CAPÍTULO 3 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

3.1 INTERVENCIÓN EN RUTA EXISTENTE PY08

La intervención a ejecutar en la traza existente de la ruta PY08 consiste en una rehabilitación estructural, tal como se propuso en el anteproyecto. El mismo propone el fresado y reposición de la carpeta asfáltica en 5 cm de espesor *(ver Figura 4).*

3.2 PAQUETE ESTRUCTURAL A EJECUTAR EN ENSANCHE

El paquete estructural propuesto para la nueva estructura de pavimento a ejecutar en los ensanches de plataforma es el siguiente:

5 cm	Carpeta de Concreto Asfáltico con Polímeros (9.000 N EM)
5 cm	Base de Concreto Asfáltico Convencional (8.000 N EM)
20 cm	Base Granular Estabilizada CBR ≥ 100%
20 cm	Sub Base Granular Estabilizada CBR ≥ 100%
15 cm	Suelo Ripio 2da Capa
15 cm	Suelo Ripio 1ra Capa
Variable	Terraplén

Tabla 2 – Estructura de Pavimento a Construir

A los efectos de verificar el nuevo paquete estructural, se procedió al cálculo del número estructural efectivo según la metodología indicada en la Guía AASHTO '93.

Número Estructural Efectivo

El número estructural efectivo según la AASHTO '93 se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$SNeff = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3$$

Ecuación 1 – Número Estructural Efectivo

Donde:

- D1, D2, D3: espesores de las diferentes capas del pavimento
- a1, a2, a3: coeficientes de aporte de cada capa
- m2, m3: coeficientes de drenaje *(Tabla 2.4 de la guía AASHTO '93)*

Siguiendo las recomendaciones del Manual de Carreteras del Paraguay 2019, Unidad 3, Volumen 3.2, Capítulo 3.2.2, Sección 3.2.2.3 Diseño de Pavimentos Flexibles punto D. Módulos Resilientes y Elásticos, D4: Coeficientes Estructurales, los coeficientes estructurales (1/pulgadas) se pueden estimar a partir de las siguientes correlaciones:

$$a_1 = 0{,}0078EM^{0{,}441}$$

Ecuación 2 – Coef. Estructural del CºAº

$$a_2 = 0{,}032CBR^{0{,}32}$$

Ecuación 3 – Coef. Estructural de Base

$$a_3 = 0{,}058CBR^{0{,}19}$$

Ecuación 4 – Coef. Estructural de Sub Base

Con los coeficientes estructurales definidos, se muestra a continuación el número estructural efectivo teórico del paquete a construir:

ING. GUILLERMO L. MAS METZ
REPRESENTANTE LEGAL

13 (trece)

⇒ **Rotonda de Acceso al Hospital de Coronel Oviedo - Caaguazú en la prog. 4+000:**

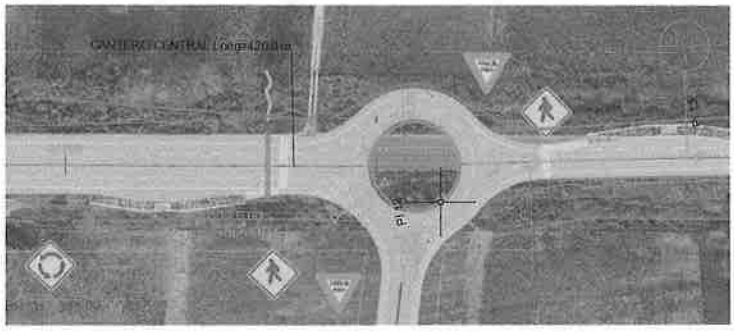

Figura 9 – Configuración de Rotonda de Acceso al Hospital de Coronel Oviedo - Caaguazú prog 4+000

Previo a la intersección de la prog. 4+130 donde se encuentra ubicado el estadio municipal, específicamente en la prog. 4+000 donde actualmente se encuentra ejecutándose el Hospital de Coronel Oviedo - Caaguazú se prevé la implantación de una rotonda con el fin de disminuir la velocidad de los usuarios de la vía en el cruce de manera a aumentar la seguridad vial de los usuarios. La rotonda verifica para todo tipo de camiones y se utilizó el camión tipo WB-28D para su correspondiente verificación. Se prevé la construcción de dársenas de buses a ambos lados para el ascenso y descenso de pasajeros, como también una mediana física (paseo central) para el cruce de peatones y reductores de velocidad. Al finalizar la rotonda se dispone de carriles bidireccionales en la ruta existente, dando fin a la zona inter-urbana.

⇒ **Intersección en Cruz en la prog. 4+300:**

Figura 10 – Intersección en Cruz km 4,3

En la intersección de la prog 4+300 se propone una intersección del tipo cruz para los accesos laterales, debido a que en dicho sector se encuentra ubicada una escuela y una iglesia. Se implementan carriles exclusivos para giros a la izquierda con islas de protección. Los giros para este cruce fueron verificados con el camión tipo WB 28-D.

En el Anexo Planos se hace entrega de la documentación gráfica referente a la planialtimetría, con imágenes actualizadas de la implantación en planimetría con los detalles de rotondas, intersecciones, dársenas y cruces peatonales.

ING. GUILLERMO L. MAS METZ
REPRESENTANTE LEGAL

Diseño Geométrico

Las obras de diseño geométrico presentadas en este informe mantienen lo propuesto en el anteproyecto *(ver punto 1.4)*, y además se incluyen las siguientes cuatro consideraciones:

⇒ **Intersección Cervepar en la prog. 1+500:**

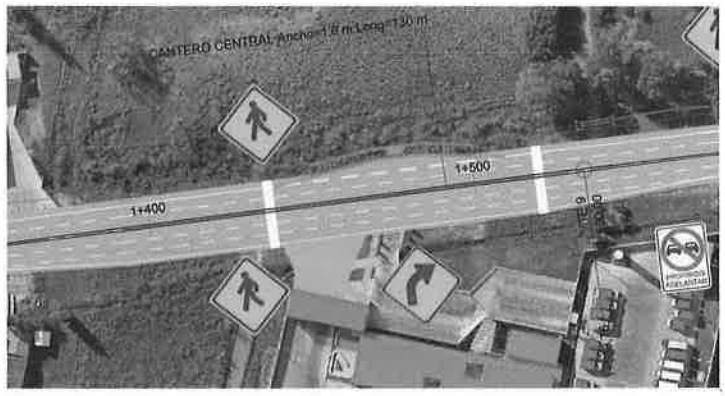

Figura 7 – Intersección Cervepar prog 1+500

Para el ingreso y egreso de camiones al centro logístico se disponen carriles exclusivos de desaceleración y aceleración con las medidas necesarias para la velocidad de proyecto, tanto de los carriles, cuñas de transición y ancho respectivo según el vehículo tipo WB-20D. A su vez, posee una mediana física (vereda) de 0,80 m de ancho para que los peatones puedan realizar el cruce entre calzadas por los pasos de peatones dispuestos. Así también, se implantaron dársenas de buses del lado descendente para el ascenso y descenso de pasajeros.

⇒ **Rotonda de acceso a la Universidad Nacional de Caaguazú en la prog. 3+600:**

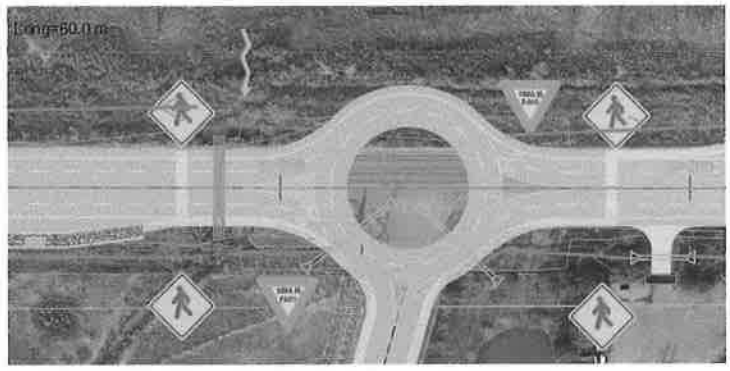

Figura 8 – Rotonda UNCA prog 3+600

En la intersección de la prog 3+600 se prevé una rotonda para dar acceso a la Universidad Nacional de Coronel Oviedo, considerando además que se pretende disminuir la velocidad de los usuarios de la vía en el cruce por un tema de seguridad vial. La rotonda verifica para todo tipo de camiones y se utilizó el camión tipo WB-28D para su correspondiente verificación. Se cuenta con dársenas de buses a ambos lados para el ascenso y descenso de pasajeros, como también una mediana física (vereda) para el cruce de peatones; asimismo, se dispone de veredas que interconecten con la vereda existente del acceso de la universidad con las dársenas de buses.

ING. GUILLERMO L. MAS METZ
REPRESENTANTE LEGAL

11 |ornel

Sección Tipo

Para la propuesta de las secciones tipo a ejecutar se tuvieron en cuenta los sectores comerciales y residenciales en torno a la obra proyectada. Por lo tanto, se proponen dos secciones tipos de con el mismo ancho de coronamiento, pero diferentes condiciones de implantación; es decir, la primera sección tipo consiste en la construcción a ambos lados de la ruta existente, y la segunda sección tipo solo a uno de los lados de la misma, tal como se muestra a continuación:

Prog.: 0+300 a 1+860

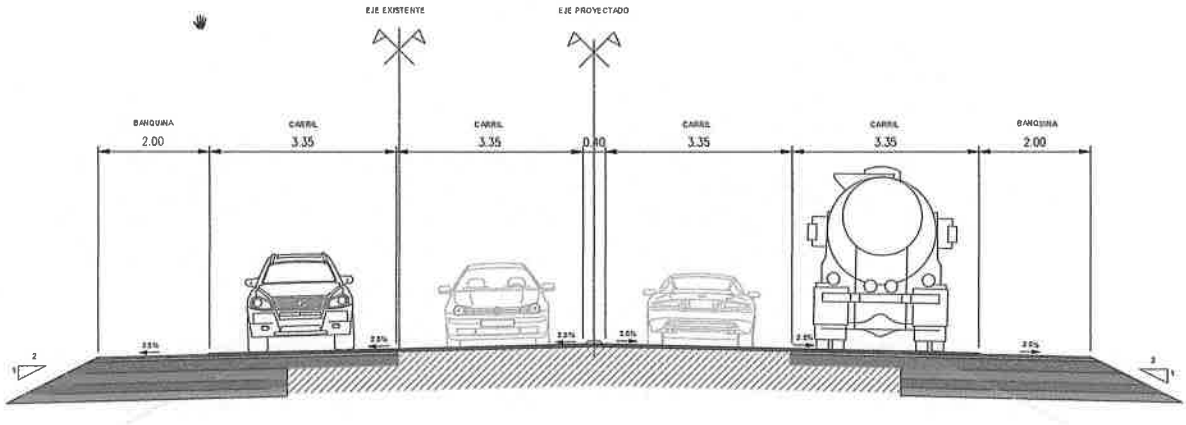

Figura 5 – Sección Tipo (1)

Prog.: 0+000 a 0+300 / 2+090 a +870

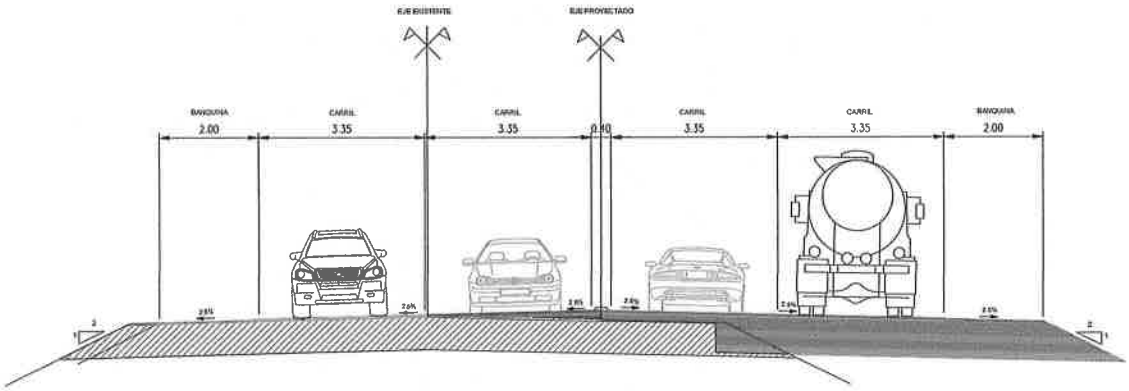

Figura 6 – Sección Tipo (2)

El subtramo desde la prog. 1+860 hasta la prog. 2+090 no forma parte del alcance del presente proyecto. El mismo corresponde al proyecto de la duplicación de la ruta PY02 a cargo del Consorcio Rutas 2y7.

En el Anexo 1 se presentan los planos de las secciones tipo detalladas precedentemente, y en el Anexo 2 se muestran las secciones transversales cada 20 metros según la traza actual.

ING. GUILLERMO L. MAS METZ
REPRESENTANTE LEGAL

10 (diez)

CAPÍTULO 2 OBRAS PROPUESTAS

2.1 CONSIDERACIONES DE IMPLANTACIÓN

Sección Transversal

Para la implantación de las secciones transversales se tuvieron en cuenta los parámetros de ubicación de la obra, los vehículos tipo que circularán en la misma y la categorización de la vía según la siguiente tabla presentada en el Manual de Carreteras del Paraguay, Unidad 3: Diseño de Carreteras.

TIPO DE RED	CATEGORIA	NUMERO DE CALZADAS	VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	NUMERO DE CARRILES POR CALZADA	ANCHO CARRILES "a" (m) (1)	ANCHO BANQUINAS		ANCHO SAP (3)		ANCHO MEDIANA – M (Incluye bl + Sl) (m)			ANCHO TOTAL DE PLATAFORMA A NIVEL DE RASANTE ATP = na + 2(be + Se) + M final		
						"bl" INTERIOR (m)	"be" EXTERIOR (m)	"Sl" INTERIOR (m)	"Se" EXTERIOR (m)	4 CARRILES	6 CARRILES	INICIAL 4 CARRILES AMPLIABLE A 6	4 CARRILES	6 PISTAS Y 4 AMPLIABLE	2 PISTAS
PRIMARIAS	AUTOPISTA	2 - SO	120	2 o más UD	3,5	1,2	2,5	0,5 - 0,8	1.5	6	6	13	28	35	-
			100		3,5	1,0	2,5	0,5 - 0,8	1	5	5	13	26	33	-
			80		3,5	1,0	2,5	0,5 - 0,8	0.8	4	4	11	24.6	31.6	-
	MULTICARRILES	2 - SO	100	2 o más UD	3,5	1,0	2,5	0,5 - 0,8 (3)	1 (*)	5	5	13	26	33	-
			90		3,5	1,0	2,5	0,5 - 0,8 (3)	1 (*)	4	4	12	25	32	-
			80		3,5	1,0	2,5	0.5 - 0.8 (3)	0,5 - 0,8 (*)	3	3	10	23.6	30.6	-
	2 CARRILES BD	1	100-90	2 BD	3,5	-	2,5 - 3,0	-	1,0 (*)	-	-	-	-	-	13 (***)
			80		3,5	-	2,0 - 2,5	-	0.80 (*)	-	-	-	-	-	12 (***)
SECUNDARIAS	COLECTOR O PRINCIPAL	1	80	2 BD	3 - 3,5	-	2,0 - 2,5	-	0,5 - 0,80 (*)	-	-	-	-	-	10 - 12 (***)
			70		3 - 3,5	-	1,0 - 1,5	-	0,5 - 0,80 (*)	-	-	-	-	-	10 - 10,0 (***)
			60		3,0 - 3,5	-	1,0	-	0,5 - 0,80 (*)	-	-	-	-	-	8,0 - 09,0 (***)
TERCIARIAS	LOCAL	1	70	2 BD	3,0 - 3,5	-	1,0 - 1,5 (2)	-	(**)	-	-	-	-	-	8 - 10,0 (***)
			60		3,0 - 3,5	-	1,0 (2)	-	(**)	-	-	-	-	-	8,0 - 09,00 (***)
			50		3,0 - 3,5	-	0,5 - 1,0 (2)	-	(**)	-	-	-	-	-	8,0 - 10,0 (***)
			40		3	-	0,0 - 0,5 (2)	-	-	-	-	-	-	-	7,0 - 8,0
	DESARROLLO	1	50	2 BD	3,0 - 3,5	-	0,5 - 1,0 (2)	-	-	-	-	-	-	-	8,0 - 09,0
			40		3	-	0,0 - 0,5 (2)	-	-	-	-	-	-	-	7,0 - 8,0
			30		2,0 - 3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0 - 6,0

Tabla 1 – Criterios de Sección Transversal

Fuente: MCPy, 2019

En base a la tabla precedente, se definieron los siguientes parámetros de diseño para la sección transversal:

- Tipo de red: Secundaria
- Categoría: Principal
- Numero de calzadas: 2 (según anteproyecto)
- Velocidad de proyecto: 60 km/h
- Número de carriles por calzada: 2 unidireccional
- Ancho de carriles: 3,35 m
- Ancho de banquina: 2,00 m
- Ancho de separación entre calzadas: 0,50 m (*)
- Ancho total de calzada completa: 17,80 m

(*) El ancho de separación entre calzadas se establece considerando criterios de seguridad vial. En las zonas de intersecciones se dispone de 0,80 m de separación, debido a que existe una vereda de descanso para el cruce de peatones.

ING. GUILLERMO L. MAS METZ
REPRESENTANTE LEGAL

09 (nueve)

Rotonda: se ubica en las proximidades del Estadio Ovetenses Unidos. La glorieta dispone de dos carriles de 4 metros de anchura, una banquina interior de 1 metro y en el exterior una banquina de 2,50 metros.

- ***Paquete Estructural***

El paquete estructural propuesto para los tramos duplicados o pavimentos nuevos es el siguiente:

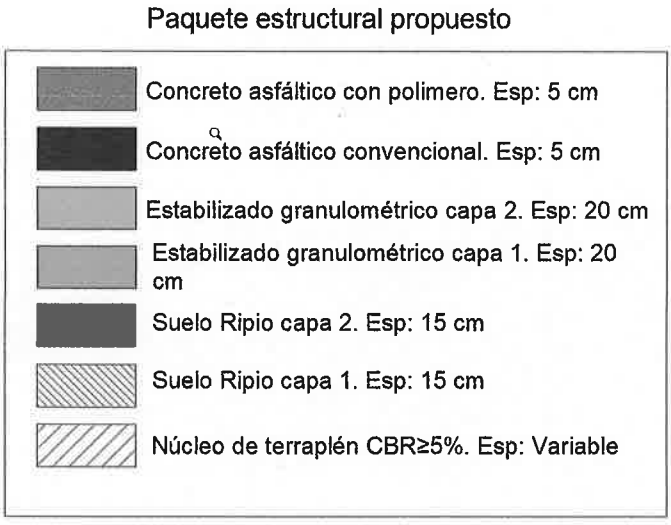

Figura 3 – Paquete Estructural Nuevo

Fuente: Elaboración propia

La sección de pavimento para el aprovechamiento de carretera existente es fresado y reposición de la capa de rodadura en 5 cm, tal como se muestra a continuación:

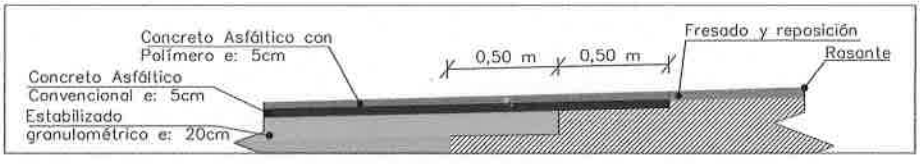

Figura 4 – Paquete Estructural Rehabilitado

Fuente: Elaboración propia

- ***Condición de Apoyo de la Estructura***

En el anteproyecto se establece lo siguiente: "en secciones de terraplén de hasta 2 metros de altura, por debajo de esta capa de subrasante deberá verificarse la existencia de un relleno con CBR mínimo de 5"; por lo tanto, la condición de apoyo considerada para la verificación de la nueva estructura de pavimento es igual a CBR 5% = 49,3 MPa = 7150 psi.

ING. GUILLERMO L. MAS METZ
REPRESENTANTE LEGAL

08 (ocho)

A continuación, se presenta la traza del proyecto:

Figura 2 – Trazado del Proyecto

1.4 ANTECEDENTES TÉCNICOS

Para la ejecución del presente informe se ha considerado el anteproyecto redactado por la empresa TYPSA en el marco del proyecto *"Actuaciones Adicionales al Proyecto de Duplicación de las Rutas 2 y 7 en Paraguay. KM 40,500 a KM 183,050. Duplicación de la Ruta 8"* para la Concesionaria Rutas del Este y el Consorcio Constructor Rutas 2 y 7 en agosto del 2020.

Las dos principales obras propuestas en el anteproyecto son el ensanche de la Ruta PY08 (dos carriles por sentido y sin separación física de calzadas) y la implantación de una rotonda en las proximidades del Estadio Ovetenses Unidos.

- ***Sección Transversal***

Ampliación a ambos lados: al sur de la rotonda actual de intersección con la Ruta PY02 en una longitud de 700 m aproximadamente, se ha diseñado la ampliación a ambos lados de la carretera actual, evitando afectaciones, y sin favorecer a un lado de la carretera, en detrimento del otro. En la ampliación por ambos lados, el eje de proyecto coincide en planta y alzado con el eje de la carretera existente. Las cotas de rasante y terreno (carretera actual) son por lo tanto coincidentes. Consta de dos calzadas sin separación física, cada una de ellas con dos carriles de circulación de 3,50 m de ancho y banquinas exteriores de 2,50 m de ancho.

Ampliación a un lado: el eje de proyecto está desplazado respecto al eje de la carretera actual. La cota de rasante del eje proyectado se obtiene a partir de la cota de la rasante de la carretera actual, y prolongando el peralte de la semi-calzada existente. Consta de dos calzadas sin separación física, cada una de ellas con dos carriles de circulación de 3,50 m de ancho y banquinas exteriores de 2,50 m de ancho. Una de las dos calzadas es coincidente con la Ruta 8 actual manteniendo la altimetría y peraltes de la carretera actual.

ING. GUILLERMO L. MAS METZ
REPRESENTANTE LEGAL

Of | Siete|

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

En el marco de las obras de rehabilitación y mantenimiento por niveles de servicio correspondientes al C.Re.Ma Carayaó, el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de Paraguay (MOPC) ha solicitado al Consorcio Contratista CONCIV la elaboración del proyecto vial de la duplicación del camino existente de la Ruta PY08 "Dr. Blas Garay" como obra adicional al proyecto original referido, atendiendo que el Contratista se encuentra instalado en la zona de Coronel Oviedo – Villarrica.

Específicamente, en el presente informe se hace entrega de la planialtimetría de los 4,44 kilómetros con sus secciones tipo, secciones transversales y elementos particulares como rotondas e intersecciones. Por otro, lado se ha verificado lo referente a pavimentos, calculándose oferta respecto a la cantidad de ejes equivales (EEq) que ofrece la solución propuesta.

1.2 OBJETO

En el presente informe se presenta el proyecto vial de la duplicación del camino existente de la Ruta PY08 con las respectivas consideraciones de implantación y verificación de la estructura de pavimento definida en el proyecto referencial. El mismo se desarrolla con el objeto de potenciar a las comunidades adyacentes al proyecto y garantizar un nivel de servicio y capacidad de tránsito consistente con la actual ejecución de la duplicación de la Ruta PY02; asimismo, se pretende aumentar la seguridad vial en el tramo atendiendo que el mismo incluye infraestructuras públicas importantes como la Universidad Nacional de Caaguazú (UNCA) y la futura sede del Gran Hospital de Coronel Oviedo.

1.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se desarrolla en las inmediaciones de la zona urbana de la ciudad de Coronel Oviedo, hacia el lado sur de la ciudad. El tramo en estudio cuenta con una longitud de 4,44 km, desde la rotonda de intersección con la Ruta PY02 hasta el sector en torno al Estadio Ovetenses Unidos, identificándose un sector semi-urbano y otro rural. Las obras propuestas pretenden que ambos sectores se beneficien con la duplicación de la actual vía constituida por dos carriles, cada una en un sentido (bidireccional) y cuyos destinos principales son la Universidad Nacional de Caaguazú, Estadio Deportivo Ovetenses Unidos, futuro Hospital Regional de Coronel Oviedo - Caaguazú, y actual dependencia de equipos de la Gobernación del Departamento de Caaguazú, cuya condición actual se muestra en la siguiente fotografía:

Figura 1 – Condición Actual del Tramo

ING. GUILLERMO L. MAS METZ
REPRESENTANTE LEGAL

06 (seis)

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES 3

1.1 INTRODUCCIÓN 3
1.2 OBJETO 3
1.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO 3
1.4 ANTECEDENTES TÉCNICOS 4

CAPÍTULO 2 OBRAS PROPUESTAS 6

2.1 CONSIDERACIONES DE IMPLANTACIÓN 6
Sección Transversal 6
Sección Tipo 7
Diseño Geométrico 8

CAPÍTULO 3 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO 10

3.1 INTERVENCIÓN EN RUTA EXISTENTE PY08 10
3.2 PAQUETE ESTRUCTURAL A EJECUTAR EN ENSANCHE 10
Número Estructural Efectivo 10
Ejes Equivalentes 11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Condición Actual del Tramo 3
Figura 2 – Trazado del Proyecto 4
Figura 3 – Paquete Estructural Nuevo 5
Figura 4 – Paquete Estructural Rehabilitado 5
Figura 5 – Sección Tipo (1) 7
Figura 6 – Sección Tipo (2) 7
Figura 7 – Intersección Cervepar Prog. 1+500 8
Figura 8 – Rotonda UNCA Prog. 3+600 8
Figura 9 – Rotonda Acceso al Hospital Prog. 3+900 9
Figura 10 – Intersección en Cruz Prog. 4+300 9
Figura 11 – Cálculo de Ejes Equivalentes 11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Criterios de Sección Transversal 6
Tabla 2 – Estructura de Pavimento a Construir 10
Tabla 3 – SNeff de Estructura de Pavimento a Construir 11

ANEXOS

ANEXO 1 – PLANIALTIMETRÍA
ANEXO 2 – SECCIONES TIPO
ANEXO 3 – SECCIONES TRANSVERSALES

ING. GUILLERMO L. MAS METZ
REPRESENTANTE LEGAL

05 (cinco)

MEMORIA DE PROYECTO VIAL

DUPLICACIÓN RUTA PY08

TRAMO CORONEL OVIEDO - ESTADIO OVETENSES UNIDOS

PROG. 0+000 a PROG. 4+445

LONGITUD: 4,44 KM

SETIEMBRE 2021

ING. GUILLERMO L. MAS METZ
REPRESENTANTE LEGAL

04 (cuatro)

ÍNDICE DE ANEXOS

Páginas

Anexo 1: Planialtimetría..... 1 9

Anexo 2: Secciones transversales tipo.....10 13

Anexo 3: Secciones transversales.....14 50

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Páginas
Justificación del proyecto.....04	14
Plan de señalización 15	35
Presupuesto de obra 36	37
Cronograma de ejecución de obra.....38	39
Análisis de precios unitarios de ítems nuevos.....40	51
Cómputo métrico.....52	68
Planillas de volúmenes 69	192
Especificaciones técnicas de ítems nuevos.....193	193
Ajuste de precios.....214	219

REPUBLICA DEL PARAGUAY

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES

DIRECCIÓN DE VIALIDAD

CONTRATO DE PRÉSTAMO CAF Y CONTRATO DE PRÉSTAMO FONPLATA Nº PAR-22/2016

CONTRATO DE REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS POR NIVELES DE SERVICIOS (CREMA). PROGRAMA DE HABILITACIÓN DE LA RED VIAL PAVIMENTADA Tramos Viales: Cnel. Oviedo-Carayao (32 km) ; Cnel. Oviedo-Caazapá (93,1 km) ; Acceso a Yatayty (3,6 km) ; Circunvalación de Ñumi (3,9 km) ; Circunvalación de Mbocayaty (2,15 km); Mbocayaty-Troche-Ruta Nacional Nº7 (38,1 km). Total: 172,85 km

CONTRATO S.G. MINISTRO Nº °454/2019.

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA – DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA

OBRA:DUPLICACIÓN RUTA PY08

TRAMO: CORONEL OVIEDO - ESTADIO OVETENSES UNIDOS

ING. GUILLERMO L. MAS METZ
REPRESENTANTE LEGAL

01 (uno)