenta y Nueve
PORCENTAJE DE VARIACION	19,97%	

ANEXO 2
COMPUTO METRICO.

COMPUTOS METRICOS

Ítems del llamado LLAMADO MOPC Nº 173/2017 LICITACIÓN PÚBLICA NACIONAL PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DEL TRAMO J. EULOGIO ESTIGARRIBIA - CRUCE YJHOVY CENTRAL - RAÚL ARSENIO OVIEDO con ID: 338183

ITEMS	DESCRIPCION	UNIDAD	DIMENSIONES			CANTIDAD
1	Regularización de subrasante	Metros cuadrados	29.500,00	8,64	1,00	254.880,00
2	Sub base de ripio e=17cm	Metros cúbicos	29.500,00	8,34	0,17	41.825,10
3	Base granular estabilizada CBR > 100% e=20cm	Metros cúbicos	29.500,00	7,60	0,20	44.840,00
4	Imprimación asfáltica	Litros	29.500,00	7,20	1,20	254.880,00
5	Regularización con Cº Aº 40 kg/m2	Tonelada	2.200,00	7,00	0,04	616,00
6	Riego de liga	Metros cuadrados	32.000,00	7,00	1,00	224.000,00
7	Carpeta Cº Aº 4 cm	Metros cúbicos	0,00	7,00	0,04	0,00
8	Señalización horizontal	Metros cuadrados	86.400,00	0,12	1,00	10.368,00
ITEMS NUEVOS						
13	Carpeta Cº Aº 6 cm	m3	32.230,00	7	0,06	13.536,60

ANEXO 3
CRONOGRAMA DE EJECUCION.

PLAN DE TRABAJO - CRONOGRAMA

Oferente o Representante Legal: CONSORCIO CAAGUAZÚ

Fecha: 07/12/2017
ID N°: 338.183

Item	Descripción del Bien	28/9/2018	MESES																	
			oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sept-19	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	28-mar-20
1	Regularización de subrasante			2%	5%	5%	7%	7%	12%	12%	12%	12%	12%	10%	8%					
2	Sub base de ripio e=17cm				3%	7%	7%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	8%				
3	Base granular estabilizada CBR > 100% e=20cm							3%	7%	7%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	3%	
4	Imprimación asfáltica							3%	7%	7%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	3%	
5	Regularización con Cº Aº 40 kg/m2												5%	15%	15%	25%	40%			
6	Riego de liga													5%	10%	15%	15%	25%	25%	5%
7	Carpeta Cº Aº 4 cm																		50%	50%
8	Señalización horizontal																			100%
9	Señalización vertical																			100%
10	Pórtico de señalización																			
11	Movilización		20%	30%	50%															
12	Instalaciones y servicios especializados		5,56%	5,56%	5,56%	5,56%	5,56%	5,56%	5,56%	5,56%	5,56%	5,56%	5,56%	5,56%	5,56%	5,56%	5,56%	5,56%	5,56%	5,56%
	Carpeta Cº Aº 6 cm													5%	10%	15%	15%	25%	25%	5%
			194.355.681	305.411.098	596.247.500	295.697.123	324.478.173	751.042.517	1.280.926.143	1.280.926.143	1.624.374.394	1.624.374.394	1.636.124.409	2.393.799.269	3.070.411.999	3.605.368.257	3.557.502.209	4.989.413.845	4.775.944.484	1.497.425.399
			0,69%	1,08%	2,12%	1,05%	1,15%	2,67%	4,55%	4,55%	5,76%	5,76%	5,81%	8,50%	10,90%	12,80%	12,63%	17,71%	16,95%	5,31%
		0%	0,69%	1,77%	3,89%	4,94%	6,09%	8,76%	13,30%	17,85%	23,61%	29,38%	35,18%	43,68%	54,58%	67,37%	80,00%	97,71%	114,66%	119,97%

Ing. Hugo Navarro
Representante Legal

ANEXO 4
CRONOGRAMA FISICO FINANCIERO.

Ing. Ricardo Estaldo
Supervisor de Obras
M.O.P.C

DIMENSIONAMIENTO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL DEL TRAMO: J. EULOGIO ESTIGARRIBIA – CRUCE YJHOVY – RAUL ARSENIO OVIEDO.

1. DIMENSIONAMIENTO DE PAVIMENTO 2

1.1 INTRODUCCIÓN 2
1.2 MÉTODO DE DISEÑO AASHTO 1993 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES 2
1.2.1 Introducción al método 2
1.3 PAQUETE ESTRUCTURAL PREVISTO EN EL LLAMADO MOPC Nº 173/2017. 4
1.3.1 PAVIMENTO TIPO PREVISTO EN EL LLAMADO MOPC Nº 173/2017. 4
1.4 PAQUETE ESTRUCTURAL PROPUESTO POR ESTA CONSTRUCTORA. 4
1.4.1 PAVIMENTO TIPO PROPUESTO POR LA CONSTRUCTORA. 5

2 VARIABLES A CONSIDERAR EN EL MÉTODO AASHTO 1993 5

2.1 VARIABLES DE TIEMPO 5
2.2 TRÁNSITO 6
2.3 CONFIABILIDAD 6
2.4 DESVÍO ESTÁNDAR 8
2.5 CARACTERÍSTICAS DE LA SUBRASANTE 8
2.6 NIVELES DE SERVICIABILIDAD 9
2.7 MATERIALES PARA EL PAVIMENTO 12
2.8 INCIDENCIA DEL DRENAJE EN EL AASHTO 1993 12
2.9 DISEÑO ESTRUCTURAL 13
2.10 PERÍODO DE ANÁLISIS Y VIDA ÚTIL 13
2.11 TRÁNSITO Y CÁLCULOS DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TN 13
2.12 CONFIABILIDAD 16
2.13 DESVÍO ESTÁNDAR 17
2.14 CARACTERÍSTICAS DE LA SUBRASANTE Y DEL TERRAPLÉN 17
2.15 NIVELES DE SERVICIABILIDAD. PÉRDIDA DE SERVICIABILIDAD POR TRÁNSITO ΔPSIT 17
2.16 PÉRDIDA ADICIONAL DE SERVICIABILIDAD DEBIDO A HINCHAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS ΔPSISW 17
2.17 CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE SERVICIABILIDAD DE DISEÑO ΔPSI 18
2.18 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL DE DISEÑO SN 18
2.19 FACTORES HIDROMETEREOLÓGICOS 18
2.20 CALIDAD DE LOS MATERIALES A EMPLEARSE 18

3 PAQUETE PREVISTO EN EL LLAMADO DEL MOPC Nº 173/2017. 20

4 PAQUETE PROPUESTO POR LA CONSTRUCTORA. 21

4.1 CALCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL DEL PAQUETE Y ESTRUCTURAS RESULTANTES POR EL MÉTODO AASHTO 1993. 21
4.1.1 NÚMERO ESTRUCTURAL DEL PAQUETE PREVISTO EN EL LLAMADO MOPC Nº 173/2017 Y Estructuras resultantes por el Método AASHTO 1993. 21
4.1.2 NÚMERO ESTRUCTURAL DEL PAQUETE PROPUESTO POR LA CONSTRUCTORA Y Estructuras resultantes por el Método AASHTO 1993. 24
4.2 CÁLCULO DEL REFUERZO PARA VEINTE AÑOS DE VIDA ÚTIL 26

5 CONCLUSIONES GENERALES. 28

DIMENSIONAMIENTO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL DEL TRAMO: J. EULOGIO ESTIGARRIBIA – CRUCE YJHOVY – RAUL ARSENIO OVIEDO.

1. DIMENSIONAMIENTO DE PAVIMENTO

1.1 INTRODUCCIÓN

En este estudio se presenta el Diseño Estructural para la Pavimentación Asfáltica del Tramo: J. Eulogio Estigarribia – Cruce Yjhovy – Raul Arsenio Oviedo, del llamado **MOPC N° 173/2017.**

Para eso se utilizará el método de dimensionamiento AASHTO 1993, con el software correspondiente.

1.2 MÉTODO DE DISEÑO AASHTO 1993 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

1.2.1 INTRODUCCIÓN AL MÉTODO

Debe recordarse que el método AASHTO surgió en 1958 de una serie de tramos experimentales, denominados roads tests, realizados en una zona determinada de Estados Unidos de América (Ottawa, Illinois), con clima e hidrología específicos, pues se pretendía que fuesen representativos de los escenarios imperantes en la mayor parte del territorio de dicho país y con condiciones muy especiales de tránsito, por tratarse de pistas no libradas al uso público.

Esto lógicamente introduce una especial consideración para los especialistas que pretenden extrapolar sus conclusiones a otras regiones del planeta, ya que es indispensable que se tomen los debidos resguardos para adecuarlas a las particularidades de cada lugar.

Las recomendaciones de AASHTO son claras en tal sentido.

Por otra parte la versión 1993 de este método, presenta mayor cantidad de variables con relación al antiguo Método AASHTO, usado intensivamente en nuestros países en las décadas del '70 y '80, que solo consideraba el Factor Regional además del tránsito.

La gran innovación de esta última versión es la introducción del concepto de Serviciabilidad en el diseño de pavimentos, entendida como una medida de la capacidad del pavimento para brindar una superficie lisa y suave al usuario. Este parámetro varía entre 0 para pavimento intransitable y 5 para pavimento perfecto.

Para el caso de pavimentos flexibles, los datos del Road Test daban relaciones empíricas entre el espesor del concreto asfáltico, magnitud de cargas, tipo de ejes, número de aplicaciones de cargas y pérdida de serviciabilidad para un pavimento en las condiciones del Road Test.

Aparece el concepto de Confiabilidad que permite al proyectista diseñar un pavimento con un nivel apropiado de riesgo. El factor de Confiabilidad de diseño R permite tener en cuenta variaciones tanto en la predicción del tránsito como en el comportamiento del pavimento.

Se introduce el Módulo Resiliente que reemplaza al CBR como dato de entrada. Esto permite una mejor definición de las propiedades resistentes de los suelos de subrasante y de los materiales de las distintas capas estructurales.

Las condiciones de drenaje están tenidas en cuenta con los Coeficientes de drenaje m_i, aplicados a capas no estabilizadas y que se fijan en función de la calidad del drenaje y del tiempo que la estructura está sometida a niveles de humedad próximos a la saturación.

También se prevé el Efecto de hinchamiento por suelos expansivos y por congelamiento.

Igual consideración merece la adopción de los valores de Aporte estructural de cada capa, en función a las modalidades constructivas, comportamiento y características específicas de los materiales empleados.

No obstante, ello debe destacarse que las nuevas variables introducidas Desvío estándar, Confiabilidad de diseño, Niveles de serviciabilidad y Coeficientes de drenaje--, requerirán del especialista un profundo conocimiento de la zona en cuestión y fundamentalmente del comportamiento de obras similares, para asegurar con ello que la extrapolación que se pretende, pueda ser exitosa en la determinación del número estructural SN requerido por el tránsito de diseño.

Por otra parte, es un hecho suficientemente comprobado que, si se llegaran a aplicar, para un determinado diseño, varios o aún todos los métodos disponibles, los resultados obtenidos no serían similares, más aún los espesores resultantes podrían tener valores con apreciables diferencias.

Esta circunstancia debe llevar al proyectista a reflexionar sobre la intangibilidad de cualquiera de los métodos adoptados, y sobre todo de la absoluta necesidad de un cabal conocimiento de la zona de implantación de la futura mejora, acompañada por una pormenorizada evaluación del comportamiento en servicio de obras similares en el lugar.

Ello precisamente es así ya que no debiera olvidarse que todos los métodos disponibles han sido desarrollados en lugares o países con climas e hidrologías específicas y no necesariamente iguales a los de Paraguay y, las más de las veces, con características de tránsito también disímiles.

Por lo expuesto, para la evaluación de la ruta sujeta a mejora, se hará especial hincapié en el comportamiento de rutas similares de la zona, fundamentalmente en aquéllas en las que se tuvo oportunidad de participar, tanto en la etapa de proyecto como en la de ejecución, y en las condiciones meteorológicas e hidrológicas imperantes en el lugar.

Esta importante consideración dará al especialista estructural, las pautas para adecuar el método de diseño adoptado a las reales condiciones de la zona.

Téngase en cuenta que el desconocimiento de tales condiciones por parte de un especialista, aún en el caso de aquéllos con sólido prestigio, podría llegar a tener una desfavorable incidencia en el comportamiento de la obra o en su costo de ejecución.

1.3 PAQUETE ESTRUCTURAL PREVISTO EN EL LLAMADO MOPC N° 173/2017.

El Paquete Estructural previsto inicialmente en el **Llamado MOPC No.173/2017 para el Tramo: J. Eulogio Estigarribia – Cruce Yjhovy – Raul Arsenio Oviedo**, es lo siguiente:

Carpeta Asfáltica de espesor 4 cm.

Riego de liga.

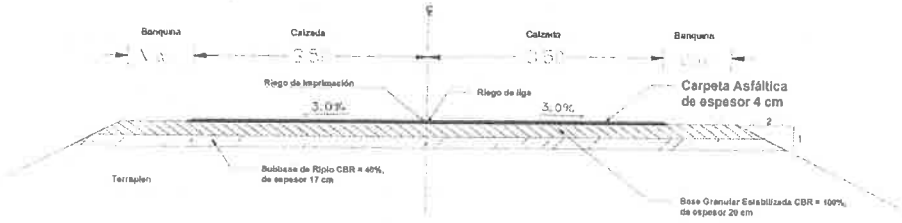
Imprimación asfáltica.

Base Granular Estabilizada CBR ≥ 100%, de espesor 20 cm.

Subbase de Ripio CBR ≥ 40%, de espesor 17 cm.

1.3.1 PAVIMENTO TIPO PREVISTO EN EL LLAMADO MOPC N□ 173/2017.

Pavimento Tipo Previsto en el Llamado
Tramo: J. Eulogio Estigarribia - Cruce Yjhovy - Raul Arsenio Oviedo.



1.4 PAQUETE ESTRUCTURAL PROPUESTO POR ESTA CONSTRUCTORA.

El Paquete Estructural Propuesto por esta Constructora para el Tramo: J. Eulogio Estigarribia – Cruce Yjhovy – Raul Arsenio Oviedo, **consiste en aumentar el espesor de la Carpeta Asfáltica a 6,0 cm en vez de los 4,0 cm inicialmente previsto y manteniendo igual el resto de los espesores del Paquete Estructural del Llamado. Siendo que estos 6,0 cn de espesor de Carpeta Asfáltica serán ejecutadas en una faja de mezcla gruesa de concreto asfaltico** Este cambio propuesto es debido al elevado flujo de transito pesado existente en el tramo, así como también se presenta en este informe técnico que el Dimensionamiento del Paquete Estructural por AASHTO 93 **no se verifica para un espesor de 4 cm de Carpeta Asfáltica usando un Eje Equivalente (EE) para tráficos pesados.** Por lo consiguiente la necesidad de elevar 2 cm más el espesor de la carpeta asfáltica prevista inicialmente en el Llamado.

El Paquete Estructural propuesto por esta Constructora y mencionado para el tramo, es lo siguiente:

Carpeta Asfáltica de espesor 6 cm.

Riego de liga.

Imprimación asfáltica.

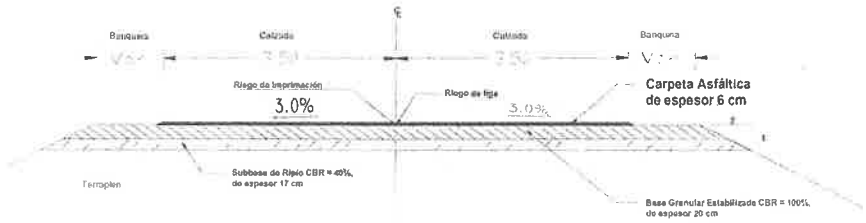
Base Granular Estabilizada CBR ≥ 100%, de espesor 20 cm.

Subbase de Ripio CBR ≥ 40%, de espesor 17 cm.

1.4.1 PAVIMENTO TIPO PROPUESTO POR LA CONSTRUCTORA.

El Pavimento Tipo propuesto por esta Constructora para el Tramo: J. Eulogio Estigarribia – Cruce Yjhovy – Raul Arsenio Oviedo es lo siguiente:

Pavimento Tipo Propuesto
Tramo: J. Eulogio Estigarribia - Cruce Yjhovy - Raul Arsenio Oviedo.



2 VARIABLES A CONSIDERAR EN EL MÉTODO AASHTO 1993

2.1 VARIABLES DE TIEMPO

Hay dos Variables de tiempo a tener en cuenta: período de análisis y vida útil del pavimento.

La vida útil es el lapso que media entre la construcción o rehabilitación del pavimento y el momento en que éste alcanza un grado de serviciabilidad mínimo.

El período de análisis es el tiempo total que cada estrategia de diseño debe cubrir. Puede ser igual que la vida útil, pero en casos en que se prevén reconstrucciones a lo largo del tiempo, el período de análisis comprende varios períodos de vida útil, el del pavimento original y los de los distintos refuerzos.

AASHTO recomienda los siguientes períodos de análisis:

TIPO DE CARRETERA:	PERÍODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito.	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito.	20 - 50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito.	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito.	10 - 20 años

2.2 TRÁNSITO

AASHTO utiliza el número de repeticiones de ejes equivalentes de 18 kips (80 kN u 8,2 toneladas) denominados ESALs (*equivalent simple axial load* - carga axial simple equivalente).

La conversión de una determinada carga por eje a ESAL se hace a través de los LEF (*load equivalent factor*), en nuestro medio llamado factor equivalente de carga f_c.

En el Capítulo Tránsito de la versión 1993, AASHTO incorpora una serie de tablas con LEFs variando en función a la carga aplicada, la serviciabilidad final y el SN del pavimento.

Como ya fuera expresado anteriormente, las características del tránsito en Paraguay son diferentes a las consideradas por AASHTO, no solo en la composición vehicular sino también en lo referente a la magnitud de las cargas.

Por ello para el diseño estructural de esta ruta, en el proyecto se adopta los factores de equivalencia de cargas usuales en el MERCOSUR y preconizados por la AASTHO, según cuadro abajo:

FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA				
Tipo de Eje	Cargas (tf)		FC- AASHTO	
	Con Sobrepeso	Sin Sobrepeso	Con Sobrepeso	Sin Sobrepeso
Simples (rueda simples)	6	3	0,3	0,02
Simples (rueda doble)	10,5	5	2,94	0,14
Tandem doble(rueda doble)	18	6	1,64	0,02
Tandem triple(rueda doble)	25,5	9	1,59	0,03

Se obtienen los TMDA que sirvieron para el cálculo del número estructural equivalente N8,2 Tn para 10 años y para 20 años, para este paquete estructural propuesto de acuerdo al tránsito actual de esta via.

El Número de Ejes Equivalentes (ESALs) utilizados para la verificación del dimensionamiento del Paquete Previsto en el Llamado y el paquete nuevo Propuesto por esta Constructora son los siguientes:

Para 10 años = 896.000

Para 20 años = 1.890.000

2.3 CONFIABILIDAD

En todos los diseños la incertidumbre siempre ha sido tenida en cuenta a través del uso de coeficientes de seguridad, surgidos en base a la experiencia. Cuando mayores eran las incertidumbres, mayores eran los coeficientes de seguridad.

AASHTO ha introducido el concepto de Confiabilidad, que es en última instancia un coeficiente de seguridad, cuyo propósito es tener en cuenta la incertidumbre y variabilidad en el diseño, construcción y cargas.

Ing. Rito Cristaldo
Supervisor de Obras
MOPC

Atento a ello, Confiabilidad es la probabilidad de que el sistema estructural que forma el pavimento cumpla su función prevista, dentro de la vida útil y bajo las condiciones ambientales que tienen lugar en ese lapso.

Así una Confiabilidad de 70 indica que hay un 30% de probabilidad que el pavimento comience a fallar antes de completar su período de diseño.

En cambio, con una Confiabilidad de 90 existirá solo un 10% de probabilidad que el pavimento falle antes de su vida de diseño.

Por ello AASHTO advierte que "un nivel de confiabilidad alto implica un pavimento más costoso y por lo tanto mayores costos iniciales, pero también pasará más tiempo hasta que ese pavimento necesite una reparación y por ende los costos de mantenimiento serán menores. Por el contrario, un nivel de confiabilidad bajo da pavimentos más económicos, pero con un mayor costo de mantenimiento".

En tal sentido AASHTO considera que hay un nivel de confiabilidad óptimo, en el cual la suma de los costos iniciales y de mantenimiento da un mínimo. En el siguiente gráfico se representa la Confiabilidad vs. El Costo Total:

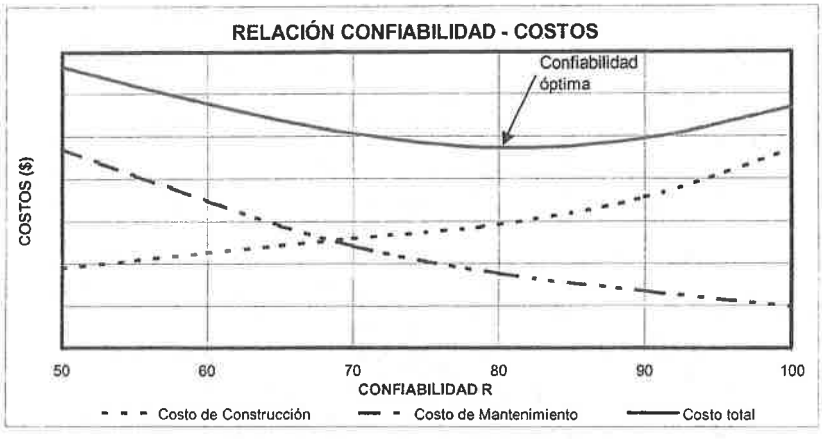


Figura 1. Relación Confiabilidad - Costo

El gráfico anterior es solo a título ilustrativo, ya que el trazado de las curvas de costo de ejecución y costo de mantenimiento dependerá de las características de cada lugar, y del criterio y experiencia del especialista vial.

Independientemente de estas consideraciones, AASHTO recomienda los siguientes niveles de confiabilidad:

* NIVELES DE CONFIABILIDAD	
CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	**NIVEL RECOMENDADO POR AASHTO PARA CARRETERAS**
Carretera Interestatal o Autopista.	80 - 99.9
Red Principal o Federal.	75 - 95
Red Secundaria o Estatal.	75 - 95
Red Rural o Local.	50 - 80

Para una construcción por etapas, o sea, con vida útil menor al período de análisis, se deben componer las confiabilidades de cada etapa para tener la confiabilidad en todo el período de diseño. Para ello se utiliza la siguiente expresión:

$$R_{etapa} = (R_{total})^{1/n}$$

Donde n es el número de etapas previstas.

La confiabilidad utilizada para la verificación del dimensionamiento del Paquete Previsto en el Llamado y el paquete nuevo Propuesto por esta Constructora es de 80%.

2.4 DESVÍO ESTÁNDAR

La Varianza $(SD)^2$ del comportamiento del pavimento y el Tránsito previsto para el período de diseño pueden ser estimados, para un caso de diseño en particular, si se dispone de suficiente información.

La tabla que se indica a continuación contiene valores de Desvío estándar, recomendados por AASHTO a partir de un análisis de Varianza que existía en el AASHO *Road Test*, y en base a predicciones futuras de tránsito:

Variación en la predicción del comportamiento del pavimento	**Desvío estándar (S_0)**	
	Pavim. Rígidos	**Pavim. Flexibles**
Sin errores en el tránsito	0,34	0,44
Con errores en el tránsito	0,39	0,49

El desvio estándar utilizado en la verificación de este dimensionamiento del Paquete Estructural es de 0,49.

2.5 CARACTERÍSTICAS DE LA SUBRASANTE

En la década de 1940 el concepto de diseño de pavimentos estaba basado en las propiedades ingenieriles de la subrasante.

Estas propiedades eran la clasificación de suelos, resistencia al corte, susceptibilidad al hielo y drenaje.

Desde las postrimerías de la década del '50 se puso más énfasis en las propiedades fundamentales de la subrasante y se idearon ensayos para caracterizar mejor estos suelos.

De ello resultó que aquellos ensayos que utilizaban cargas estáticas o de baja velocidad de deformación, tales como el CBR y la compresión simple, fueran reemplazados por ensayos dinámicos y de repetición de cargas, como es el caso del Módulo Resiliente M_R, que representan mucho mejor lo que sucede bajo un pavimento en lo concerniente a tensiones y deformaciones.

Una rueda que se mueve imparte un pulso dinámico a todas las capas del pavimento y a la subrasante. Como respuesta a ese pulso dinámico, cada capa del pavimento sufre una deflexión. En un breve lapso, que depende de la velocidad del vehículo, el pulso de solicitación varía desde un valor muy bajo hasta un máximo.

El ensayo de Módulo Resiliente M_R sigue la normativa del AASHTO T 294-92 I y es no destructivo. Mediante un dispositivo especial se aplican cargas pulsantes, de distinta magnitud y duración, a muestras cilíndricas confinadas en una cámara triaxial la cual permite aplicarles una gran variedad de presiones de confinamiento.

En el nuevo método AASHTO (1986 y 1993), el Módulo Resiliente M_R reemplaza al CBR como variable para caracterizar la subrasante, la subbase y la base.

En este método deben utilizarse los valores medios resultantes de los ensayos de laboratorio, dado que las incertidumbres son tenidas en cuenta en la Confiabilidad R.

Cuando se considere factible que la subrasante pueda llegar a tener contenidos de humedad variables a lo largo del año, es necesario hacer un estudio de la variación del Módulo Resiliente M_R con la humedad, pudiéndose determinar luego el M_R medio de diseño.

Para los casos en que no se disponga de valores de M_R, AASHTO realizó su correlación con distintos ensayos como ser: Índice de grupo, CBR, etc., según puede apreciarse en la figura AASHTO 4.20.

Para el caso particular de suelos finos y bajo CBR, la ecuación 1.5.1 de la Guía AASHTO sugiere un M_R en libras por pulgada cuadrada (psi) igual a 1.500 veces el CBR.

En Ohio, por otra parte, se recomienda una relación M_R = 800 x CBR y en otros Estados Americanos se llega a un entorno ubicado entre 750 y 3.000 para el multiplicador del CBR.

Resulta evidente, por lo expuesto, lo aleatorio de la obtención del M_R partiendo del CBR.

Por ello la correlación utilizada en este proyecto responde a un estudio realizado en el NCHRP Project 128 "*Evaluation of AASHO Interim Guide for Design of Pavements Structures*". Este estudio encontró que existe una relación no lineal entre el CBR y el M_R.

Los datos de tal estudio han sido volcados al software del método AASHTO, por lo que ingresando con el CBR de la subrasante surge directamente el correspondiente M_R.

A título de ejemplo en la tabla siguiente se indican los M_R, que surgen de la aplicación del software para tres CBR y los correspondientes factores de multiplicación.

CBR (%)	M_R (psi)	Factor
5	7.137	1.427
7	8.852	1.264
10	11.123	1.112

2.6 NIVELES DE SERVICIABILIDAD

Pérdida de serviciabilidad por tránsito ΔPSI_t

El concepto de Serviciabilidad del pavimento, introducido también por AASHTO, es 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).

En el diseño del pavimento el proyectista debe elegir la Serviciabilidad inicial y la final.

La inicial p_0 es función del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción; la final o terminal p_t es función de la categoría del camino.

La Pérdida de serviciabilidad por tránsito ΔPSI_t será, por lo tanto, la diferencia entre p_0 y p_t.

AASHTO recomienda los siguientes valores:

Serviciabilidad inicial:

p_0 = 4,5 para pavimentos rígidos

p_0 = 4,2 para pavimentos flexibles

Serviciabilidad final:

p_t = 2,5 o más para caminos muy importantes

p_t = 2,0 para caminos de medio o menor tránsito

Pérdida de serviciabilidad debida a hinchamiento de suelos arcillosos ΔPSI_{SW}

Las arcillas son suelos susceptibles de sufrir hinchamiento, pero no todas son expansivas.

Se puede decir que las arcillas expansivas son aquéllas que tienen un Límite Líquido (LL) mayor que 50%, y, en general, una relación LL/IP menor que 2,5 aproximadamente; es decir, son los suelos A 7-6 de la clasificación AASHTO.

Para determinar la Pérdida de serviciabilidad por hinchamiento de la subrasante se deben conocer: Constante de hinchamiento (θ), Levantamiento potencial vertical (V_R) y Probabilidad de hinchamiento (P_s).

La Constante de hinchamiento (θ), que puede variar entre 0,04 y 0,20, es un factor usado para estimar la velocidad en que se producirá la expansión de la subrasante.

Se usan valores altos de θ cuando el suelo está expuesto a aportes importantes de humedad, debido a fuertes lluvias, drenaje insuficiente, etc. Se usan valores bajos cuando es muy difícil el ingreso de humedad a la subrasante.

La AASHTO contiene gráfico para determinar θ considerando el aporte de humedad y el estado de la subrasante (variando entre fracturada y cerrada).

El Levantamiento potencial vertical V_R representa la expansión vertical que puede sufrir la subrasante bajo condiciones extremas --alta plasticidad de las arcillas y gran aporte de humedad--.

El valor de V_R se puede obtener mediante ensayos de laboratorio, por procedimientos empíricos, o aplicando la experiencia del proyectista.

No obstante, se desarrolla el tipo de ábaco que se utiliza de manera en caso de que en la etapa de DFI tengamos presencia de material arcilloso con alto IP.

Ing. Pablo Cristaldo
Fiscalizador de Obras
MOPC

Calidad de drenaje	Porcentaje de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1,40 a 1,35	1,35 a 1,30	1,30 a 1,20	1,2
Buena	1,35 a 1,25	1,25 a 1,15	1,15 a 1,00	1
Regular	1,25 a 1,15	1,15 a 1,05	1,00 a 0,80	0,8
Pobre	1,15 a 1,05	1,05 a 0,80	0,80 a 0,60	0,6
Muy pobre	1,05 a 0,95	0,95 a 0,75	0,75 a 0,40	0,4

2.9 DISEÑO ESTRUCTURAL

2.10 PERÍODO DE ANÁLISIS Y VIDA ÚTIL

De acuerdo al Llamado MOPC N□ 173/2017, el pavimento fue diseñado para una vida útil de 20 años.

2.11 TRÁNSITO Y CÁLCULOS DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TN

Desarrollo de la aplicación de la metodología AASHTO con referencia a los factores de equivalencia de carga.

CALCULO DE LEF(FEC): METODO AASHTO para pavimentos flexibles:

$$W = \frac{W_X}{W_{18}} = \left[\frac{L_{18} + L_{2S}}{L_X + L_{2X}}\right]^{4.79} \left[\frac{10^{G/\beta_X}}{10^{G/\beta_{18}}}\right] \left[L_{2X}\right]^{4.33}$$

W: Inversa del factor equivalente, = 1/LEF
Lx: eje de carga a ser evaluado (kips)
L18: carga equivalente estándar, 18 kips
L2s: código para eje estándar: 1 (para eje simple), 2 (eje doble), 3: (eje triple)
L2x: código de configuración de eje evaluado

$$Log\left(\frac{1}{FEC}\right) = 4{,}79 \cdot Log(18+1) - 4{,}79 \cdot Log(Lx+L2) + 4{,}33 \cdot Log(L2) + \frac{Gt}{\beta x} - \frac{Gt}{\beta_{18}}$$

$$Gt = Log\left(\frac{4{,}2 - Pt}{4{,}2 - 1{,}5}\right)$$

$$\beta x = 0{,}40 + \frac{0{,}081 \cdot (Lx+L2)^{3{,}23}}{(SN+1)^{5{,}19} \cdot L2^{3{,}23}}$$

G: función de la relación entre la pérdida de serviciabilidad en el tiempo, t, y la pérdida potencial tomada en el punto donde pt = 1.5

β: función que determina la relación entre la serviciabilidad y las aplicaciones de carga.

Como fuera expresado anteriormente para este diseño se adoptó los factores de equivalencia de cargas usuales en nuestro país y el MERCOSUR y preconizados por la AASTHO, según cuadro abajo:

Artículo 2°.- Los límites de peso con los cuales circulan los camiones y ómnibus por los caminos de la red vial nacional pavimentada, son como sigue:

EJE	RODADO	LIMITE (t)
Simple	Simple	6
Simple	Doble	10.5
Doble	Simple	10
Doble	Doble y Simple	14
Doble	Doble	18
Triple	Doble y Simple	21
Triple	Doble	25.5*

TOLERANCIAS

1 - Vehículos simples
KGS.

1 Ómnibus y camiones 500

a) En un solo eje o conjunto de ejes 500

2 Unidad tractora y Semirremolque, Camión, Tractor y acoplado.

a) En un solo eje

c) La suma de todos los ejes componentes de la Formación 1000

FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA				
Tipo de Eje	Cargas (tf)		FC- AASHTO	
	Con Sobrepeso	Sin Sobrepeso	Con Sobrepeso	Sin Sobrepeso
Simples (rueda simples)	6	3	0,3	0,02
Simples (rueda doble)	10,5	5	2,94	0,14
Tandem doble(rueda doble)	18	6	1,64	0,02
Tandem triple(rueda doble)	25,5	9	1,59	0,03

La composición de peso para los camiones a su vez se subdividió en 60% vehículos con sobrepeso e 40% sin sobrepeso.

Considerando los datos de conteo de tránsito realizado en el proyecto original, los factores de equivalencia de cargas y la composición de carga para los vehículos fue calculado el Factor de Equivalencia de Eje, según cuadro abajo, cuyo valor resultante es **FV=2,89.**

AASHTO 93- FACTOR DE VEHICULO MEDIO

Clasificación Vehicular		Nº de Ejes				TMDA	% de Vehiculos Pesados	Factores de Vehiculos - AASHTO			
								Individual		Total	
Clase	Tipo	Simples (rueda simples)	Simples (rueda doble)	Tandem doble(rueda doble)	Tandem triple(rueda doble)			Con Sobrepes	Sin Sobrepes	Con Sobrepes	Sin Sobrepes
1.1	20	1	1			37	51%	3,24	0,16	1,64	0,08
1.2	31	1		1		6	8%	1,94	0,04	0,16	0
1.1.1.2	51	1	2	1		16	22%	7,82	0,32	1,71	0,07
1.1.3	42	1	1		1	4	5%	4,83	0,19	0,26	0,01
1.2.2	53	1		4		10	14%	6,86	0,04	0,94	0,01
Total						73	100%			4,71	0,17

60 % Vehiculos con sobrepeso y 40 % sin sobrepeso → FV= 2,89

DENOMINACIÓN	TIPOS	CAMIONES	EJES	TON
CAMIÓN	20		1.1.	16.5
CAMION TRACTOR Y SEMIACOPLADO	30		1.1.1. SDD	27
CAMION	31		1.2 SD	24
CAMION	34		2.1 SD	20.5
CAMION Y ACOPLADO	40		1.1.1.1. SDDD	37.5
CAMION TRACTOR Y SEMIACOPLADO	41		1.1.2 SDD	34.5
CAMION TRACTOR Y SEMIACOPLADO	42		1.2.1 SDD	34.5
CAMION	45		2.2 SD	28
CAMION	47		1.3 SD	31.5
CAMION TRACTOR Y SEMIACOPLADO	51		1.1.1.2. SDDD	45
CAMION TRACTOR Y SEMIACOPLADO	52		1.2.1.1 SDDD	45
CAMION TRACTOR Y SEMIACOPLADO	53		1.2.2 SDD	42
CAMION Y ACOPLADO	54		2.1.1.1 SDDD	41.5
CAMION TRACTOR Y SEMIACOPLADO	57		1.1.3. SDD	42

Para la tasa de crecimiento fueron adoptados en base a los datos que actualmente se tiene de este tramo llevando en consideración el excesivo aumento de tráficos pesados circulante en la misma.

Se presenta a continuación el cuadro base de datos:

Liv. 3,15 %

Bus: 2,23%

Camiones (los primeros 10 años): 5,5%

Camiones (resto de los años): 3%

2.12 CONFIABILIDAD

Los valores de confiabilidad recomendados por AASHTO para distintos tipos de rutas fueron indicados más arriba. En el presente caso esta ruta fue considerada como red secundaria o Estatal, por lo que la Confiabilidad debe ubicarse, de acuerdo a tal recomendación, entre 75 % y 95 %, lo cual fue adoptádo un valor **R = 80 %** para este

cálculo de verificación del dimensionamiento del Paquete Previsto en el Llamado y el paquete nuevo Propuesto por esta Constructora.

2.13 DESVÍO ESTÁNDAR

La AASHTO recomienda valores de Desvío estándar para pavimentos rígidos y flexibles, y en función de la confianza que merezca la evolución del tránsito en el período de servicio.

Dada la particularidad de la ruta en estudio, se considera que la "variación en la predicción del comportamiento del pavimento" tendrá errores en el tránsito, por ello el desvío estándar S_0 fue adoptado igual a **0,49.**

2.14 CARACTERÍSTICAS DE LA SUBRASANTE Y DEL TERRAPLÉN

De acuerdo a los ensayos realizados por esta Constructora el CBR de los suelos existentes en la traza es de 10%, lo cual para esta verificación del dimensionamiento del Paquete Previsto en el Llamado y el paquete nuevo Propuesto por esta Constructora hemos considerado el **CBR = 10%.**

2.15 NIVELES DE SERVICIABILIDAD. PÉRDIDA DE SERVICIABILIDAD POR TRÁNSITO ΔPSIT

De acuerdo a lo indicado la Pérdida de serviciabilidad por tránsito ΔPSIt, y siguiendo la recomendación de AASHTO, se adopta para verificación del dimensionamiento del Paquete Previsto en el Llamado y el paquete nuevo Propuesto por esta Constructora,una **serviciabilidad inicial p0 de 4,2** correspondiente a pavimentos flexibles, y **una final pt de 2,0** indicada para caminos de menor tránsito, por lo que la pérdida a considerar será:

$$\Delta PSI_t = p_0 - p_t = 4{,}2 - 2{,}0 = 2{,}2$$

Es oportuno destacar que, para utilizar el software del método, se requiere introducir solamente los valores p_0 y p_t.

Asimismo, al valor de serviciabilidad final por tránsito p_t se le debe sumar la pérdida adicional de serviciabilidad debido a hinchamiento de suelos arcillosos, según se indica en el punto siguiente.

2.16 PÉRDIDA ADICIONAL DE SERVICIABILIDAD DEBIDO A HINCHAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS ΔPSISW

Como fuera expresado más arriba, la *Pérdida de serviciabilidad debida a hinchamiento de suelos arcillosos* ΔPSI_{SW}, esta pérdida se determina partiendo de: Constante de hinchamiento (θ), Levantamiento potencial vertical (V_R) y Probabilidad de hinchamiento (P_s).

Previo a la determinación de la Constante de hinchamiento (θ), es conveniente verificar primero si el Levantamiento potencial vertical (V_R) puede llegar a tener valores que signifiquen un riesgo de expansión del pavimento en servicio.

Por la misma razón en ÁBACO para obtener la perdida de Serviciabilidad por Subrasante Expansiva, resultará nula la pérdida de serviciabilidad debido a hinchamiento de suelos arcillosos ΔPSISW.

2.17 CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE SERVICIABILIDAD DE DISEÑO ΔPSI

La pérdida de serviciabilidad de diseño se obtiene de la siguiente manera:

$$\Delta PSI = \Delta PSI_t - \Delta PSI_{SW}$$

Se indicaba también en dicho punto que, atento a que el software del método empleado requiere el ingreso de la Serviciabilidad Inicial y Final, la pérdida de serviciabilidad debida a hinchamiento de suelos arcillosos debe ser sumada a la serviciabilidad final por tránsito.

Conforme fuera indicado en el punto anterior, el ΔPSI_{SW} es nulo, por lo que los valores de serviciabilidad inicial y final utilizados para la verificación del dimensionamiento del Paquete Previsto en el Llamado y el paquete nuevo Propuesto por esta Constructora Proyecto original del llamado, son los siguientes valores:

VIDA ÚTIL	10 años	20 años
Serviciabilidad Inicial p_0	**4,20**	**4,20**
Serviciabilidad Final por tránsito	**2,00**	**2,00**

2.18 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL DE DISEÑO SN

Se han definido todas las variables para la determinación del Número Estructural SN, considerando las vidas útiles de 10 y 20 años.

Para el cálculo son necesarias las determinaciones de los datos referentes a las capas de subrasante, subbase, base y Carpeta Asfáltica

2.19 FACTORES HIDROMETEREOLÓGICOS

Considerando el uso de materiales granulares limpios para la capa de base y sub base de Ripio y en función a la duración de la temporada de lluvias, el factor de drenaje adoptado para la base es de m = 1.1, y para la sub base es de m = 1.0.

2.20 CALIDAD DE LOS MATERIALES A EMPLEARSE

Para la verificación del dimensionamiento del Paquete Previsto en el Llamado y el paquete nuevo Propuesto por esta Constructora se considera el uso de los siguientes materiales a continuación:

- Concreto Asfáltico en Caliente (superficie de rodadura):
  - a_1 = 0.44 **(ver Figura 1)**

4 PAQUETE PROPUESTO POR LA CONSTRUCTORA.

El paquete estructural para el tramo, propuesto por esta Constructora es:

Carpeta Asfáltica de espesor 6 cm.

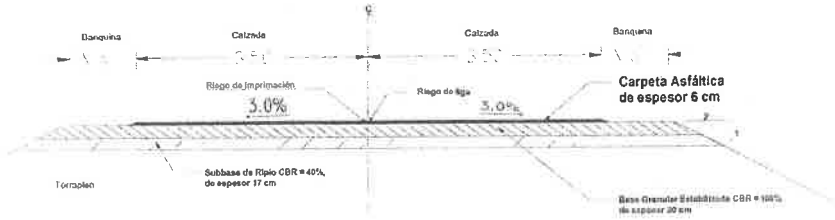
Riego de liga.

Imprimación.

Base Granular Estabilizada CBR≥ 100% de espesor 20 cm.

Subbase de Ripio CBR≥ 40% de espesor 17 cm.

Pavimento Tipo Propuesto
Tramo: J. Eulogio Estigarribia - Cruce Yjhovy - Raul Arsenio Oviedo.



4.1 CALCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL DEL PAQUETE Y ESTRUCTURAS RESULTANTES POR EL MÉTODO AASHTO 1993.

Definidos los coeficientes estructurales y de drenaje mencionados en este Informe, el correspondiente Número Estructural (SN) surge de la siguiente ecuación:

$$SN = \Sigma\ e\ .\ ai\ .\ mi$$

Siendo que el espesor de cada capa considerada, y sus respectivos coeficientes de aporte estructural y de drenaje.

Se realizó el cálculo del SN para las distintas vidas útiles.

En consecuencia y de acuerdo a los SN determinados aplicando el software, al Paquete Estructural Propuesto en este Informe resultan:

4.1.1 NÚMERO ESTRUCTURAL DEL PAQUETE PREVISTO EN EL LLAMADO MOPC N° 173/2017 Y ESTRUCTURAS RESULTANTES POR EL MÉTODO AASHTO 1993.

PAVIMENTO FLEXIBLE PREVISTO EN EL LLAMADO MOPC N| 173/2017.

Para el Periodo de 10 años

VERIFICACION AASHTO 93 DISEÑO MODIFICADO (valores ai)

ALTERNATIVA 2 - PAVIMENTO FLEXIBLE

4,0 cm de espesor

Período de diseño: 10 años

					R	zr
CBR suelo	10	R	0,8		90	1,285
Zr	**0,842**	Zr*So	0,370313		85	1,035
So	0,44	SN+1	5,058235		80	0,841
Pi	4,20	ΔPSI	-0,051453	**Mr**	75	0,674
Pf	2,00	log(Mr) ...	1,3	**76,83**	70	0,525
EE (diseño)	**896.000**				65	0,385
		W18	**898.795**		60	0,253
SNr(Sugerido)	6,72		896.000		55	0,125
					50	0,000

SNr	6,72	OK	CAPAS	ESPESOR	ai	mi	SN
[illegible]	[illegible]	[illegible]	ASF.1	4,0	0,44		1,76
			ASF.2		0,41		0,00
"So" Con error de Tránsito			ASF.3		0,33		0,00
Hormigón	0,39		GRA.4	**20,0**	0,14	**1,10**	3,08
Asfalto	0,49		GRA.5	**17,0**	0,10	**1,00**	1,70
"So" Sin error de Tránsito			GRA.6	**0,0**	0,097	**1,00**	0,00
Hormigón	0,34			**41**		TOTAL	[illegible]
Asfalto	0,44		SN Proyecto		2,57	1/cm	NO

De acuerdo al cálculo del número estructural para el Paquete Previsto en el Llamado MOPC N° 173/2017 resulta que el número estructural necesario es de 2,65 y el numero estructural previsto en el llamado es de 2,57 por lo tanto no verifica para los coeficientes estructurales y ejes equivalentes definidos más arriba, de manera que los 4,0 cm de carpeta asfáltica inicialmente previsto no verifica con el dimensionamiento de la AASTHO 1993.

Memoria de Cálculo: Diseño Pavimento Asfáltico
Método AASHTO-93

ALTERNATIVA 2 - PAVIMENTO FLEXIBLE
4 cm de espesor
Período de diseño: 10 años

Datos de Diseño:

1.	Tránsito: EE acumulados a 10 años	896.000	
2.	Suelo de Fundación: CBR	10,0	%

Datos de Proyecto:

3.	Nivel de Confiabilidad (R)	80,0%	%
4.	Desviación Normal (So)	0,44	
5.	Indice de Serviciabilidad Inicial (pi)	4,20	
6.	Indice de Serviciabilidad Final (pf)	2,00	

Cálculo Parámetros Fórmula AASHTO-93:

7.	Variación Indice de Serviciabilidad (DPSI)	2,2	
8.	Módulo Resiliente Subrasante (Mr)	76,8	MPa
9.	Coeficiente de Confiabilidad	0,842	

10. Cálculo del Número Estructural Requerido:

NE Requerido para estructura	**6,72**	cm.
NE Requerido para carpeta asfáltica	---	cm.

11. Diseño Estructura de Pavimento:

11.1 Coeficiente Estructural:

	ai	mi
Capa 1: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 9.000 N	0,44	
Capa 2: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 8.000 N	0,41	
Capa 3: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 6.000 N	0,33	
Capa 4: Base Granular Estabilizada, CBR min. 100%	0,14	1,10
Capa 5: Subbase de Ripio, CBR min. 40%	0,10	1,00
Capa 6: Subrasante mejorada de suelo seleccionado, CBR > 10%	0,10	1,00

11.2 Diseño de Espesores:

	Espesor (cm)	ai	mi	NEi (cm)	
Capa 1	**4,0**	0,44		1,76	
Capa 2	**0,0**	0,41		0,00	
Capa 3	**0,0**	0,33		0,00	
Capa 4	**20,0**	0,14	1,10	3,08	
Capa 5	**17,0**	0,10	1,00	1,70	
Capa 6	**0,0**	0,10	1,00	0,00	
	41,0	Número Estructural		Real	NE
		SN		2,57	1/cm

4.1.2 NÚMERO ESTRUCTURAL DEL PAQUETE PROPUESTO POR LA CONSTRUCTORA Y ESTRUCTURAS RESULTANTES POR EL MÉTODO AASHTO 1993.

VERIFICACION AASHTO 93 DISEÑO MODIFICADO (valores ai)

ALTERNATIVA 1 - PAVIMENTO FLEXIBLE

6,0 cm de espesor

Período de diseño: 10 años

					R	zr
CBR suelo	**10,00**	R	**80,0%**		90	1,285
Zr	**0,842**	Zr*So	0,412394		85	1,035
So	**0,49**	SN+1	5,101898		80	0,841
Pi	4,20	ΔPSI	-0,053690	**Mr**	75	0,674
Pf	2,00	log(Mr) ...	1,3	**76,83**	70	0,525
EE (diseño)	**896.000**				65	0,385
		W18	**897.440**		60	0,253
SNr(Sugerido)	6,82		896.000		55	0,125
					50	0,000

SNr	6,82	OK	CAPAS	ESPESOR	ai	mi	SN
SN Proyecto	2,92	1/cm	ASF.1	**6,0**	0,44		2,64
			ASF.2		0,41		0,00
			ASF.3		0,33		0,00
			GRA.4	**20,0**	0,14	**1,10**	3,08
			GRA.5	**17,0**	0,10	**1,00**	1,70
			GRA.6	**0,0**	0,097	**1,00**	0,00
				43			
			SN Proyecto		2,92	1/cm	OK

"So" Con error de Tránsito	
Hormigón	0,39
Asfalto	0,49
"So" Sin error de Tránsito	
Hormigón	0,34
Asfalto	0,44

Memoria de Cálculo: Diseño Pavimento Asfáltico
Método AASHTO-93

ALTERNATIVA 1 - PAVIMENTO FLEXIBLE
6,0 cm de espesor
Período de diseño: 10 años

Datos de Diseño:

1.	Tránsito: EE acumulados a 10 años	896.000	
2.	Suelo de Fundación: CBR	10,0	%

Datos de Proyecto:

3.	Nivel de Confiabilidad (R)	80,0%	%
4.	Desviación Normal (So)	0,49	
5.	Indice de Serviciabilidad Inicial (pi)	4,20	
6.	Indice de Serviciabilidad Final (pf)	2,00	

Cálculo Parámetros Fórmula AASHTO-93:

7.	Variación Indice de Serviciabilidad (DPSI)	2,2	
8.	Módulo Resiliente Subrasante (Mr)	76,8	MPa
9.	Coeficiente de Confiabilidad	0,842	

10. Cálculo del Número Estructural Requerido:

NE Requerido para estructura	**6,82**	cm.
NE Requerido para carpeta asfáltica	—	cm.

11. Diseño Estructura de Pavimento:

11.1 Coeficiente Estructural:

	ai	mi
Capa 1: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 9.000 N	0,44	
Capa 2: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 8.000 N	0,41	
Capa 3: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 6.000 N	0,33	
Capa 4: Base Granular Estabilizada, CBR min. 100%	0,14	1,10
Capa 5: Subbase de Ripio, CBR min. 40%	0,10	1,00
Capa 6: Subrasante mejorada de suelo seleccionado, CBR > 10%	0,10	1,00

11.2 Diseño de Espesores:

	Espesor (cm)	ai	mi	NEi (cm)	
Capa 1	**6,0**	0,44		2,64	
Capa 2	**0,0**	0,41		0,00	
Capa 3	**0,0**	0,33		0,00	
Capa 4	**20,0**	0,14	1,10	3,08	
Capa 5	**17,0**	0,10	1,00	1,70	
Capa 6	**0,0**	0,10	1,00	0,00	
	43,0	Número Estructural		NE	
		SN		2,92	1/cm

4.2 CÁLCULO DEL REFUERZO PARA VEINTE AÑOS DE VIDA ÚTIL

Considerando un mantenimiento racional de la ruta en servicio y el cumplimiento fiel de las proyecciones del tránsito y fundamentalmente de la magnitud de las cargas aplicadas, se hará una estimación de la vida remanente del pavimento, luego de los diez años de vida útil considerados en el diseño.

Para ello es necesario fijar el aporte estructural remanente de cada capa del firme en servicio. Es decir que, al cabo de diez años de servicio, y siempre que se cumpla la hipótesis asumida, será necesario realizar un recapado **de 3,0 (tres) centímetros** de concreto asfáltico.

Para el Periodo de 20 años

VERIFICACION AASHTO 93 DISEÑO MODIFICADO (valores ai)

ALTERNATIVA 1 - PAVIMENTO FLEXIBLE

3,0 cm de refuerzo

Período de diseño: 20 años

						R	zr
CBR suelo	**10,00**	**R**	**80,0%**			90	1,285
Zr	**0,842**	Zr*So	0,412394			85	1,035
So	**0,49**	SN+1	5,447267			80	0,841
Pi	**4,20**	ΔPSI	-0,073596	**Mr**		75	0,674
Pf	**2,00**	log(Mr) ...	1,3	**76,83**		70	0,525
EE (diseño)	**1.890.000**					65	0,385
		W18	**1.898.749**			60	0,253
SNr(Sugerido)	7,64		1.890.000			55	0,125
						50	0,000

SNr	7,65	OK
SN Necesario	3,84	1/cm

"So" Con error de Tránsito	
Hormigón	0,39
Asfalto	0,49
"So" Sin error de Tránsito	
Hormigón	0,34
Asfalto	0,44

CAPAS	ESPESOR	ai	mi	SN
ASF.1	**9,0**	0,44		3,96
ASF.2		0,41		0,00
ASF.3		0,33		0,00
GRA.4	**20,0**	0,14	**1,10**	3,08
GRA.5	**17,0**	0,10	**1,00**	1,70
GRA.6	**0,0**	0,097	**1,00**	0,00
	46			
SN Proyecto		3,44	1/cm	**OK**

Memoria de Cálculo: Diseño Pavimento Asfáltico
Método AASHTO-93

ALTERNATIVA 1 - PAVIMENTO FLEXIBLE
3,0 cm de refuerzo
Período de diseño: 20 años

Datos de Diseño:

1.	Tránsito: EE acumulados a 20 años	1.890.000	
2.	Suelo de Fundación: CBR	10,0	%

Datos de Proyecto:

3.	Nivel de Confiabilidad (R)	80,0%	%
4.	Desviación Normal (So)	0,49	
5.	Indice de Serviciabilidad Inicial (pi)	4,20	
6.	Indice de Serviciabilidad Final (pf)	2,00	

Cálculo Parámetros Fórmula AASHTO-93:

7.	Variación Indice de Serviciabilidad (DPSI)	2,2	
8.	Módulo Resiliente Subrasante (Mr)	76,8	MPa
9.	Coeficiente de Confiabilidad	0,842	

10. Cálculo del Número Estructural Requerido:

NE Requerido para estructura	**7,65**	cm.
NE Requerido para carpeta asfáltica	---	cm.

11. Diseño Estructura de Pavimento:

11.1 Coeficiente Estructural:

	ai	mi
Capa 1: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 9.000 N	0,44	
Capa 2: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 8.000 N	0,41	
Capa 3: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 6.000 N	0,33	
Capa 4: Base Granular Estabilizada, CBR min. 100%	0,14	1,10
Capa 5: Subbase de Ripio, CBR min. 40%	0,10	1,00
Capa 6: Subrasante mejorada de suelo seleccionado, CBR > 10%	0,10	1,00

11.2 Diseño de Espesores:

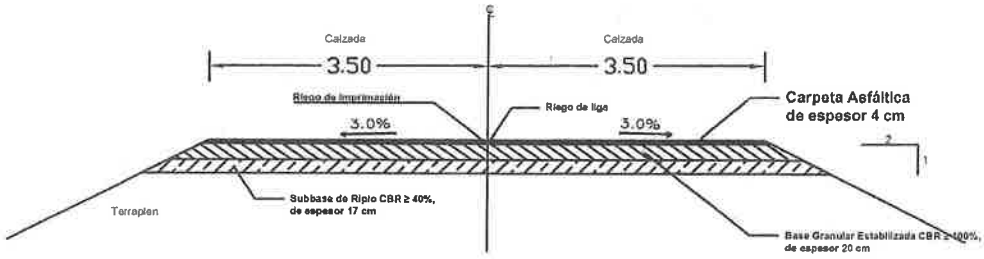
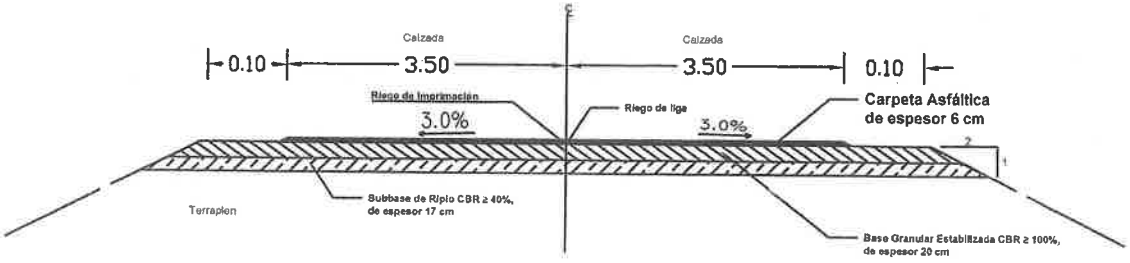
	Espesor (cm)	ai	mi	NEi (cm)	
Capa 1	**9,0**	0,44		3,96	
Capa 2	**0,0**	0,41		0,00	
Capa 3	**0,0**	0,33		0,00	
Capa 4	**20,0**	0,14	1,10	3,08	
Capa 5	**17,0**	0,10	1,00	1,70	
Capa 6	**0,0**	0,10	1,00	0,00	
	46,0	Número Estructural		8,74	cm
		SN		3,44	1/cm

5 CONCLUSIONES GENERALES.

Visto que, utilizando los coeficientes estructurales y los ejes equivalentes mencionados, definidos en este informe para la verificación del dimensionamiento del Paquete Estructural Previsto en el llamado MOPC N° 173/2017 se concluye que el Paquete Estructural previsto <u>no verifica el dimensionamiento por el método de la AASTHO 1993</u>.

Por lo tanto, la Propuesta presentada por esta Constructora en aumentar en 2,0 cm la carpeta asfáltica, siendo esta mezcla de concreto asfaltico sea ejecutada con una faja de mezcla gruesa, cumple con el dimensionamiento Estructural por el Método de la AASHTO-93 de manera que es viable su ejecución y se les solicita la aprobación de las mismas.

Pavimento Tipo Previsto en el Llamado
Tramo: J. Eulogio Estigarribia - Cruce Yjhovy - Raul Arsenio Oviedo.



Pavimento Tipo Propuesto
Tramo: J. Eulogio Estigarribia - Cruce Yjhovy - Raul Arsenio Oviedo.