



PROYECTO FINAL DE GRADO

TÍTULO

“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO
SITUADO EN EL DISTRITO GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL
DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”

AUTORES

DELIO RONALDO LEITE PEREIRA
WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ

TUTOR

PROF. ING. GUSTAVO VELÁZQUEZ

CORONEL OVIEDO, DICIEMBRE DE 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ
Sede Coronel Oviedo
Creada por Ley N° 3198 del 4 de mayo de 2007.
FACULTAD DE CIENCIAS y TECNOLOGÍAS – F.C. y T.
Coronel Oviedo – Paraguay



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.



Usted es libre de:

- **Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- **Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material

Bajo los siguientes términos:

- **Atribución** — usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.
- **Nocomercial** — usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

DERECHO DE AUTOR

Quienes suscriben, Delio Ronaldo Leite Pereira y Willian Albert Duarte Diaz, autores del trabajo de investigación titulado “**DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ**”, declaran que voluntariamente ceden a título gratuito en forma pura y simple ilimitada e irrevocablemente a favor de la facultad de ciencias y tecnologías – UNCA, el derecho de autor de contenido patrimonial, que le corresponde sobre el trabajo de referencia. Conforme a lo anteriormente expresado, esta sesión le otorga a la FCYT la facultad de comunicar la obra divulgarla, publicarla y reproducirla en soportes analógicos o digitales en la oportunidad que así lo estime conveniente. La FCYT deberá indicar qué autoría o creación del trabajo corresponde a nuestra persona y hará referencia al autor y a las personas que hayan colaborado en la realización del presente trabajo de investigación.

En la ciudad de Coronel Oviedo a los....., días del mes de..... Del 2025

.....

Firma

.....

Firma



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ
Sede Coronel Oviedo
Creada por Ley N° 3198 del 4 de mayo de 2007.
FACULTAD DE CIENCIAS y TECNOLOGÍAS – F.C. y T.
Coronel Oviedo – Paraguay



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo de fin de grado para la obtención del título de Ingeniero Civil, aprobado en representación de la facultad ciencias y tecnología de la universidad nacional de Caaguazú, por el tribunal

Examinador constituido por los siguientes profesores y con la siguiente nota final:

Calificación final: _____

Acta n°: _____

Fecha: _____

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Prof. Ing.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ
Sede Coronel Oviedo
Creada por Ley N° 3198 del 4 de mayo de 2007.
FACULTAD DE CIENCIAS y TECNOLOGÍAS – F.C. y T.
Coronel Oviedo – Paraguay



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

DEDICATORIA

En primer lugar **a Dios**, como dice en **Juan 1:3** “Todas las cosas por él fueron hechas, y sin él nada de lo que ha sido hecho, fue hecho.” Y este trabajo no fue la excepción.

A **mis padres**, por la muestra de amor y apoyo incondicional, que ha sido de impulso para así alcanzar este logro.

A todos **mis familiares** que con su granito de arena ayudaron a que se alcance ésta meta.

A todos **mis profesores** por dar su mejor esfuerzo por la enseñanza.

A **mis compañeros** de estudio que siempre estuvieron en las buenas y en las malas.

Willian Albert Duarte Diaz



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ
Sede Coronel Oviedo
Creada por Ley N° 3198 del 4 de mayo de 2007.
FACULTAD DE CIENCIAS y TECNOLOGÍAS – F.C. y T.
Coronel Oviedo – Paraguay



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

DEDICATORIA

Dedico este logro tan importante para mí a Dios, por guiarme en cada paso.

A mi amada mamá, **Gladys Pereira**, cuya lucha incansable hizo posible que este sueño hoy sea una realidad gracias mamá.

Para mi papá, con todo mi cariño y agradecimiento.

Y a mi esposa, por su apoyo constante en los momentos buenos y en los difíciles.

Y a todos mis amigos, que en esta travesía estudiantil se convirtieron en verdaderos hermanos.

Este logro también es de ustedes...

Delio Ronaldo Leite Pereira



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ
Sede Coronel Oviedo
Creada por Ley N° 3198 del 4 de mayo de 2007.
FACULTAD DE CIENCIAS y TECNOLOGÍAS – F.C. y T.
Coronel Oviedo – Paraguay



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por las bendiciones recibidas, por las oportunidades que nos ha brindado en nuestros caminos. Su infinito amor y cuidado que ha podido ser una fuente de energía en nuestro andar.

A nuestros padres por su apoyo incondicional, que con sus palabras de aliento y paciencia ha servido para no rendirnos en la lucha.

Es de gran honor nuestro el poder reconocer y agradecer la labor del profesor **Ing. Gustavo Velázquez** quien ha podido ser de valiosa guía durante el desarrollo del proyecto.

A todos aquellos que, de una u otra manera, con su grano de arena han contribuido a nuestra educación y desarrollo, muchas gracias.

Willian Albert Duarte Diaz
Delio Ronaldo Leite Pereira



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

RESUMEN

El proyecto de pavimentación asfáltica tiene como objetivo mejorar un tramo vial estratégico, garantizando conectividad comercial y social, así como transitabilidad segura y continua durante todo el año, ubicado en el distrito General Higinio Morínigo, departamento de Caazapá, Paraguay.

Los suelos predominantes presentan baja capacidad portante y alta sensibilidad a la humedad (A-4 y A-6), mientras que los materiales de mejor calidad (A-2-4, con CBR elevados) aparecen de forma puntual y no representan las condiciones dominantes del tramo.

La evaluación de dos zonas de préstamo aporta flexibilidad al proyecto, reduce riesgos de suministro y variaciones de calidad, y mejora la eficiencia logística durante la ejecución de la obra. Asimismo, se evaluaron canteras cercanas a Fassardi e Higinio Morínigo, en explotación, con producción continua de agregados pétreos de calidad, aptos para bases granulares y carpetas asfálticas.

En función de los caudales obtenidos en el estudio hidrológico, se proyectaron dos tipos de drenaje: alcantarillas tubulares (ATHA) y alcantarillas celulares (ACHA).

El pavimento se diseñó siguiendo el método AASHTO, asegurando resistencia, durabilidad y capacidad para soportar las cargas de tránsito previstas, garantizando una circulación segura y eficiente para un periodo de diseño de 10 años. El diseño geométrico se definió para una velocidad directriz de 80 km/h, tratándose de un camino rural secundario y 40 km/h en zona urbana según el Manual de Carreteras del Paraguay.

El análisis de costos consideró los costos de construcción calculados a precios actualizados para las tres alternativas, resultando como óptima la alternativa N. ° 2.

Palabras claves:

- Geotecnia.
- Vías de Comunicación y Geotecnia.
- ODS 8 - Trabajo decente y crecimiento económico.
- ODS 11 - Ciudades y comunidades sostenibles.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ABSTRACT

The asphalt paving project aims to improve a strategic road section, ensuring commercial and social connectivity, as well as safe and continuous mobility throughout the year. It is located in the General Higinio Morínigo district, Caazapá department, Paraguay.

The predominant soils exhibit low bearing capacity and high sensitivity to moisture (A-4 and A-6), while higher-quality materials (A-2-4, with high CBR values) appear only locally and do not represent the dominant conditions along the section.

The evaluation of two borrow areas provides project flexibility, reduces supply and quality risks, and improves logistical efficiency during construction. In addition, quarries near Fassardi and Higinio Morínigo, currently in operation, were assessed, offering continuous production of high-quality aggregates suitable for granular bases and asphalt layers.

Based on the flow rates obtained from the hydrological study, two types of drainage were designed: tubular culverts (ATHA) and cellular culverts (ACHA).

The pavement was designed using the AASHTO method, ensuring strength, durability, and the capacity to withstand the expected traffic loads, guaranteeing safe and efficient circulation over a 10-year design period. The geometric design was defined for a design speed of 80 km/h for the secondary rural road sections and 40 km/h in urban areas, according to the Paraguay Road Manual.

The cost analysis considered construction costs calculated at updated prices for the three alternatives, with Alternative No. 2 being selected as the most favorable option.

Key words:

- Geotechnics.
- Communications Routes and Geotechnics.
- SDG 8 - Decent Work and Economic Growth.
- SDG 11 - Sustainable Cities and Communities.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

INDICE

CAPITULO I	1
1 ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.3 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.4 JUSTIFICACIÓN	4
1.5 OBJETIVOS.....	6
1.5.1 OBJETIVOS GENERALES.....	6
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
CAPITULO II	7
2 ESTUDIO DE INGENIERÍA.....	7
2.1 MARCO TEÓRICO	7
2.1.1 UBICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO	7
2.2 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.....	9
2.2.1 Relevamiento plani-altimétrico.....	9
2.3 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	10
2.3.1 Marco Geológico del Área de Estudio.....	10
2.3.2 Formaciones Geológicas Presentes.....	10
2.3.3 Contexto Geomorfológico del Tramo	11
2.3.4 Estudios geotécnicos.....	12
2.3.5 Resultados.....	13
2.3.6 BOLSONES (Suelos no aptos)	13
2.3.7 EXCAVACIÓN DE BOLSONES.....	14
2.3.8 Conclusiones	14
2.3.9 Recomendaciones	14
2.3.10 Zona de prestamos	15
2.3.11 Estudio de canteras	16
2.4 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS	18



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ
Sede Coronel Oviedo
Creada por Ley N° 3198 del 4 de mayo de 2007.
FACULTAD DE CIENCIAS y TECNOLOGÍAS – F.C. y T.
Coronel Oviedo – Paraguay



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

2.4.1	Estudios Hidrológicos	19
2.4.2	Periodos de Recurrencia (TR)	21
2.4.3	Estudio de cuencas.....	22
2.4.4	Escorrentía.	23
2.4.5	Tiempo de Concentración.	23
2.4.6	Coeficiente de Almacenamiento.....	24
2.4.7	Determinación de los Coeficientes para Cálculo de Infiltración (C y CN).	25
2.4.8	Metodología empleada para el cálculo de C.....	26
2.4.9	Metodología empleada para el cálculo de CN.	27
2.4.10	Precipitación	30
2.4.11	Cálculo de Caudales para Cuencas Menores.	31
2.4.12	Cálculo de Caudales para Cuencas por medio del HUT.	31
2.5	ESTUDIOS DE TRÁNSITO	35
2.6	DISEÑO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL	37
2.6.1	Verificación Estructural del Pavimento Flexible por el Método AASHTO	37
2.6.2	Diseño geométrico	41
2.6.3	Parámetros de diseño.	42
2.6.4	Trazado Altimétrico.....	49
2.6.5	Sección transversal de la carretera	50
2.6.6	Sección transversal en áreas rurales.....	50
CAPITULO III		51
3.1	ANALISIS ECONÓMICO.....	51
3.1.1	Diseño de obras complementarias.....	51
3.1.2	INFORME DE COSTOS DE EXPROPIACIÓN	52
3.1.3	PRESUPUESTO DE LA EXPROPIACIÓN	56
3.1.4	Cómputos, costos y presupuesto	56
3.1.5	Cómputos métricos de obra.....	56
3.1.6	Análisis de precios unitarios.....	57
3.1.7	Presupuesto de obra	57
CAPITULO IV		62



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ
Sede Coronel Oviedo
Creada por Ley N° 3198 del 4 de mayo de 2007.
FACULTAD DE CIENCIAS y TECNOLOGÍAS – F.C. y T.
Coronel Oviedo – Paraguay



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
CAPITULO V.....	63
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	64
ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	65
ANÁLISIS DE CIRCULACIÓN VIAL.....	71
PLANILLA DE EJES EQUIVALENTES.....	73
CALCULO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL	77
ESTUDIOS GEOTECNICOS	81
PLANILLAS DE LABORATORIO	82
Muestra nº 1: progresiva 12+000.....	82
Muestra nº 2: progresiva 9+000.....	85
Muestra nº 3: progresiva 7+000.....	88
Muestra nº 4: progresiva 6+000.....	94
Muestra nº 5: progresiva 4+000.....	97
Muestra nº 6: progresiva 2+000.....	100
Muestra nº 7: progresiva 0+100.....	103
ESTUDIOS HIDROLOGICOS	118

INDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Tramo intervenido. Fuente: Google Maps, edición propia. ©2025 Google.	7
Ilustración 2. Vía Principal ubicada en el barrio Durazno, con la cual se conecta el tramo. Fuente: Portal Paraguay https://share.google/fyURWO6vsgKJr9dLQ	8
Ilustración 3 Cuencas de Aporte al tramo.....	21
Ilustración 4 Vista General de cuencas de estudio para el Tramo	22
Ilustración 5 parámetros para descarga de archivos MERIT-DEM para cálculo del Número de Curva.	27



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ
Sede Coronel Oviedo
Creada por Ley N° 3198 del 4 de mayo de 2007.
FACULTAD DE CIENCIAS y TECNOLOGÍAS – F.C. y T.
Coronel Oviedo – Paraguay



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

Ilustración 6 Clasificación de uso de suelo en cuencas de estudio.....	30
Ilustración 7 Curvas IDF de Villarrica (Cuevas-Rolón - 2009)	30
Ilustración 8: Sector de restricciones geométricas	46
Ilustración 9: Sector de restricciones geométricas	47
Ilustración 10: Sector de restricciones geométricas	47
Ilustración 11: Sector de restricciones geométricas	48
Ilustración 12: Sector de restricciones geométricas	48
Ilustración 13 Sección transversal actual.....	50

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Puntos de referencia	9
Tabla 2 Tabla de resúmenes de ensayos.....	13
Tabla 3: Tiempos de recurrencia asignados al diseño.....	21
Tabla 4 Determinación del Coeficiente de Escorrentía en base a factores	26
Tabla 5 Valores de Numero de Curva según la Metodología de la SCS.	29
Tabla 6 Cálculo de Caudales por el Método Racional	31
Tabla 7 Calculo de caudales por el método del Hidrograma Unitario Triangular.....	33
<i>Tabla 8: Características asociadas por tipo de red y categoría.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 9: Parámetros para el Diseño Geométrico.</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 10: LR Min entre curvas de distinto sentido</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 11: LR Min entre curvas del mismo sentido.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 12: Radios mínimos absolutos en curvas horizontales</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 13: Criterios de predicción de la V85% en función de Vp y Lr para VP entre 40 y 120 km/h</i> <i>.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 14: V85% al final de una recta segun longitud y velocidad de proyecto</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 15: V85% Velocidad especifica en curvas horizontales</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 16: Desarrollo mínimo para curvas circulares de radio mínimo.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 17: Desarrollos mínimos para deflexiones $\omega < 6g$</i>	<i>46</i>
Tabla 18: Relación entre pendiente maxima y velocidad de proyecto	49

CAPITULO I

1 ASPECTOS GENERALES

1.1INTRODUCCIÓN

Una comunidad en crecimiento, tanto social como económicamente, requiere una infraestructura vial eficiente que permita un tráfico fluido y constante. Esto facilita la colaboración con otras ciudades y favorece su desarrollo dentro de una región rodeada de comunidades ya consolidadas.

El presente trabajo tiene como finalidad diseñar una infraestructura vial adecuada en el tramo objeto de estudio con el propósito de atender de manera eficiente las necesidades de tránsito actuales y prever el crecimiento de la demanda en el futuro.

Para ello, se plantea una solución que garantice un desempeño óptimo, asegurando la fluidez y seguridad del tráfico en todo momento bajo diferentes condiciones de operación. De esta manera se busca no solo mejorar la conectividad y movilidad de los lugareños, si no también contribuir al desarrollo sostenible y al fortalecimiento de la integración regional.

1.2 ANTECEDENTES

1.1 Esteban Arnaldo Penayo y Zuny Johana Palacios... [1] **“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DEL TRAMO QUE UNE LA CALLE 25 DE DICIEMBRE DE LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO CON EL DISTRITO DE NUEVA LONDRES”**. El objetivo del presente proyecto vial es proponer soluciones para mejorar la vía actual, lo cual se logrará mediante la implementación de un paquete estructural de pavimento, con superficie de rodadura del tipo bituminoso.

1.2 Jorge Marcelo Berutti y Cristhian David Villalba... [2] **“PROPUESTA DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DE LA CALLE MOREIRA EN EL DISTRITO DE CORONEL OVIEDO”**. El presente documento tiene como propósito el diseño geométrico vial de una carretera sobre la calle Moreira en la ciudad de Coronel Oviedo en el Departamento del Caaguazú con el fin de obtener una comunicación vial entre la ruta PY02, la ruta 8 y la ciudad Coronel Oviedo propiamente, con el objeto de crear una vía alternativa para el acceso a la ciudad y de facilitar el tránsito de las zonas aledañas, así mismo, potenciar el desarrollo urbano en la zona.

1.3 Osmar de Jesús Bogado y Gerson Josías Chávez... [3] **“PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA QUE UNE LA AVENIDA 1º DE MARZO DE CORONEL OVIEDO CON NUEVA LONDRES”**. El presente Proyecto Final de Grado se enfoca en el Diseño Geométrico y estudio de trazado de una ruta vial crucial que conecta Coronel Oviedo y Nueva Londres. Con el objetivo de mejorar la infraestructura de transporte en la región, se ha llevado a cabo un meticuloso análisis y diseño que optimiza la disposición de la vía y garantiza una circulación eficiente y segura.

1.3PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, nuestro país presenta limitaciones en cuanto a infraestructura vial, tanto en zonas urbanas como rurales, siendo esta última la más afectada por la escasa disponibilidad de vías de comunicación adecuadas para el transporte de personas y productos esenciales. Contar con una red vial cómoda y segura es fundamental para el desarrollo económico de una región. En este contexto, la localidad de Pindoju, que alberga una población aproximada de 750 personas, se ve particularmente beneficiada por mejoras en la conectividad vial.

El tramo que une Santa María, a través de la ruta PY 18, con la ciudad de Durazno, tiene una longitud aproximada de 11 kilómetros. Se trata de una zona con actividad agrícola, ganadera y comercial, cuyo crecimiento depende en gran medida de la existencia de una vía de tránsito en condiciones óptimas y permanentes.

Sin embargo, uno de los principales problemas se presenta durante la temporada de lluvias, cuando el camino actual, de tierra colorada, se torna intransitable debido al deterioro provocado por la escorrentía y la falta de estabilidad del terreno.

Esta situación repercute negativamente en el desarrollo socioeconómico de los pobladores, al dificultar el acceso y la salida hacia centros urbanos de mayor tamaño, como General Higinio Morínigo, Abai y San Juan Nepomuceno.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Los caminos son uno de los pilares fundamentales para el desarrollo de cualquier región, ya que permiten la comunicación entre comunidades, así como el acceso a servicios básicos. Una infraestructura vial adecuada no solo facilita el desplazamiento de personas y bienes, sino que también mejora la conectividad entre los centros urbanos y las zonas rurales, promoviendo el desarrollo económico, social y productividad de la zona. En este sentido, la construcción del tramo que une Santa María, Pindoju y Durazno, a través de la Ruta PY18 y el tramo Abaí – General Morínigo, representa una necesidad estratégica para fortalecer la red vial del departamento de Caazapá.

El desarrollo de toda infraestructura vial, impulsa el **crecimiento económico, social** y productividad de las regiones. Al mejorar las condiciones de transporte, se reducen los costos logísticos y se generan nuevas oportunidades de inversión. La presencia de caminos en buen estado incentiva la expansión del comercio, la agricultura, la ganadería y el turismo, sectores que son clave para la economía local. Por lo tanto, la pavimentación y mejoramiento del tramo Santa María-Pindoju-Durazno constituye una herramienta clave para mejorar la economía regional y elevar la calidad de vida de sus habitantes.

Para los pobladores que serán beneficiados, la construcción de ésta vía significará **una mejora sustancial en su calidad de vida**. El cual servirá para el acceso más rápido y seguro a centros educativos, de salud y de servicios de las comunidades rurales. A largo plazo, la vía se convertirá en un eje muy importante de desarrollo que podrá facilitar el transporte de productos agrícolas y ganaderos hacia los principales centros de consumo y para su comercialización.

En base a todos estos fundamentos, el **objetivo principal** de la construcción del tramo Santa María-Pindoju-Durazno es mejorar la conectividad vial del departamento de Caazapá, promoviendo el desarrollo económico, social y productividad de la zona. Se busca garantizar una infraestructura segura, eficaz y sostenible que pueda potenciar las actividades locales, disminuir la brecha territorial y ayude al bienestar general de la población, otorgando a la región como un área de crecimiento y oportunidades dentro del territorio nacional.

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

También cabe mencionar que la movilización vecinal se encargó de gestionar y hacer llegar formalmente la solicitud a la Intendencia y a la Gobernación de la zona, buscando que se atiendan las necesidades correspondientes para este tramo, dicha documentación se puede ver en el anexo.

1.5OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVOS GENERALES

- Estructurar un diseño de pavimentación asfáltica del tramo que conecta la localidad de santa maría (ruta PY 18) con durazno situado en el Distrito General Higinio Morínigo del departamento de Caazapá.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer las cualidades topográficas y geotécnicas del tramo Santa María-Durazno con el relevamiento de datos de la zona.
- Describir las características hidrológicas e hidráulicas del trayecto a estudiar.
- Identificar el diseño de pavimentación asfáltico más óptimo para el proyecto.
- Diseñar un sistema pluvial apropiado para el tramo en estudio.
- Analizar la relación costo-beneficio del proyecto.

CAPITULO II

2 ESTUDIO DE INGENIERÍA

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 UBICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO

Este proyecto se encuentra ubicado en el departamento de Caazapá, en una zona intermedia comprendida entre tres ciudades con un significativo movimiento socioeconómico en la región: San Juan Nepomuceno, Abai y General Higinio Morínigo. Esta última es el distrito al que pertenece la localidad de Pindoju, considerada la principal beneficiaria de la obra.

El tramo tiene una longitud aproximada de 11 km. Se inicia en la ciudad de Santa María, sobre la vía denominada Ruta PY 18. A unos 6 km del punto de partida se encuentra la ciudad de Pindoju. Desde allí, el trazado continúa hasta empalmar con la vía ya existente que atraviesa la zona de Durazno, en el trayecto que une los distritos Gral. Higinio Morínigo con Abaí.

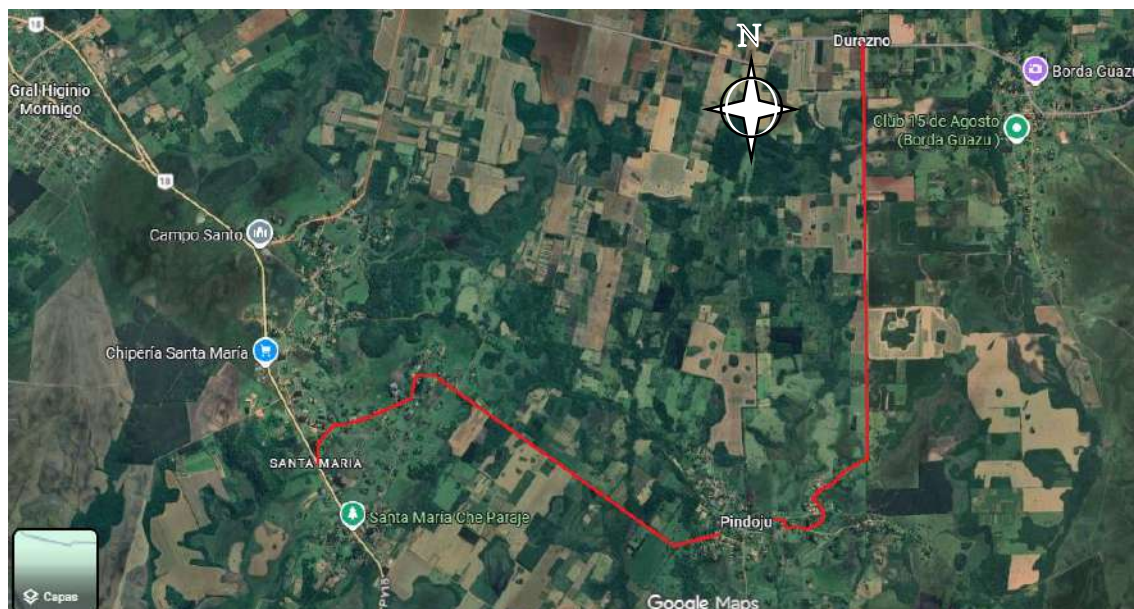


Ilustración 1. Tramo intervenido. Fuente: Google Maps, edición propia. ©2025 Google.

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025



*Ilustración 2 Vía Principal ubicada en el barrio Durazno, con la cual se conecta el tramo. Fuente: Portal Paraguay
<https://share.google/fyURWO6vsqKJr9dLQ>*

2.2 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

2.2.1 Relevamiento plani-altimétrico.

Generando un ramal el cual parte de la ruta existente PY-018 se inició el relevamiento plani-altimétrico del eje del nuevo proyecto, formando cortes transversales cada 40 m aproximadamente, empleando un equipo especializado que utiliza el sistema GNSS CHC I50 obteniendo datos de elevado nivel de precisión para el trazado, esto incluye cursos de agua, relevamiento de obras de arte y drenaje lo que resta del tramo en estudio.

Se procedió además al relevamiento breve de los perfiles de caminos y calles transversales a fin de realizar el diseño de empalmes y proyectar el sistema de escurrimiento adecuado.

Se instalaron mojones como puntos fijos de referencia (RN) con la denominación (PCT-Nº) Puntos de Control Terrestre, desde PCT-01 hasta PCT-16. Los mojones fueron hechos de hormigón y vertidas in-situ en un molde fijo de caño PVC de 100 mm con un clavo de 5” sobresaliendo 1 cm para el control referencial.

E	N	Cota	Denominación
594.292.443	7.117.530.922	139.2	RN PCT 01
594.487.656	7.117.899.095	141.222	PCT 02
595.023.799	7118073.58	145.002	PCT 03
595.355.392	7.118.401.151	148.795	PCT 04
595.788.452	7118148.73	155.953	PCT 05
596.184.500	7.117.862.034	167.409	PCT 06
596.582.433	7.117.573.789	163.669	PCT 07
596.995.183	7.117.278.224	148.901	PCT 08
598.201.645	7116841.29	144.433	RN P
598.231.301	7.116.885.999	143.783	PCT 10
599.201.554	7.116.893.725	147.116	RN PCT 11
599.637.348	7.121.616.152	191.835	PCT 16
599.638.817	7117519.15	152.924	PCT 12
599.639.162	7.120.660.814	170.041	PCT 15
599.659.477	7.118.997.492	176.009	PCT 14
599.665.873	7.118.021.108	164.796	PCT 13

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1 Puntos de referencia

2.3 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

2.3.1 Marco Geológico del Área de Estudio

El tramo se localiza dentro de un contexto geológico típico de la región Oriental del Paraguay, donde interactúan depósitos recientes del Cuaternario, areniscas de las Formaciones Misiones y Tacuary, y niveles basálticos jurásicos hacia el sector oriental. La geodinámica regional está dominada por procesos fluviales asociados a la cuenca del río Tebicuary y relieves suaves derivados de la erosión diferencial.

2.3.2 Formaciones Geológicas Presentes

Con base en el *Mapa Geológico PAR 86* y las observaciones de campo, las unidades litológicas predominantes en la Obra Santa María – Pindoju – Durazno son:

a) Formación Coronel Oviedo (Carbonífero)

Compuesta por areniscas finas, arcillitas y diamictitas con clastos redondeados. Produce suelos limosos y arcillosos, sensibles a la humedad y de capacidad portante baja a media.

b) Formación San Miguel (Pérmico Superior)

Incluye conglomerados y areniscas conglomerádicas, así como areniscas cuarzosas. Da origen a suelos arenosos de baja plasticidad y mejor comportamiento mecánico.

c) Formación Tacuary (Pérmico Superior)

Areniscas finas, siltitas y arcillitas intercaladas. Generan suelos cohesivos, generalmente plásticos y con bajo CBR.

d) Formación Misiones (Triásico–Jurásico)

Unidad dominante en varios sectores de la traza. Conformada por areniscas cuarzosas rojizas a blancas, de cemento arcilloso o ferruginoso. Los suelos derivados son arenas finas con limos, de plasticidad baja.

e) Formación Alto Paraná (Jurásico)

Basaltos de derrame y diques básicos. Sus suelos derivados son arcillas lateríticas rojas de alta finura y comportamiento regular como subrasante.

f) Sedimentos Cuaternarios Recientes

DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

Presentan heterogeneidad y capacidad portante limitada.

2.3.3 Contexto Geomorfológico del Tramo

La traza Santa María – Pindoju – Durazno atraviesa dos ambientes geomorfológicos principales:

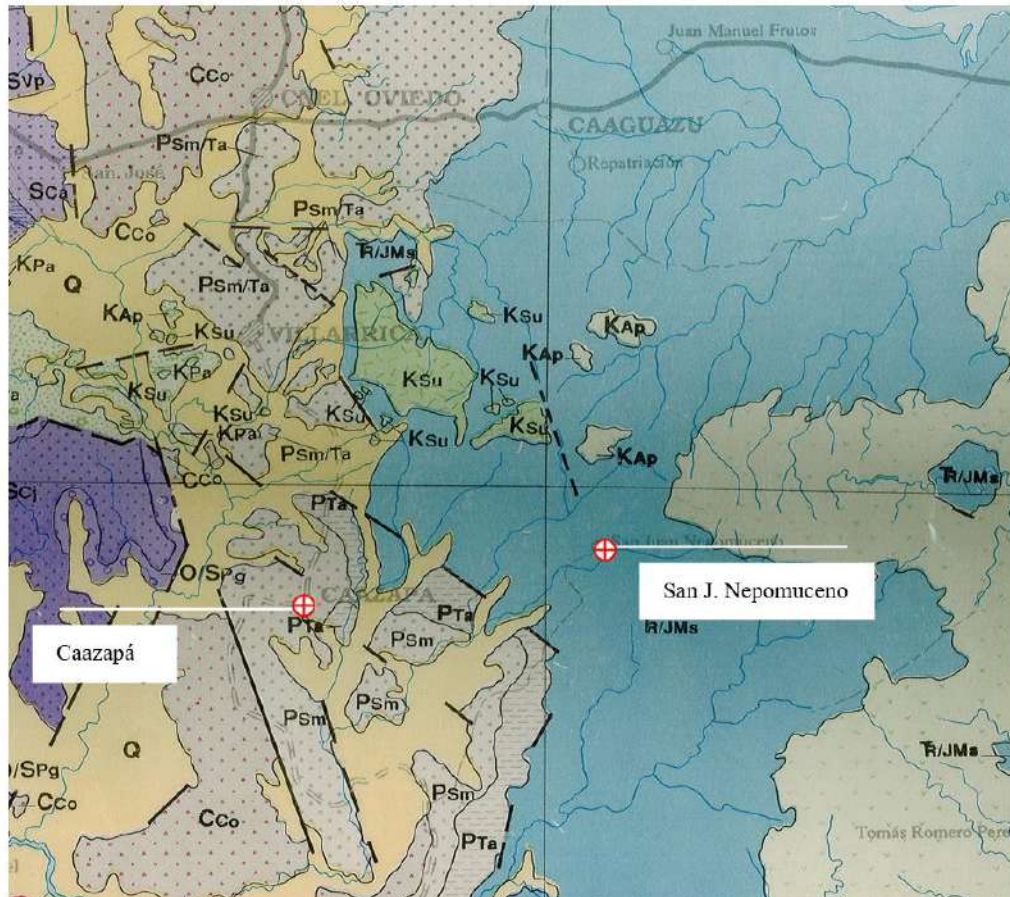


Ilustración 3 geomorfología de la zona de estudio

a) Llanuras aluviales del Tebicuary

- Relieves planos y zonas bajas.
- Materiales finos depositados por procesos fluviales recientes.
- Suelos predominantemente limosos y arcillosos.
- Alta susceptibilidad a variación de humedad.

b) Relieves ondulados y colinas arenosas

- Exposición de areniscas cuarzosas y suelos arenosos.
- Mejores valores de CBR observados en estos sectores.

2.3.4 Estudios geotécnicos

Los mismos tienen por objetivo suministrar los datos geotécnicos básicos, que fueron obtenidos del tramo identificado en el área de estudio.

Los métodos utilizados son principalmente de recorrido del tramo con obtención de muestras representativas, los cuales se enviaron al laboratorio para:

Investigación del suelo en la traza, los mismos fueron determinados conforme al sistema de clasificación para obras viales (HRB), y de ensayos de compactación del tipo Proctor y CBR. Se confeccionó una planilla con los datos obtenidos en cada tramo.

Para la obtención de las muestras se optó por el método de calicatas, ya que representa una alternativa económica y adecuada para las características de este proyecto. Se realizaron un total de **7 calicatas** con profundidades entre 0,00 y 1,20 m. Los suelos encontrados responden a la geología descrita: limos, arcillas y arenas finas con limos.

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

2.3.5 Resultados

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS																
Obra: Santa María -Pindoju - Durazno																
Descripción de la muestra						% Que Pasa Tamiz			Limites de			Clasificacion	Ensayo de		Ensayo de	
						U.S.S.			Consistencia				Compactación		CBR	
Muestra	Progresiva	Profundidad	Ubicación	Lado	Descripción	N°						Grupo	Densidad	Humedad	Expan	CBR
	m.	m.							LL	LP	IP		o	Maxima	Optima	sion
N°						10	40	200	%	%	%	Sub Grupo	Kg/m3	%	%	%
1	12+000	0,00/1,20	3,0m del eje	Derecho	Suelo Limo	93,2	88,7	95,7	28,3	19,8	8,5	A-4	1815	16,5	1,07	9
2	9+000	0,00/1,20	Eje	Eje	Suelo Limo	99,5	95,8	56,8	29,9	19,7	10,2	A-4	1890	14,7	1,118	10
3	7+000	0,00/1,20	6m del eje	Izquierdo	Suelo Arenoso	100	96	31,7	NP	NP	NP	A-2-4	2055	8,4	0	31
4	6+000	0,00/1,20	Eje	Eje	Suelo Arcilloso	99	94,3	49,1	30,8	12,7	18,1	A-6	1750	16,6	1,25	7
5	4+000	0,00/1,2	3,0m del eje	Derecho	Suelo Arcilloso	99,7	95,1	61,8	38,2	22,3	15,9	A-6	1695	20,5	0,50	17
6	2+000	0,00/1,1	3,0m del eje	Derecho	Suelo Arenoso	100	94,0	25,4	N L	N P	N P	A-2-4	2005	7,5	0	42
7	0+100	0,00/0,5	15m del eje	Izquierdo	Suelo Limo	99,8	95,1	42,5	14,6	10,6	4	A-4	2000	10	0	15

Tabla 2 Tabla de resúmenes de ensayos

Clasificación AASHTO (HRB)

- **A-4** (limos): Muestras 1, 2 y 7.
- **A-6** (arcillas): Muestras 4 y 5.
- **A-2-4** (arenosos): Muestras 3 y 6.

Propiedades relevantes

- **Pasante Nº200:** 25%–95,7%
- **Plasticidad:** IP entre 4%–18% (NP en arenosos)
- **Densidad máxima seca:** 1695–2055 kg/m³
- **Humedad óptima:** 7,5%–20,5%
- **CBR:** 7%–42%
- CBR predominante en tramo: **7–15% al 100% de compactación**

Los suelos con mejor comportamiento (CBR 31% y 42%) corresponden a sectores arenosos aislados, no representativos de la totalidad del tramo.

2.3.6 BOLSONES (Suelos no aptos)

En términos generales, los suelos que presentan un Límite Líquido (LL) superior a 50 suelen registrar un Índice de Plasticidad (IP) mayor a 15, lo que se traduce en una baja capacidad portante, resultando inadecuados para su utilización en terraplenes viales. Asimismo, los suelos con valores de IP mayores a 15 no son recomendables para su empleo

en las tres capas superiores del terraplén vial. En consecuencia, la necesidad de descartar este tipo de material existente a lo largo de la traza modifica los volúmenes previstos, generando un desfase entre los volúmenes de corte y los de carga del terraplén.

2.3.7 EXCAVACIÓN DE BOLSONES

Este trabajo consistirá en la excavación necesaria cuando en la construcción de terraplenes nuevos y/o en el ensanche del alteo de los existentes, se requiera la remoción y sustitución de todo material que no sea apto como terreno de fundación o como asiento de terraplén.

La excavación de bolsones comprende la remoción de suelos inestables o anegadizos, localizados en forma de bolsas o zonas de esteros, o cualquier otro similar, que por su naturaleza implique la utilización de equipos y métodos no convencionales.

Se consideran suelos no aptos aquellos que contienen materia orgánica o aquellos suelos saturados naturalmente, ó que posea un Límite Líquido superior a 50.

2.3.8 Conclusiones

- La predominancia de suelos limosos y arcillosos se correlaciona con depósitos cuaternarios recientes y materiales derivados de las Formaciones Tacuary y Misiones, caracterizados por elevada finura y buen comportamiento para el núcleo del terraplén.
- Los suelos analizados muestran baja capacidad portante, con sensibilidad marcada frente a variaciones de humedad en los sectores finos (A-4 y A-6), lo cual afecta su desempeño bajo cargas repetidas.
- Los mejores materiales identificados corresponden a suelos arenosos no plásticos (A-2-4) asociados a areniscas cuarzosas, con CBR elevados; sin embargo, estos ocurren de manera puntual, sin representar la condición dominante del tramo.

2.3.9 Recomendaciones

- $CBR > 3\%$ a 5% son aptos para su uso como material de terraplén. Pueden emplearse como parte del cuerpo del terraplén siempre que se garantice una compactación adecuada y se controle la humedad durante la construcción.
- $CBR > 10\%$, son recomendados para refuerzo de subrasante. Materiales dentro de este rango presentan mejor comportamiento mecánico y son aptos para mejorar el nivel de apoyo de la subrasante en sectores críticos, reduciendo la necesidad de estabilización química o reemplazos profundos



2.3.10 Zona de prestamos

Con el fin de garantizar una provisión adecuada de materiales para las obras previstas en el tramo Santa María – Pindojú – Durazno, se identificaron dos posibles zonas de préstamo que, si bien no se encuentran actualmente en explotación, poseen condiciones favorables para ser habilitadas.

Para cada una de estas áreas se ejecutaron los correspondientes estudios geotécnicos y ensayos de caracterización.

La consideración de dos alternativas de préstamo brinda flexibilidad operativa al proyecto, reduce riesgos asociados a disponibilidad o variaciones de calidad durante la explotación y contribuye a optimizar la logística de transporte y abastecimiento en función del avance de obra.

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025



Ilustración 4 Zonas de préstamo

2.3.11 Estudio de canteras

El presente estudio tiene por finalidad identificar, caracterizar y evaluar las canteras de la zona capaces de suministrar material pétreo triturado para la construcción de bases granulares y mezclas asfálticas, componentes fundamentales del paquete estructural del proyecto vial Santa María – Pindoju – Durazno.

Se consideraron principalmente las canteras ubicadas en las cercanías de Fassardi e Higinio Morínigo, ambas actualmente en explotación y con capacidad operativa para producción continua de agregados.

Las canteras evaluadas producen materiales pétreos triturados de alta calidad, aptos para su uso en bases granulares y en carpetas asfálticas.

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

Ambas fuentes cuentan con capacidad de producción continua, maquinaria adecuada y explotación activa, lo cual garantiza disponibilidad durante toda la obra.

La calidad geotécnica de los agregados, baja plasticidad, alta resistencia, buena angularidad, cumple los requisitos de las Especificaciones Técnicas del MOPC [4] para carreteras.

Las imágenes y tablas respectivas se pueden visualizar en el anexo.

2.4 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS



Para la determinación y obtención de los diversos parámetros que intervienen en las ecuaciones hidrológicas e hidráulicas se recurrieron a informaciones y datos de otros estudios similares en el área de proyecto, cartas topográficas, fotografías aéreas, pluviometrías de diferentes estaciones, levantamientos topográficos especiales del entorno de obra, y datos suministrados por pobladores.

Fueron fijados para el presente trabajo los siguientes objetivos.

- Evaluación Hidrológica de las áreas que aportan a la Ruta.
- Determinación de parámetros hidráulicos y cálculo de caudales de las cuencas.
- Verificación de la capacidad hidráulica de las obras de arte existentes

2.4.1 Estudios Hidrológicos

Con el objetivo de dimensionar las obras de drenaje de la traza, en correspondencia con los caudales de proyecto, fueron realizados los Estudios Hidrológicos, buscando identificar el régimen pluviométrico y la naturaleza de las precipitaciones más intensas de la región, habiendo consecuentemente establecido las características de escurrimiento superficial de las cuencas hidrográficas interceptadas por la traza.

Para la elaboración del estudio hidrológico del tramo, fue desarrollada la siguiente metodología:

- a) Preparación de cartografía del área de estudio:
 - Incorporación de planos de topografía sobre mapa base del área, el cual consiste en datos de Estadísticas y Censo (DGEEC) y ortofotocartas escala 1:25.000 con datos de elevación digital (MERIT-DEM, SRTM ambos con grilla de 90 m).
 - Identificación de puntos críticos en relevamiento topográfico, como ser: coordenadas y cotas de alcantarillas existentes, puntos de divisoria de aguas, zonas altas y bajas, de cambio de pendiente; límites de calles y progresivas.
- b) Cálculo de caudales para cada obra (alcantarillas y cunetas)
 - En las cuencas menores a 2 km² se calcula el caudal mediante el Método Racional, mientras que para las cuencas superiores a 2 km² se utiliza el Método del Hidrograma Unitario del SCS.

Se utilizan las curvas IDF de la estación meteorológica de Villarrica, desarrollada por la Facultad de Ingeniería de la UNA/DINAC actualizada al año 2009 por Cuevas-Rolón, para la selección de la intensidad de precipitación. La elección de la estación meteorológica, se debe a la cercanía con el sitio de emplazamiento del proyecto.

En cuanto a la descripción de la traza en estudio, se desarrolla entre las progresivas 0+000 y 11+021, atravesando una serie de cuencas de aporte definidas como C1a–C4c. En términos generales, el corredor se implanta sobre un relieve de lomadas suaves, con cotas que varían aproximadamente entre 136,8 m y 208,4 m, lo que configura pendientes moderadas hacia los cauces naturales que drenan en sentido transversal al eje del camino.

En el primer sector, comprendido entre las progresivas 0+000 y 2+524 (cuencas C1a, C1b y C1c), la traza se inicia en una zona de cotas relativamente bajas (≈ 140 m) y asciende hacia áreas más elevadas, alcanzando cotas del orden de 191–200,8 m. La cuenca C1b, con

un área de 2,17 km² y un desnivel del orden de 60 m, constituye el principal aporte en este tramo, generando caudales de proyecto del orden de 8,75 m³/s y requiriendo varias obras de drenaje transversal asociadas a las progresivas 1+512, 1+717 y 1+922.

En el segundo tramo, entre las progresivas 2+524 y 4+435 (cuencas C2a y C2b), el alineamiento desciende desde cotas cercanas a 170–208,4 m hacia zonas de valle con cotas mínimas en torno a 136,8–145,8 m. La cuenca C2b, con un área de 3,27 km² y un desnivel de 71,62 m, concentra una de las mayores contribuciones de escurrimiento superficial al proyecto, con caudales del orden de 12,92 m³/s, lo que justifica la disposición de alcantarillas de mayor sección en este sector.

Posteriormente, entre las progresivas 4+435 y 7+620 (cuencas C3a y C3b), la traza vuelve a interceptar zonas de relieve más pronunciado, con cotas altas de 176,4–196,5 m y cotas bajas en torno a 138,6–143,7 m. La cuenca C3b, con un área conjunta del orden de 3,5 km² y un desnivel cercano a 58 m, aporta caudales del orden de 13,08 m³/s, distribuidos mediante varias obras de drenaje ubicadas en las cercanías de las progresivas 5+560, 5+955 y 6+370. Hacia el final de este sector, la cuenca C3c presenta ya pendientes más suaves, con caudales menores ($\approx 3,52$ m³/s), lo que refleja una topografía menos accidentada.

Finalmente, en el tramo comprendido entre las progresivas 9+320 y 11+021 (cuencas C4a, C4b y C4c), el camino se desarrolla nuevamente sobre cotas elevadas del orden de 198–201 m, con descensos hacia cotas mínimas en torno a 166–181 m. En este sector se ubica la cuenca C4b, con un área de 1,48 km² y el **mayor caudal de proyecto del tramo** ($\approx 17,17$ m³/s), lo que la convierte en un punto crítico desde el punto de vista del drenaje transversal. Las cuencas C4a y C4c, de menor superficie, completan el sistema de aporte hídrico en el extremo final del tramo, con caudales del orden de 4,0–5,95 m³/s.

En síntesis, la traza se apoya parcialmente sobre divisorias locales y atraviesa sucesivos descensos hacia cauces naturales, generando cuencas de aporte de tamaño pequeño a medio. Las **cuencas C1b, C2b, C3b y C4b** constituyen las principales áreas generadoras de escorrentía hacia la infraestructura vial, por lo que han sido consideradas como sectores prioritarios para el dimensionamiento de las obras de drenaje pluvial.

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

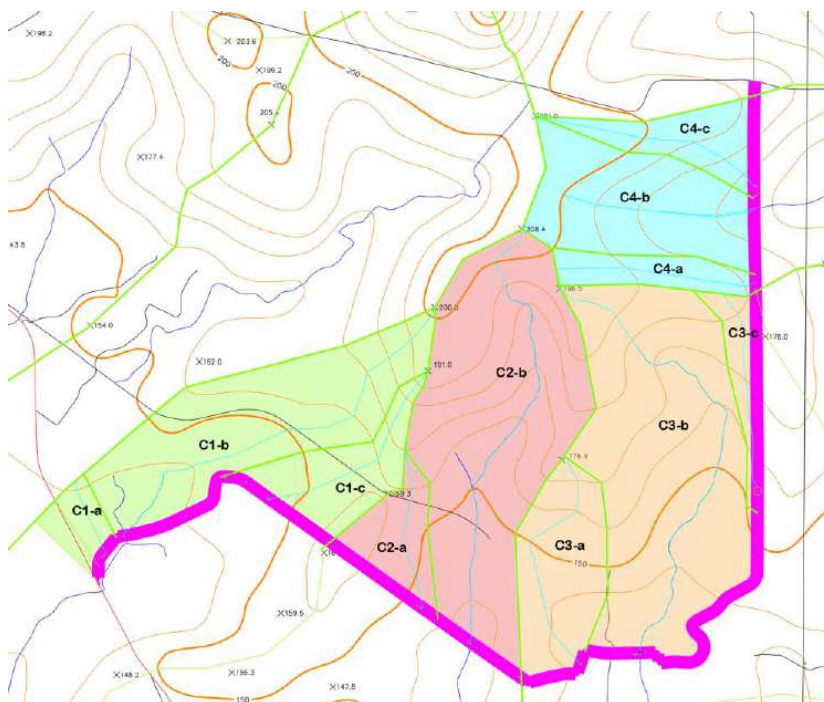


Ilustración 5 Cuencas de Aporte al tramo

2.4.2 Periodos de Recurrencia (TR)

La “Frecuencia” de lluvia es el número de veces que una precipitación de cierta magnitud es igualada o excedida en un determinado número de años.

El Intervalo de recurrencia o Tiempo de retorno (TR) es una expresión numérica de la frecuencia y es el máximo tiempo medio que transcurre entre dos eventos que igualan o sobrepasan un valor dado.

Al decir que una intensidad de lluvia tiene una frecuencia de N años, no significa que la misma ocurrirá necesariamente una vez cada N años si no que, por término medio, la misma acontecerá una vez cada N años inclusive dentro de un mismo año.

Los períodos de recurrencia para el cálculo de los caudales de proyecto fueron establecidos en función a la importancia relativa de cada tipo de obra a dimensionar, siguiendo las pautas establecidas en el Manual de Carreteras del Paraguay.

Tabla 3: Tiempos de recurrencia asignados al diseño

Tipo de Obra	TR (Años)
Obras de Drenajes Superficiales	5 años
Alcantarillas de Hormigón trabajando como CANAL	25 años
Puentes de H°A° (Diseño / Verificación)	100 años / 150 años

2.4.3 Estudio de cuencas

La determinación de los caudales a cada una de las obras de drenaje del proyecto requiere la correcta delimitación de las cuencas de aporte. La delimitación de cuencas se realiza sobre curvas de nivel generadas a partir de grillas de elevación digital; actualmente se dispone de varias fuentes, entre las que se citan el Modelo de Elevación Digital Global ASTER (ASTER GDEM), con celdas de 30 x 30 m, y la Base de Datos de Elevación Digital SRTM, con celdas de 90 m. Si bien los datos de ASTER GDEM poseen mayor resolución, las curvas de nivel generadas a partir de los datos SRTM presentan mayor coherencia, y resulta más fácil llevar a cabo las tareas de delimitación de cuencas.

Las herramientas de hidroinformática disponibles en los Sistemas de Información Geográfica actuales permiten llevar a cabo delimitaciones automáticas de cuencas; sin embargo, esto no es recomendable para el caso de proyectos viales, ya que en muchas ocasiones se debe incorporar la experiencia y el juicio del ingeniero para optimizar las obras. Por ello, todo el trabajo de delimitación de cuencas en gabinete es posteriormente avalado por un recorrido físico del tramo a fin de confirmar los puntos de estudio.

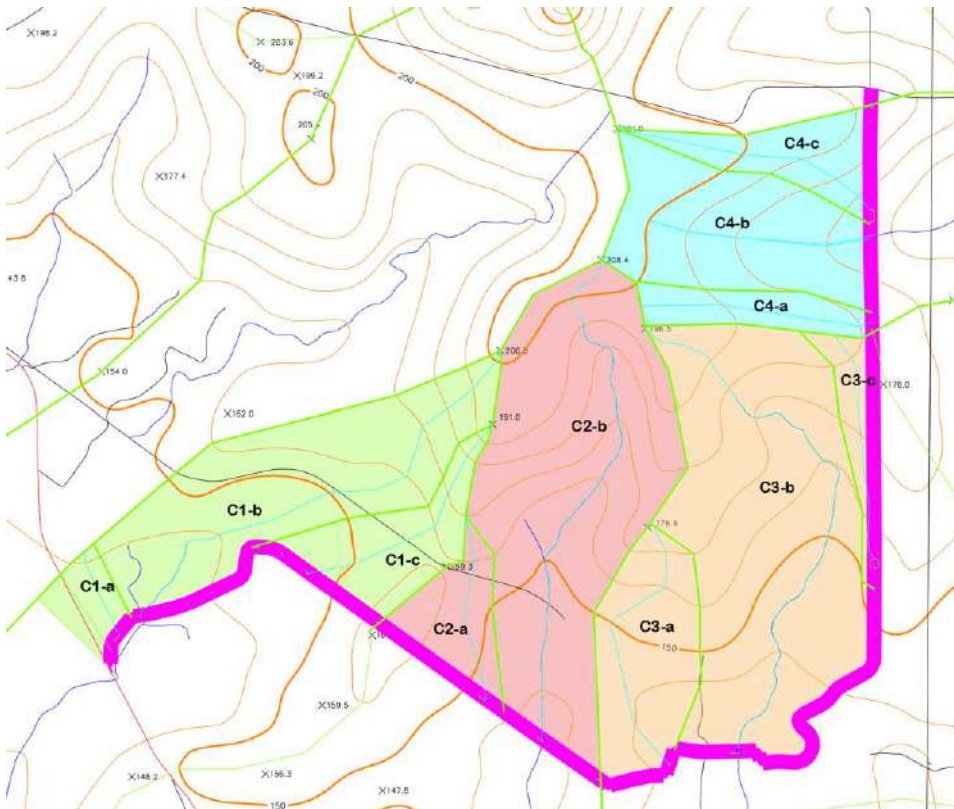


Ilustración 6 Vista General de cuencas de estudio para el Tramo

2.4.4 Escorrentía.

La escorrentía consiste en el proceso de transformación de lluvia a caudal. En este proceso, los principales elementos a considerar son aquellos relacionados con la forma y dimensión de la cuenca (pendiente, área, longitud, forma, Tiempo de Concentración), la cobertura y uso del suelo en la Cuenca.

El cálculo de caudales para cuencas con superficies menores a 2,0 km² se ha realizado con el Método Racional. Para cuencas con superficie mayor a 2,0 km² el cálculo de caudales se lleva a cabo mediante la técnica del Hidrograma Unitario.

En ambos casos, tanto para el Método Racional como para el Hidrograma Unitario, se requiere calcular el parámetro Tc (Tiempo de Concentración). Este parámetro se calcula mediante la Ecuación del DNOS (Dirección de Obras Sanitarias del Estado, Brasil), el cual se explica con suficiente detalle en el Manual de Hidrología Básica del DNIT (Departamento de Infraestructura y Transporte, Brasil) [4]. Los parámetros para el cálculo del Tc, tal como área de la cuenca, pendiente, longitud del escurrimiento superficial, se obtienen mediante operaciones con SIG sobre el modelo de elevación digital utilizado (SRTM).

2.4.5 Tiempo de Concentración.

El tiempo de concentración Tc, también conocido como tiempo de equilibrio de la cuenca, es un parámetro necesario para la determinación del caudal. Para las cuencas pequeñas, cuyos caudales se calculan con el Método Racional, el Tc se utiliza para la selección de la intensidad máxima de precipitación. En el caso de cuencas mayores en los que el caudal se calcula mediante el Hidrograma Unitario, el Tc es un parámetro que determina la forma del Hidrograma, y se lo utiliza para la construcción de un Hidrograma sintético.

El tiempo de concentración de una cuenca se encuentra en función de la pendiente media, la longitud del cauce, la forma de la cuenca, la cobertura del suelo y en menor escala de otros parámetros fisiográficos. Existen diversas ecuaciones o metodologías para la determinación del Tc, la mayoría de los cuales fueron desarrolladas de manera empírica para cuencas específicas; por esto se recomienda tomar esta variable con cuidado, y en caso

de existir información adicional, ajustar los Tc de forma a obtener caudales que coincidan con la realidad.

Para este estudio se utiliza la ecuación de DNOS, explicado en el manual del DNIT (Manual de Hidrología Básica para Estructuras de Drenaje, del Ministerio de Infraestructura y Transportes, Brasil) [4] ver figura 3:

Fórmula do DNOS

$$T_c = \frac{10}{K} \cdot \frac{A^{0,3} \cdot L^{0,2}}{I^{0,4}}$$

sendo, T_c = tempo de concentração, em minutos,
A = área da bacia, em ha;
L = comprimento do curso d'água, em m;
I = declividade, em %; e
K = depende das características da bacia, conforme descrito em seguida:

- Terreno areno-argiloso, coberto de vegetação intensa, elevada absorção K=2,0
- Terreno comum, coberto de vegetação, absorção apreciável K=3,0
- Terreno argiloso, coberto de vegetação, absorção média K=4,0
- Terreno argiloso de vegetação média, pouca absorção K=4,5
- Terreno com rocha, escassa vegetação, baixa absorção K=5,0
- Terreno rochoso, vegetação rala, reduzida absorção K=5,5

Para condições médias, com K= 4,0, resultou, na média, uma velocidade de 4,9 km/h para bacias pequenas e 5,7 km/h para bacias maiores, portanto aceitável para qualquer tamanho de bacia.

Figura 1 Cálculo del Tiempo de Concentración mediante fórmula de DNOS (del DNIT)

2.4.6 Coeficiente de Almacenamiento.

El coeficiente de almacenamiento es un índice del almacenamiento temporal del exceso de precipitación en la cuenca, mientras el agua va drenando al punto de salida de la misma. El Manual de Referencias Técnicas del HEC-HMS (Año 2000) establece en su capítulo 6, que en vista a que este parámetro tiene unidades de tiempo, físicamente tiene solamente un significado cualitativo.

En vista al sentido cualitativo de este parámetro expresado en horas, el almacenamiento temporal de la cuenca dependerá del tipo de cuenca en consideración, la pendiente, el tipo de suelo y los indicios de almacenamiento que se puedan observar en imágenes satelitales. Existen diversas fórmulas empíricas desarrolladas por distintos autores, que buscan explicar el fenómeno del almacenamiento temporal en cuencas. Para el presente estudio, se utiliza el criterio de (Russel et al., 1979) que establece una sencilla relación entre el Coeficiente de Almacenamiento y el Tiempo de Concentración: $Ca = \alpha \times Tc$

Donde:

Ca: coeficiente de almacenamiento.

Tc: tiempo de concentración.

α : factor que depende de ciertas características de la cuenca

TIPO DE CUENCA	α
En general	0.8 ~ 1.2
Urbana	1.1 ~ 2.1
Natural	1.5 ~ 2.8
Montañosa	8 ~ 12

Para el presente estudio, se utiliza el valor $\alpha=1,0$.

2.4.7 Determinación de los Coeficientes para Cálculo de Infiltración (C y CN).

El escurrimiento se genera a partir de la porción de precipitación que no infiltra en el suelo. La capacidad de infiltración del suelo depende del tipo de suelo y la cobertura sobre el mismo (uso del suelo).

En el caso del Método Racional, este proceso se describe mediante el Coeficiente de Escorrentía o de Escurrimiento, comúnmente conocido como C.

En el caso del Hidrograma Sintético, se utiliza la metodología desarrollada por el Servicio de Conservación de Suelos (S.C.S.) de U.S.A [6]. Para ello se utiliza al Número de Curva (CN – curve number) para representar la capacidad de infiltración o escurrimiento del suelo.

En el presente apartado se realizan los cálculos para determinar ambos coeficientes.

2.4.8 Metodología empleada para el cálculo de C.

2.4.9 En el Método Racional, el Coeficiente C representa la porción (o proporción) de la lluvia que escurre hasta el cauce, y como tal, su valor se encuentra entre 0 (infiltración completa, nada de escurrimiento) y 1 (escurrimiento completo, nada de infiltración). Este coeficiente se encuentra tabulado para áreas urbanas donde se conoce bien el estado de las superficies, tal como asfalto, veredas, techos, etc. Para el área rural, se recomienda utilizar la metodología propuesta por el Manual de Carreteras del Paraguay (MCP) [7]; esta metodología asigna pesos a factores que inciden en el escurrimiento, tal como el relieve, tipo de cobertura, infiltración, almacenamiento, etc.

Para determinar los valores de C en cada cuenca, se utilizan los factores señalados en la siguiente tabla:

Tabla 4 Determinación del Coeficiente de Escorrentía en base a factores

TABLA 2_3 b COEFICIENTES DE ESCORRENTIA (C) PARA T = 10 AÑOS				
Factor	Extremo	Alto	Normal	Bajo
Relieve	0,28-0,35 Escarpado con pendientes mayores que 30%	0,20-0,28 Cerros con pendientes entre 10 y 30%	0,14-0,20 Con cerros y pendientes entre 5 y 10%	0,08-0,14 Relativamente plano con pendientes menores al 5%
Infiltración	0,12-0,16 Suelo rocoso, o arcilloso con capacidad de infiltración despreciable	0,08-0,12 Suelos arcillosos o limosos con baja capacidad de infiltración, mal drenados	Normales, bien drenados, textura mediana, limos arenosos, suelos arenosos	0,04-0,06 Suelos profundos de arena u otros suelos bien drenados con alta capacidad de infiltración
Cobertura Vegetal	0,12-0,16 Cobertura escasa, terreno sin vegetación o escasa cobertura	0,08-0,12 Poca vegetación, terrenos cultivados o naturales, menos del 20% del área con buena cobertura	0,06-0,08 Regular a buena; 50% del área con praderas o bosques, no más del 50% cultivado	0,04-0,06 Buena a excelente; 90% del área con praderas, bosques o cobertura equivalente
Almacenamiento Superficial	0,10-0,12 Despreciable, pocas depresiones superficiales, sin zonas húmedas	0,08-0,10 Baja, sistema de cauces superficiales pequeños bien definidos, sin zonas	0,06-0,08 Normal; posibilidad de almacenamiento buena, zonas húmedas, pantanos, lagunas y lagos	0,04-0,06 Capacidad alta, sistema hidrográfico poco definido, buenas planicies de inundación o gran cantidad de zonas húmedas, lagunas o pantanos.
Si T > 10 años Amplificar Resultado por: T = 25 ; C x 1,10 T = 50 ; C x 1,20 T = 100 ; C x 1,25				

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

Se definieron los valores de C para cada una de las cuencas con áreas menores a 2,00 km².
Los valores calculados se encuentran comprendidos en un rango entre **0,30 y 0,60**.

2.4.10 Metodología empleada para el cálculo de CN.

Para determinar el Uso del Suelo, se utilizan las imágenes satelitales de la base de datos Hydrological Landscape Classes (HLC) generator app. Se determina las coordenadas en LAT y LONG a fin de descargar una imagen DEM de la zona de estudio.

Se toma como base los siguientes parámetros para la descarga del archivo:

Select map attributes:

DEM: MERIT-DEM 90m

HAND: TPS 90m (South America only)

Land Cover: MODIS IGBP 500m

Scale (m): 90

Delimit extension of region to download data:

North limit: -25.90

West limit: -56.10

East limit: -55.90

South limit: -26.10

Set parameters for map computation:

Slope threshold: 10

HAND threshold: 10

LC classification year: 2019

Terrain Classes

Wetland
Hillslope
Plateau

Land Cover Classes

Forest
Savanna-Grassland
Farmland
Non-vegetated
Water

Hydrological Landscape Classes

01 Wetland Forest
02 Wetland Savanna-Grassland
03 Wetland Farmland
04 Hillslope Forest
05 Hillslope Savanna-Grassland
06 Hillslope Farmland
07 Plateau Forest
08 Plateau Savanna-Grassland
09 Plateau Farmland
10 Non-vegetated
11 Water

Ilustración 7 Parámetros para descarga de archivos MERIT-DEM para cálculo del Número de Curva.

Una vez procesada la imagen raster descargada y convertida en formato shape, se procede a clasificar los usos y reagruparlos conforme a la tabla de referencia de la metodología de la SCS.

Para la determinación del CN se parte de la clasificación hidrológica de suelos, la cual se basa en las siguientes premisas:

- La pendiente del terreno incrementa el potencial de escurrimiento.
- Suelos con perfiles de características semejantes responden en forma semejante al efecto de una tormenta.
- Se considera que la cubierta vegetal es mínima y la precipitación es superior a la infiltración potencial.
- La clasificación debe basarse siempre en una misma técnica de medición.

Sobre esta base se clasifica los suelos en cuatro grupos:

A: Con potencial de escurrimiento mínimo. Arena profunda depositado por el viento, limos agregados.

B: Con potencial de escurrimiento medio. Suelos pocos profundos depositados por el viento, marga arenosa.

C: Con potencial de escurrimiento alto. Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelo con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.

D: Con potencial de escurrimiento máximo. Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

La aplicación del método consiste en determinar el CN en base a las características de la cuenca en estudio, para utilizar las curvas predeterminadas.

Se describe en la siguiente tabla los distintos valores de CN para los diferentes grupos de suelos:

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

Tabla 5 Valores de Numero de Curva según la Metodología de la SCS.

Aprovechamiento del suelo y su cubierta	Tratamiento o método de cultivo	Condición para la infiltración	Grupo hidrológico			
			A	B	C	D
Barbecho	H	-	77	86	91	94
Cultivo en hilera	H	Mala	72	81	88	91
Cultivo en hilera	H	Buena	67	78	85	89
Cultivo en hilera	N	Mala	70	79	84	88
Cultivo en hilera	N	Buena	65	75	82	86
Cultivo en hilera	TN	Mala	66	74	80	82
Cultivo en hilera	TN	Buena	62	71	78	81
Cereales	H	Mala	65	76	84	88
Cereales	H	Buena	63	75	83	87
Cereales	N	Mala	63	74	82	85
Cereales	N	Buena	61	73	81	84
Cereales	TN	Mala	61	72	79	82
Cereales	TN	Buena	59	70	78	81
Legumbres tupidas o rotación de pradera	H	Mala	66	77	85	89
“	H	Buena	58	72	81	85
“	N	Mala	64	75	83	85
“	N	Buena	55	69	78	83
“	TN	Mala	63	73	80	83
“	TN	Buena	51	67	76	80
Pradera o pastizal	-	Mala	68	79	86	89
Pradera o pastizal	-	Regular	49	69	79	84
Pradera o pastizal	-	Buena	39	61	74	80
Pradera o pastizal	N	Mala	47	67	81	88
Pradera o pastizal	N	Regular	25	59	75	83
Pradera o pastizal	N	Buena	6	35	70	79
Pradera permanente	-	-	30	58	71	78
Bosques	-	Mala	45	66	77	83
Bosques	-	Regular	36	60	73	79
Bosques	-	Buena	25	55	70	77
Caminos revestidos	-	-	72	82	87	89
Caminos con pavimentos duros	-	-	74	84	90	92

Cruzando la información del USO del SUELO con el TIPO de SUELO se adoptan los valores de CN representativo para cada una de las cuencas de estudio con áreas mayores a 2 km².

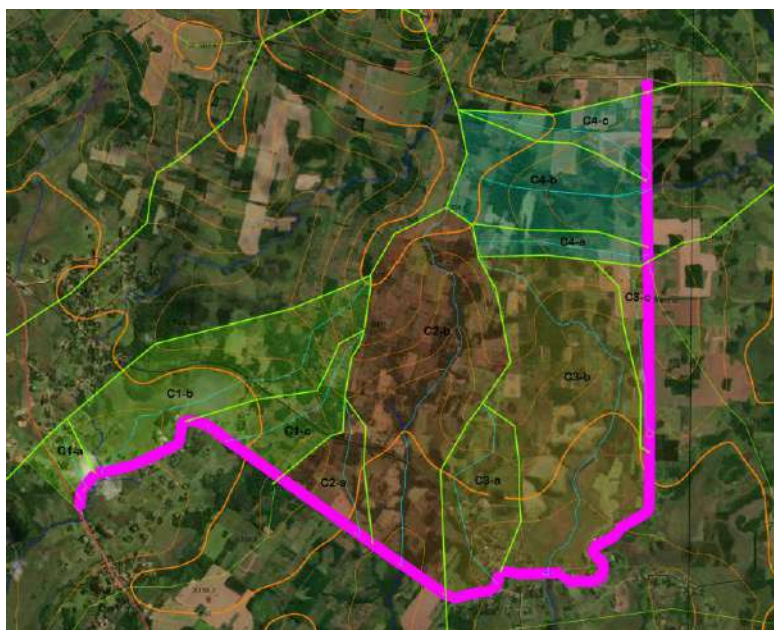


Ilustración 8 Clasificación de uso de suelo en cuencas de estudio.

2.4.11 Precipitación

2.4.12 La precipitación se calcula utilizando la Curva Intensidad Duración Frecuencia (IDF) desarrollada por los Ing. Cuevas – Rolón (FIUNA, 2009) [5]. Para el caso de las cuencas en las que se aplica el Método Racional, se utiliza directamente la intensidad de precipitación de la Curva IDF, tomando como parámetros una duración D igual al Tiempo de Concentración Tc de la cuenca, y una frecuencia que corresponde al Periodo de Retorno seleccionado.

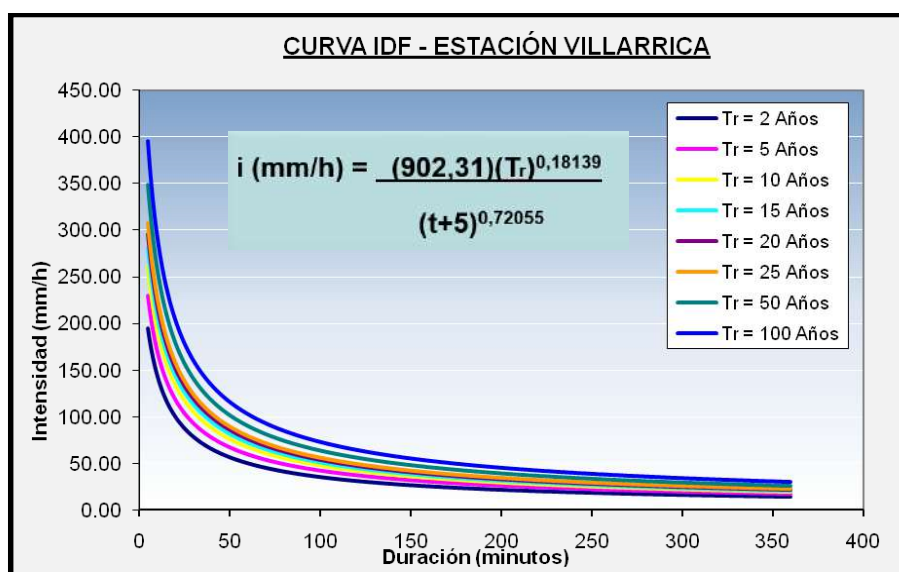


Ilustración 9 Curvas IDF de Villarrica (Cuevas-Rolón - 2009)

“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

2.4.13 Cálculo de Caudales para Cuencas Menores.

Se calculan los caudales para las cuencas menores a 2,00 km² mediante el Método Racional.

Una vez calculados los principales parámetros requeridos para el Método Racional, se procede al cálculo de Caudales mediante la Ecuación $Q = 0,278 \times C.i.A$,

Donde:

C = Coeficiente de Escurrimiento.

i = Intensidad de Precipitación, de la Curva IDF, donde D = T_c, F = 1/25 años o 1/50 años según sea el caso (mm/hr).

A = área de la cuenca (km²).

Existen alcantarillas cuyas áreas de cuenca son muy pequeñas (acumulación local de paso de un lado al otro), las cuáles se analizan, utilizando una obra de diámetro mínimo.

A continuación, se presentan los caudales determinados mediante método racional.

Tabla 6 Cálculo de Caudales por el Método Racional

CALCULO DEL CAUDAL DE DERRAME DE LAS CUENCAS																
Metodología para Cuencas < 2,00km ² - Método Racional																
Metodología para Cuencas > 2,00km ² - Hidrograma Unitario Triangular																
Características de la Cuenca																
Cuenca				Area	Long	Cota Alta	Cota Baja	Desniv	Coef. Esc	T _c	T _R	I 10	Q	Sentido de Cruce	Sección	Qp
Nº	De Prog	A Prog	Ubicación Obra	(Km ²)	(m)	m	m	(m)		(min)	(Años)	(mm/h)	(m3/s)	ID		(m3/s)
C1a	0+000	0+400	0+230	0,17	629	140,68	139,6	1,08	0,30	32,33	25,00	119,17	1,66	ID	ACHA 1 1,0 X 1,0	1,70
C1c	1+400	2+524	1+512	0,76	1793	191	148,66	42,34	0,30	26,40	25,00	134,99	8,56	ID	ACHA 2 1,0 X 1,0	3,40
			1+717											ID	ACHA 2 1,0 X 1,0	3,40
			1+922											ID	ACHA 2 1,0 X 1,0	3,40
C2a	2+524	3+600	3+465	0,52	1331	170	145,8	24,2	0,30	23,21	25,00	145,82	6,34	ID	AT HºAº 3 Ø1,20	6,74
C3a	4+435	5+100	4+996	1,06	2044	176,4	143,7	32,7	0,30	33,93	25,00	115,63	10,26	ID	ACHA 3 1,5 X 1,5	14,10
C3c	7+620	9+320	7+833	0,3282	1633	182,15	155,92	26,23	0,30	28,50	25,00	128,85	3,52	ID	ACHA 1 1,5 X 1,5	4,70
C4a	9+320	9+560	9+492	0,4116	1643	198,36	180,81	17,55	0,30	33,50	25,00	116,55	4,00	ID	ACHA 1 1,5 X 1,5	4,70
C4b	9+560	10+180	10+078	1,4789	1580	200	166,85	33,15	0,30	25,07	25,00	139,28	17,17	ID	ACHA 2 2,0 X 2,0	19,29
C4c	10+180	11+021	10+281	0,5836	1925	201	166,43	34,57	0,30	30,99	25,00	122,37	5,95	ID	AT HºAº 3 Ø1,20	6,74

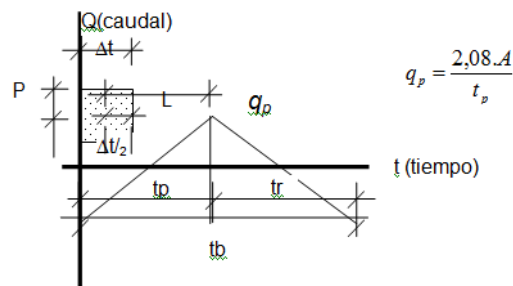
2.4.14 Cálculo de Caudales para Cuencas por medio del HUT.

Por este método fueron estudiadas las cuencas hidrográficas con áreas mayores a 2,00km², interceptadas por los caminos, ya que para estas cuencas no se puede aplicar el método

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

racional, por cuestiones conceptuales. El método utilizado fue el del hidrograma triangular desarrollado por el U.S. Soil Conservation Service (S.C.S), que es un hidrograma unitario sintético en el cual el caudal se expresa por la relación del caudal “q” con respecto al caudal pico “qp” y el tiempo por la relación del tiempo “t” con respecto al tiempo de ocurrencia del pico en el hidrograma unitario “tp”.

Como el área bajo el hidrograma unitario debería ser igual a una escorrentía directa de 1 cm.(o de 1 pulgada) se puede demostrar que:



Donde:

2,08: coeficiente para unidades en sistema métrico y 483,4 en sistema inglés

Qp: caudal máximo del H.U., en m³/s;

A: área de la cuenca contribuyente en km²; (o en millas² en el sistema inglés)

Tp: tiempo de ocurrencia del pico, en horas. $t_p = \frac{\Delta t}{2} + 0,6t_c$

P: precipitación efectiva que produce el H.U. en cm.

L: tiempo de retardamiento de la cuenca en horas = 0.6 tc según el S.C.S.

Donde:

Δt: tiempo duración de la Precipitación Efectiva, en horas;

Tc: tiempo de concentración de la cuenca (en horas);

tr: 1.67 tp = tiempo de bajada, en horas donde 1.67 es una constante para cuencas sin observaciones según el S.C.S.

tb: 2.67 tp = tiempo base, en horas.

Los hidrogramas unitarios, correspondientes a un determinado volumen de lluvia neta caída en un intervalo de tiempo, obtenidos a partir de características físicas de la cuenca son comúnmente denominados hidrogramas unitarios sintéticos.

Conocidas las precipitaciones efectivas, para cada intervalo Δt , se procede al cálculo de los caudales de proyecto mediante el “álgebra de los hidrogramas” o sea, multiplicando las precipitaciones efectivas por las ordenadas del hidrograma unitario, reiteradas a intervalos de tiempo iguales al intervalo unitario considerado.

Según la ecuación de convolución discreta:

$$Q_n = \sum_{m=1}^{n \leq M} P_m \times U_{n-m+1}$$

En $n \leq M$ como límite superior de la sumatoria muestra que los términos se suman para $m = 1, 2, \dots, n$, siempre que $n \leq M$ (siendo M los pulsos de tasa constante en términos genéricos si $n > M$ la sumatoria se limita a $m=1, 2, \dots, M$ el valor de $U_{n-m+1} = h[(n-m-1) \cdot \Delta t]$

Donde:

$$U_n: h[n \cdot \Delta t]$$

$$U_{n-1}: h[(n-1) \cdot \Delta t]$$

$$U_{n-M+1} = h[(n-M+1) \cdot \Delta t]$$

Los valores de las descargas del hidrograma de proyecto, estarán dadas por una ecuación de la siguiente forma:

$$Q_n = P_e \times q_1 + P_{e_{y-1}} \times q_2 + \dots + P_e \times q_i$$

Tabla 7 Cálculo de caudales por el método del Hidrograma Unitario Triangular.

DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

CALCULO DEL CAUDAL DE DERRAME DE LAS CUENCAS

Metodología para Cuencas $< 2,00\text{km}^2$ - Método Racional

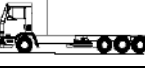
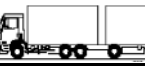
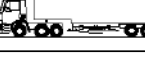
Metodología para Cuencas $> 2,00\text{km}^2$ - Hidrograma Unitario Triangular

Características de la Cuenca																		
Cuenca				Area	Long	Cota Alta	Cota Baja	Desniv	Coef. Esc	T _C	T _R	I 10	Q	Sentido de Cruce	Sección	Qp	Qp	
Nº	De Prog	A Prog	Ubicación Obra	(Km ²)	(m)	m	m	(m)		(min)	(Años)	(mm/h)	(m3/s)			(m3/s)	(m3/s)	
C1b	0+400	1+400	0+465	2.17	3410	200.8	140.8	60	HUT - C1C (25 años)				8,75	ID	ACHA 2 1,5 X 1,5	9.40	9.40	
C2b	3+600	4+435	3+944	3.27	3809	208.4	136,78	71.62	HUT - C2B (25 años)				12,92	ID	ACHA 1 2,0 X 2,0	9.65	14,35	
			4+003												ID	ACHA 1 1,5 X 1,5		4,70
C3b	5+100	5+780	5+560	3.49	4049	196.5	138,6	57.9	HUT - C3b (25 años)				13,08	ID	ACHA 1 2,0 X 2,0	9.65	16,45	
C3b	5+780	6+120	5+955												ID	ACHA 2 1,0 X 1,0		3.40
C3b	6+120	7+620	6+370												ID	ACHA 2 1,0 X 1,0		3.40

2.5 ESTUDIOS DE TRÁNSITO

Para el Estudio se han realizado trabajos de campo con el objetivo de relevar los flujos actuales y las posibles derivaciones al tramo del proyecto. Para determinar la ubicación específica de los sitios de aforo se efectuaron recorridos previos de la zona de estudio de manera a seleccionar un punto representativo del tráfico.

La metodología utilizada fue la de conteos manuales por observación directa del censista. La planilla utilizada se presenta a continuación. En esta planilla se registraron la cantidad de los diferentes tipos de vehículos que el censista ha podido observar en la vía, discriminando la información de acuerdo al tipo de vehículo.

Calle o Avenida: _____		Día de la Semana: _____		Operador: _____		Hora desde _____	
Sentido: _____		Fecha: _____		Supervisor: _____		Hasta _____	
Automóviles y Camionetas							Total:
Ombibus y buses							Total:
Camión sin Acoplado Simple							Total:
Camión sin acoplado Doble eje							Total:
Camión sin acoplado Triple eje							Total:
Camión Con Acoplado							Total:
Semi-remolque Simple							Total:
Semi-Remolque Doble Eje							Total:
Semi-Remolque Triple Eje							Total:

Con los datos de conteos se obtuvo el Tránsito medio diario anual (TMDA) de cada tipo de vehículo y se calculó el TMDA acumulado para un periodo de diseño de 10 años considerando la correspondiente tasa de crecimiento utilizando la siguiente ecuación.

$$TMDA_{A(n, i)} = TMDA_{año 1} \times \frac{[(1 + i)^n - 1]}{i} \times 365$$

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

A efectos del diseño de la estructura del pavimento, se calcularon los Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño considerando el Factor de Ejes Equivalentes de cada tipo de vehículo utilizando la siguiente ecuación exponencial.

$$FEE = (\text{Peso Eje}_i / \text{Peso Eje Estándar})^n$$

Siendo $n = 4.3$ para pavimentos flexibles

Siendo $n = 4.25$ para pavimentos rígidos

Las cargas consideradas en los vehículos cargados se corresponden con las cargas máximas por eje permitidas por la legislación vigente, de acuerdo al siguiente cuadro:

Lmites de Pesos para la red vial del Paraguay		
EJE	RODADO	LMITE (ton)
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



2.6 DISEÑO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL

2.6.1 Verificación Estructural del Pavimento Flexible por el Método AASHTO

El siguiente método de diseño adoptado para el diseño estructural del pavimento, corresponde al AASHTO 93 siguiendo las recomendaciones establecidas en el AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES”, para pavimentos flexibles y rígidos.

El procedimiento implica básicamente, 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 de los productos de los espesores por sus correspondientes coeficientes estructurales satisfaga los números estructurales calculados.

Confiabilidad y Desviación estándar

La siguiente tabla indica los valores recomendados por el Manual AASHTO/93 [9] 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

Considerando los valores recomendados por la tabla, adoptamos:

- Desviación estándar combinado; **0.44**
- Nivel de confiabilidad adoptado: **0.80**

Serviciabilidad

El pavimento se diseña para que sirva por un determinado lapso llamado vida de diseño, que se refiere al periodo durante el cual la serviciabilidad se mantiene dentro de ciertos límites. La ecuación de diseño establece un estado inicial del pavimento (p_i) y un nivel de deterioro considerado como final (p_f)

Para este proyecto se adoptaron los siguientes valores:

- *Indice de Serviabilidad Inicial:* 4.2
- *Indice de Serviabilidad Final:* 2.2

Módulo Resiliente de la Subrasante (MR)

El Método AASHTO 93 caracteriza las propiedades de los suelos de la subrasante a través del denominado Módulo Resiliente Efectivo (M_R).

A los efectos de adoptar el valor del Modulo Resiliente Efectivo de Proyecto, se utilizan métodos indirectos a través de fórmulas que relaciona el M_R con el ensayo CBR, para el efecto se utilizaron las siguientes fórmulas desarrolladas por el TRRL [10].

$$Mr = 17,6 \times CBR^{0,64} (MPa) \quad 2 < CBR < 12$$

$$Mr = 22,1 \times CBR^{0,55} (MPa) \quad 12 \leq CBR < 80$$

Módulo Resiliente de la subrasante con capa de mejoramiento

El módulo elástico de una capa no tratada no es independiente de la capa subyacente, siendo necesario el cálculo del módulo elástico resultante del conjunto subrasante + capa de mejoramiento.

Para el cálculo del módulo resultante del suelo de fundación con subrasante mejorada, se utilizó el siguiente procedimiento para determinar el módulo resiliente de una subrasante que incluye una capa superior de mejoramiento de acuerdo a la siguiente fórmula propuesta en el Manual de carreteras de Paraguay [7].

$$M_{Rd} = F \cdot M_{R0} \quad (\text{ec. 3.604.105.4})$$

$$1/F = \frac{0.125}{\left[0.0156 + h^2 \left(\frac{M_{R1}}{M_{R0}} \right)^{2/3} \right]^{1/2}} \left(1 - \frac{M_{R0}}{M_{R1}} \right) + \frac{M_{R0}}{M_{R1}}$$

Donde:

- M_{Rd} : módulo resiliente de diseño (MPa)
- M_{R0} : módulo resiliente de la subrasante (MPa)
- M_{R1} : módulo resiliente de la capa de mejoramiento (MPa)
- h : espesor de la capa de mejoramiento (m)

Coeficiente de Capa y de Drenaje

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

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Donde:

a_1 y a_n = Coeficiente de capa de las mezclas asfálticas y de las bases

D_1 y D_n = 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:

Coeficientes estructurales de las capas

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.

Carpeta de Concreto Asfáltico

Para una carpeta de concreto asfáltico, con una estabilidad igual o mayor a 9000 Newton (917 kg), se adopta un coeficiente estructural $a_1 = 0,44$ cm.

Para una carpeta de concreto asfáltico, con una estabilidad igual o mayor a 8000 Newton (815 kg), se adopta un coeficiente estructural $a_1 = 0,41$ cm.

Bases estabilizadas granulométricamente

Para bases granulares se utiliza la siguiente fórmula que relaciona el coeficiente de capa con el ensayo CBR:

$$a_2 = 0,032 \cdot (\text{CBR})^{0,32}$$

Para una base estabilizada granulométricamente (piedra triturada) con CBR igual o mayor a 100%, se adopta un coeficiente estructural $a_2 = 0,14$ cm.

Sub Bases

Para sub bases granulares se utiliza la siguiente fórmula que relaciona el coeficiente de capa con el ensayo CBR:

$$a_3 = 0,058 \cdot (\text{CBR})^{0,19}$$

Para una sub base estabilizada de suelo agregado con CBR igual o mayor a 80%, se adopta un coeficiente estructural $a_3 = 0,13$ cm.

“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”
 DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

Para sub bases estabilizadas con cemento se utiliza la siguiente fórmula que relaciona el coeficiente de capa con el ensayo de Resistencia a la Compresión Simple

$$a_2 = 0,0918 \cdot (f_c)^{0,514}$$

Para una sub base estabilizada con cemento con una resistencia a la compresión simple de 1.8 MPa, se adopta un coeficiente estructural $a_3 = 0,11$ cm.

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 considerando las condiciones de drenaje del proyecto:

- $m_2 = 1$
- $m_3 = 1$

Cálculo del Número Estructural (SN)

El Método de diseño para pavimentos flexibles utilizado está basado en el Método AASHTO versión 1993. La fórmula general de diseño relaciona la cantidad de ejes equivalentes de 18.000 lbs. (EE) con el Número Estructural y el Nivel de Confianza, de manera que la estructura experimente una pérdida de serviceabilidad determinada.

La Fórmula general es la siguiente:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{p_i - p_f}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} +$$

$$2.32 \times \log_{10}[M_R] - 8.07$$

“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”
 DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

W_{18} = Ejes equivalentes de diseño a_1 = Coeficiente Estructural
 SN = Numero Estructural (in) M_r = Módulo resiliente
 p_i = Índice de serviciabilidad inicial Z_r = Nivel de Confiabilidad
 p_f = Índice de serviciabilidad final S_o = Desviación Estándar Combinada
 m_i = Coeficiente de drenaje

2.6.2 Diseño geométrico

El diseño geométrico se definió para una velocidad directriz de 80 km/h. Sin embargo, en determinados sectores, debido a restricciones de disponibilidad de espacio y a la imposibilidad de ocupar áreas de propiedad privada, fue necesario reducir la velocidad de proyecto y ajustar los radios de curvatura, a fin de garantizar la funcionalidad y la seguridad vial dentro de las limitaciones existentes.

Tabla 8: Características asociadas por tipo de red y categoría.

RED	PRIMARIA									SECUNDARIA			TERCIARIA					
CATEGORÍA	AUTOPISTA			MULTICARRIL			BIDIRECCIONAL			COLECTOR			LOCAL			DESARROLLO		
VELOCIDAD DE PROYECTO	120	100	80	100	90	80	100	90	80	80	70	60	80	70	50*	50	40	30*
TIPO DE TOPOGRAFÍA	LL	ON	CO	LL	ON	CO	LL	ON	CO	LL	ON	CO	LL	ON	CO	LL	ON	CO
DIRECCIÓN DE TRÁNSITO	UNIDIRECCIONAL			UNIDIRECCIONAL			UNIDIRECCIONAL O BIDIRECCIONAL			UNIDIRECCIONAL O BIDIRECCIONAL			BIDIRECCIONAL			BIDIRECCIONAL		
CONTROL DE ACCESO	CONTROL TOTAL			CONTROL TOTAL			CONTROL PARCIAL			CONTROL PARCIAL			SIN CONTROL			SIN CONTROL		
NIVEL DE SERVICIO	A, B, C			B, C, D						C, D			NO APLICABLE					
VOLUMEN TÍPICO DE TRÁNSITO AL AÑO INICIAL (TPDA)	UD > 8.000			UD > 3.000			UD > 2.000 BD > 1.000			UD > CASO ESPECIAL BD > 500			VARIABLE SEGÚN ACTIVIDAD PRODUCTIVA					
INTERACCIÓN VIAL	AUTOPISTAS MULTICARRIL BIDIRECCIONAL			AUTOPISTAS MULTICARRIL BIDIRECCIONAL COLECTORES			AUTOPISTAS MULTICARRIL BIDIRECCIONAL COLECTORES LOCALES			TODOS			COLECTORES LOCALES DESARROLLO			COLECTORES LOCALES DESARROLLO		
TIPO DE CONEXIÓN	ENLACE			ENLACE DISTRIBUIDOR			ENLACE DISTRIBUIDOR INTERSECCIONES			TODOS			INTERSECCIÓN ACCESO DIRECTO			ACCESO DIRECTO		
* Menor que las velocidades establecidas para sectores puntuales conflictivos																		

Fuente: Manual de Carreteras del Paraguay – MOPC, 1ª edición, 2011.

2.6.3 Parámetros de diseño.

Los parámetros para el dimensionamiento del tramo son los siguientes:

Tabla 9: Parámetros para el Diseño Geométrico.

Parámetro de diseño geométrico	Categoría
	Secundarias
Velocidad directriz	80 Km/h
Velocidad directriz en intersecciones	40 Km/h
Radio de curvatura mínimo	250 m
Pendiente longitudinal máxima	5%
Ancho de calzada	7,00 m
Bombeo de la calzada	3%
Peralte máximo	6%
Ancho de banquetas	1,50 m
Bombeo de banquetas	4%
Inclinación de los taludes del terraplén	para alturas $h \leq 2,00$ m → H=3:V=1; para alturas $h > 2,00$ m → H=2:V=1
Franja de dominio público	30,00 m

Fuente: DCV-MPOC Términos de Referencia de Contrato.

Trazado Planimétrico

Los elementos del trazado en planta están compuestos por una sucesión de elementos curvos, que cumplen relaciones específicas establecidas, y de aquellos tramos con alineamientos rectos de enlace que sean necesarios.

Alineamientos rectos

- **Longitudes máximas en recta**

Se procurará evitar rectas superiores a $L_r \text{ (m)} = 20 V_p \text{ (km/h)}$.

- **Longitudes mínimas en recta**

Se debe distinguir las situaciones asociadas a curvas sucesivas en distinto sentido o curvas en “S” de aquellas correspondientes a curvas en el mismo sentido.

- **Curvas en S**

En nuevos trazados deberá existir coincidencia entre el término de la clotoide de la primera curva y el inicio de la clotoide de la segunda curva.

En recuperaciones y Zonas de cambio de estándar, si lo expuesto precedentemente no es posible, se podrá aceptar tramos rectos intermedios de una longitud no mayor que:

$$L_{rs} \max + 0,08 * (A1 + A2)$$

Siendo A1 y A2 los parámetros de las clotoides respectivas.

Tramos rectos intermedios de mayor longitud, deberán alcanzar o superar los mínimos que se señalan en la siguiente Tabla, los que responden a una mejor definición óptica del conjunto que ya no opera como una curva en S propiamente, y están dados por:

$$L_r \text{ min} = 1,4 * V_p$$

Tabla 10: LR Min entre curvas de distinto sentido

V_p (Km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
L_r (m)	56	70	84	98	112	126	140	154	168

- **Tramo recto entre curvas en el mismo sentido**

Por condiciones de guiado óptico es necesario evitar las rectas excesivamente cortas entre curvas en el mismo sentido, en especial en terreno llano y ondulado suave con velocidades de proyecto medias y altas. La siguiente tabla entrega los valores deseables y mínimos según tipo de terreno y V_p.

Tabla 11: LR Min entre curvas del mismo sentido

V_p (Km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Terreno Llano y Ondulado	-	110/55	140/70	170/85	195/98	220/110	250/125	280/150	305/190	330/250
Terreno Montañoso	25	55/30	70/40	85/50	98/65	110/90				

Los valores indicados corresponden a Deseables y Mínimos.

- **Curvas Circulares**

En relación con las curvas circulares de la traza, el Manual de Diseño Geométrico indica cuanto sigue.

Tabla 12: Radios mínimos absolutos en curvas horizontales

“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”
 DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

Vp Km/h	e _{máx} %	f	R _{mín} m
Caminos: Colector - Local - Desarrollo			
30	7	0,215	25
40	7	0,198	50
50	7	0,182	80
60	7	0,165	120
70	7	0,149	180
80	7	0,132	250
Carreteras: Autopista - Multicarril - Bidireccional			
80	8	0,122	250
90	8	0,114	330
100	8	0,105	425
110	8	0,096	540
120	8	0,087	700

Por otra parte, para el diseño de las curvas circulares no solo se tiene en cuenta la velocidad de proyecto, sino que también la V_{85} , la cual es también dependiente del tramo precedente a la curva.

Para los rangos de Velocidades de Proyecto (V_P) y la longitud del tramo en recta (L_r) que se definen en la siguiente tabla, la $v_{85\%}$ dependerá de:

Tabla 13: Criterios de predicción de la $V_{85\%}$ en función de V_P y L_r para V_P entre 40 y 120 km/h

SITUACIONES POSIBLE		V85% DETERMINADA SEGÚN
Caso I	$L_r (m) > 400$	Longitud de la recta
Caso II	$L_r (m) \leq 400$	La característica de la configuración precedente y la relación de los radios de las curvas de entrada y salida

Caso I: Para el caso en que la longitud de recta es mayor a 400 m, en la *Tabla 3.1_ 8* se indican las $V_{85\%}$

Tabla 14: $V_{85\%}$ al final de una recta segun longitud y velocidad de proyecto

V Proyecto km/h	40	50	60	70	80	90	100	120
$400 \text{ m} \leq L_r \leq 600 \text{ m}$	50	60	70	80	90	100	110	125
$L_r > 600 \text{ m}$	60	70	80	90	100	110	115	130

Tabla 15: $V_{85\%}$ Velocidad especifica en curvas horizontales

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

PRIMARIAS AUTOPISTA – MULTICARRIL – BIDIRECCIONALES				SECUNDARIAS Y Terciarias COLECTOR – LOCAL – DESARROLLO			
R (m)	e (%)	Ve (km/h)	f	R (m)	e (%)	Ve (km/h)	f
250	8,0	80,1	0,122	25	7,0	30,1	0,215
300	8,0	86,6	0,117	30	7,0	32,7	0,211
330	8,0	90,1	0,114	40	7,0	37,2	0,203
350	8,0	82,3	0,112	50	7,0	41,1	0,197
400	8,0	97,5	0,107	60	7,0	44,6	0,191
425	8,0	99,9	0,105	70	7,0	47,7	0,186
450	8,0	102,2	0,103	80	7,0	50,5	0,181
500	8,0	106,6	0,099	90	7,0	53,1	0,177
540	8,0	109,9	0,096	100	7,0	55,5	0,173
550	8,0	110,7	0,095	120	7,0	59,9	0,166
600	8,0	114,5	0,092	150	7,0	65,6	0,156
650	8,0	118,1	0,089	180	7,0	70,6	0,148
700	8,0	121,4	0,086	200	7,0	73,5	0,143
720	7,9	122,5	0,085	220	7,0	76,3	0,138
750	7,8	124,1	0,084	250	7,0	80,1	0,132
800	7,5	126,2	0,082	300	7,0	84,7	0,118
850	7,2	128,1	0,080	350	7,0	90,3	0,113
900	7,0	130,2	0,078	400	6,6	94,5	0,110
950	6,7	> 130	0,077	450	6,3	97,9	0,107
1000	6,5	> 130	0,075	500	5,7	101,1	0,104
1200	5,7	> 130	0,070	550	5,4	104,1	0,101
1500	4,8	> 130	0,064	600	5,1	106,8	0,099
1800	4,2	> 130	0,059	700	4,5	> 110	0,095
2000	3,8	> 130	0,056	800	4,1	> 110	0,091
2200	3,6	> 130	0,054	900	3,8	> 110	0,087
2500	3,2	> 130	0,050	1000	3,5	> 110	0,084
2800	3,0	> 130	0,047	1200	3,1	> 110	0,079
3000	2,8	> 130	0,045	1500	2,7	> 110	0,072
3500	2,5	> 130	0,041	1800	2,4	> 110	0,066
4000	2,3	> 130	0,038	2000	2,3	> 110	0,063
4500	2,1	> 130	0,035	2500	2,0	> 110	0,056
5000	2,0	> 130	0,032	3000	2,0	> 110	0,050
7000	2,0	> 130	0,022	3200	2,0	> 110	0,047

Por otra parte, las curvas horizontales no deben tener solo un radio mínimo establecido, sino que además deben contar con un desarrollo mínimo a efectos de consistencia de diseño. Según el Manual de Carreteras el desarrollo mínimo es el indicado en la siguiente tabla:

Tabla 16: Desarrollo mínimo para curvas circulares de radio mínimo

Vp (Km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
$\omega = 9^\circ$	7	12	17	26	35	47	60	76	100
$\omega = 20^\circ$	16	26	38	57	78	104	134	170	220

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

Deflexiones Totales con $\omega < 6g$. En estos casos se deben usar curvas circulares de radios muy amplios, que aseguren desarrollos mínimos del orden de los indicados en la *Tabla 17* No se podrán usar curvas de transición pues el término $(\omega - 2t)$ se hace negativo y no existe solución para el conjunto clotoide – arco circular.

Tabla 17: Desarrollos mínimos para deflexiones $\omega < 6g$

Vp (Km/h)	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
40 - 60	140	125	115	100	90
70 - 90	205	190	170	150	130
100 - 120	275	250	225	200	175

En trazados nuevos no se aceptarán deflexiones de menos de 2g.

En el análisis del trazado se identificaron varios sectores donde los radios de curvatura resultan inferiores a los requeridos para mantener la velocidad de diseño prevista. Estas limitaciones derivadas principalmente de la falta de espacio disponible y de la restricción de no invadir propiedades privadas impiden ampliar los radios en esos tramos, por lo que fue necesario reducir la velocidad de diseño para adecuarla a las condiciones geométricas existentes. A continuación, se presentan los sectores donde se muestran estas situaciones.

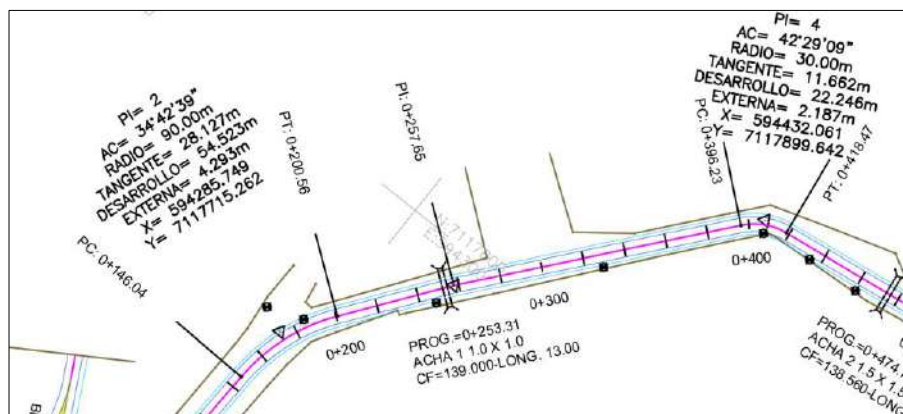


Ilustración 10: Sector de restricciones geométricas

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

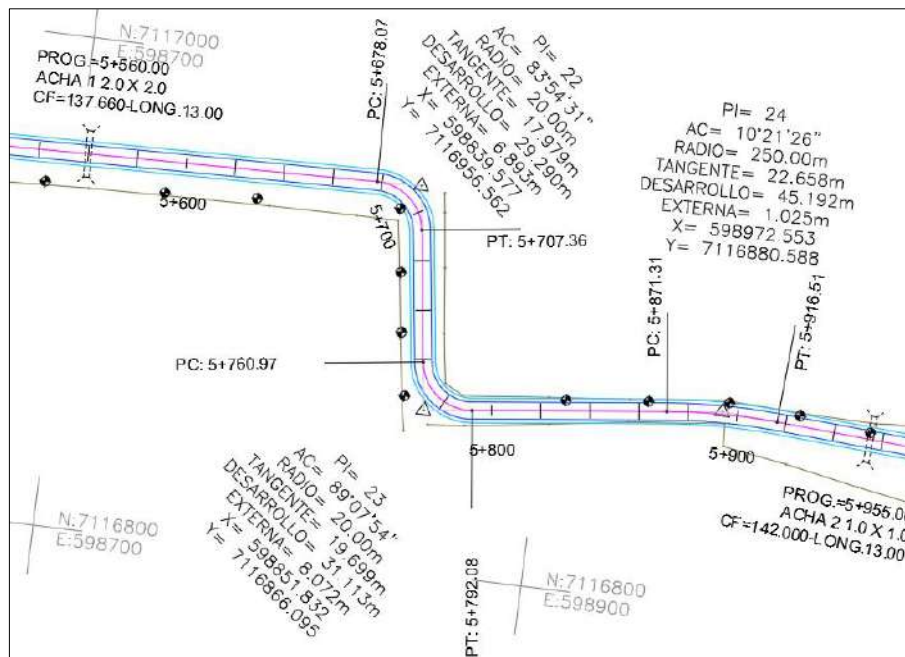


Ilustración 11: Sector de restricciones geometricas

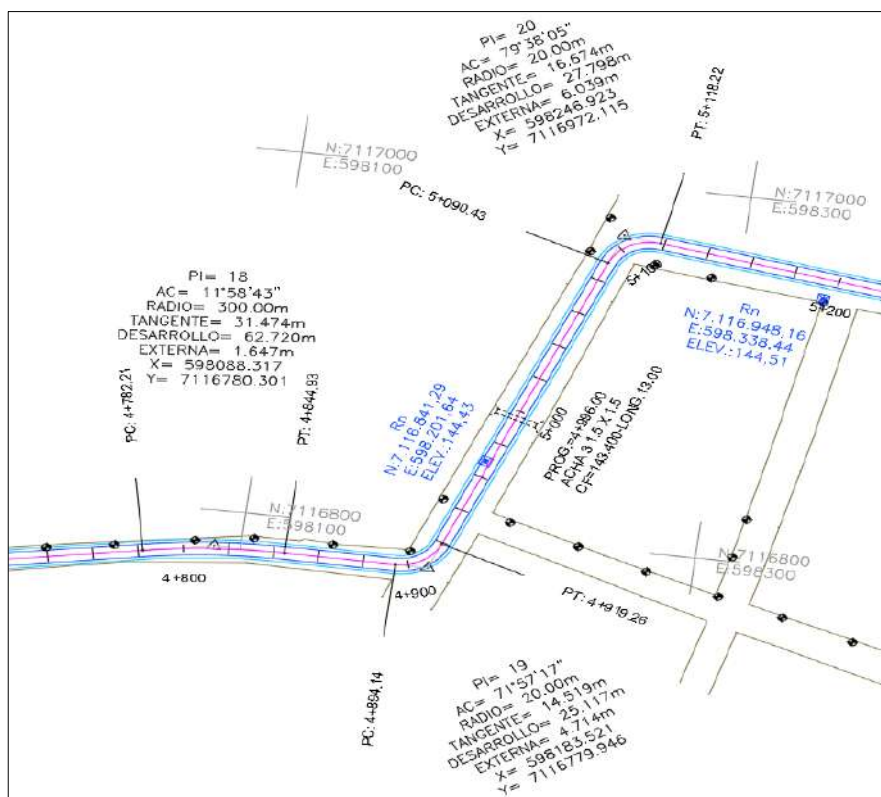


Ilustración 12: Sector de restricciones geométricas

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

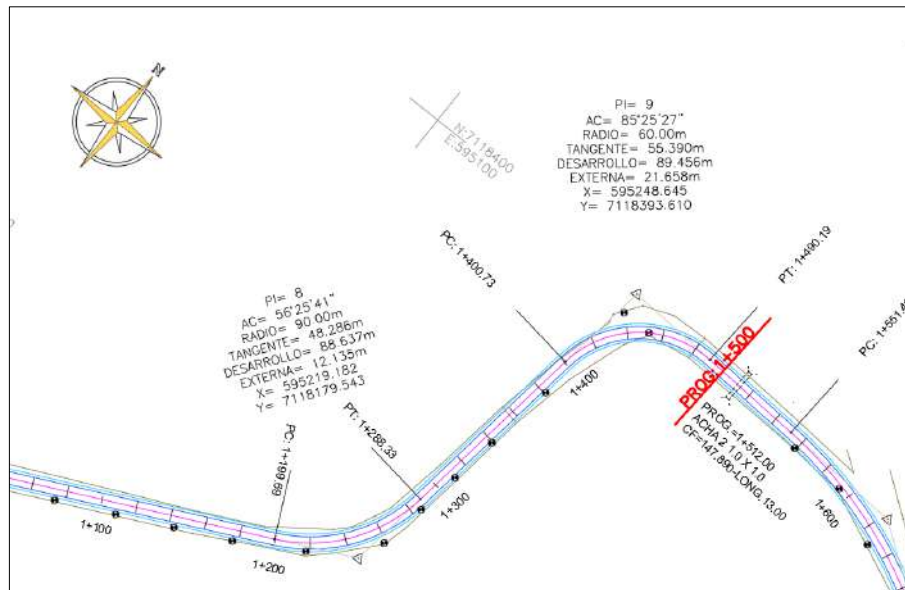


Ilustración 13: Sector de restricciones geométricas

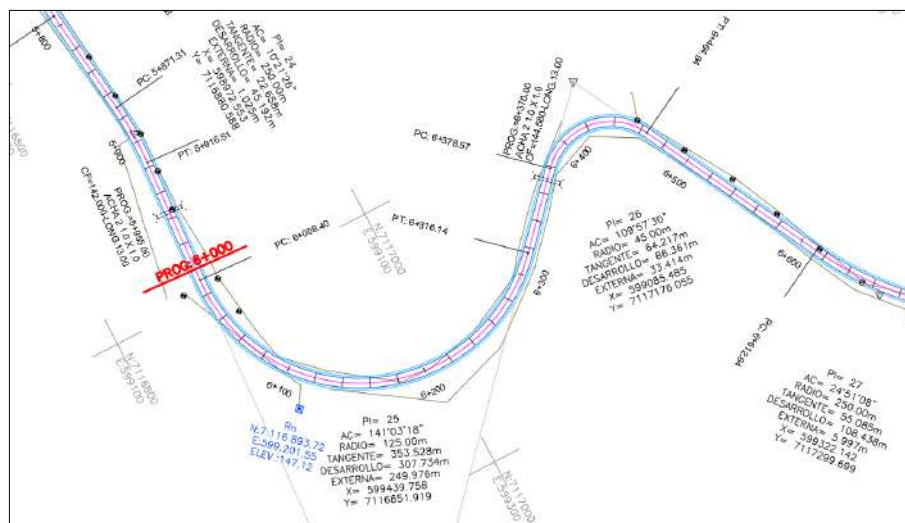


Ilustración 14: Sector de restricciones geométricas

2.6.4 Trazado Altimétrico

El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la corona o superficie terminada de la plataforma vial. Al eje de la corona en alineamiento vertical se le llama línea rasante. Los elementos que integran el trazado altimétrico son las tangentes y las curvas verticales.

- **Tangentes**

El Manual de carreteras establece las siguientes pendientes máximas de tangentes en función al tipo de terreno y la velocidad de proyecto.

Tabla 18: Relación entre pendiente maxima y velocidad de proyecto

TIPO DE TERRENO	PENDIENTE MÁXIMA (%) EN RELACION A LA Vp						
	50	60	70	80	90	100	110
LLANO	6	5	4	4	3	3	3
ONDULADO	7	6	5	5	4	4	4
MONTAÑOSO	9	8	7	7	6	5	5

El proyecto específico se desarrolla en un tipo de terreno ondulado.

- **Curvas verticales**

Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida.

Para el diseño de alineamientos verticales se deben utilizar los valores de velocidad V^* , que de acuerdo con el Manual de Carreteras son los siguientes:

- Alineaciones Rectas que incluyen una Curva Vertical Convexa que limita la visibilidad y Curvas Horizontales precedidas por una recta, con o sin Curva Vertical Convexa:	
Si: $400 \text{ m} < L_r \leq 600 \text{ m}$	$V^* = V_p + 5 \text{ km/h}$
$L_r > 600 \text{ m}$	$V^* = V_p + 10 \text{ km/h}$

En la adecuación del diseño fueron ajustadas aquellas posibles y para las demás se ha modificado la velocidad de proyecto de modo a garantizar la seguridad de la circulación.

2.6.5 Sección transversal de la carretera

Actualmente, la carretera posee una calzada de 6,00 ms de ancho sin pavimentar, con un ancho de franja de dominio variable de 20 a 30 metros.

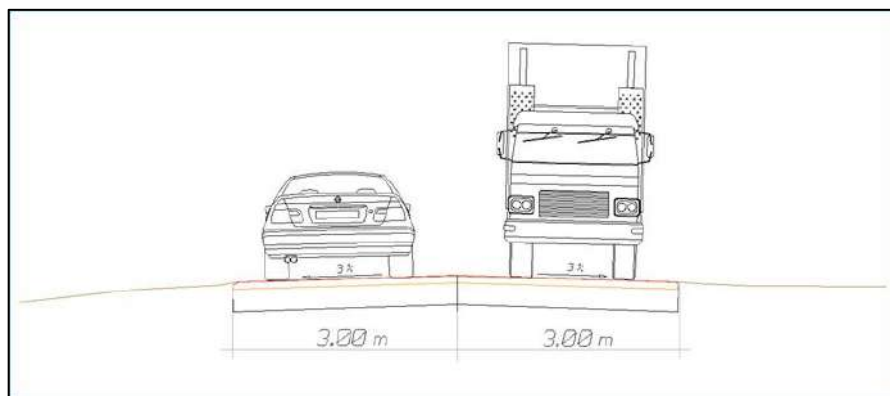


Ilustración 15 Sección transversal actual.

2.6.6 Sección transversal en áreas rurales

El proyecto desarrollado contempla la adecuación de la sección transversal, la misma incluye:

- Calzada de 7 metros.
- Banquina de 1,5 metros.
- Franja de Dominio 30 metros

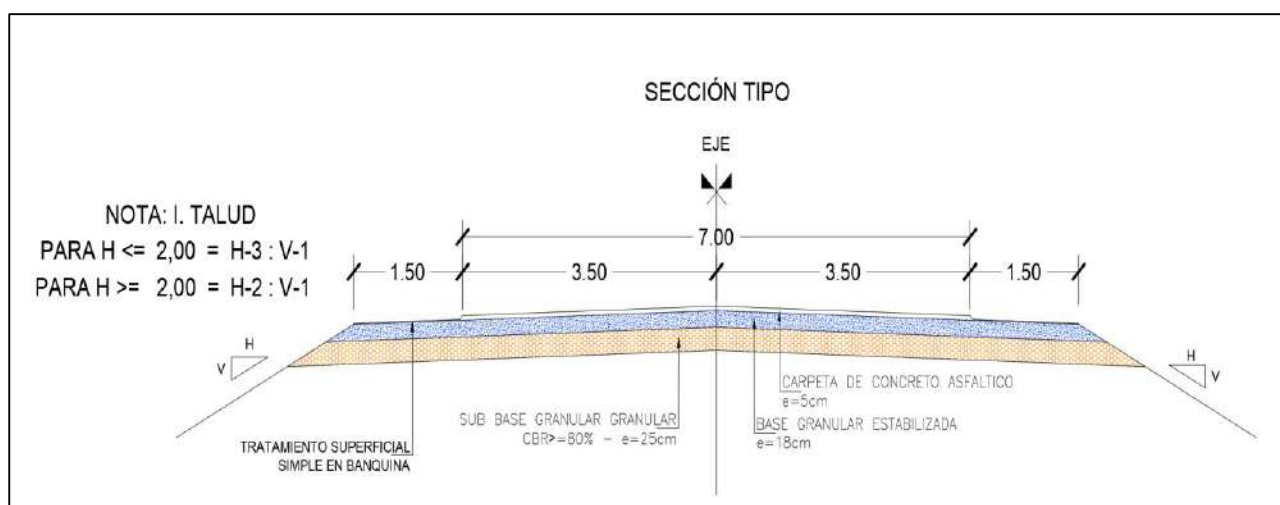


Ilustración 16 Sección transversal

CAPITULO III

3.1 ANALISIS ECONÓMICO

3.1.1 Diseño de obras complementarias

Los proyectos de obras complementarias contemplan la construcción de alambrados en lugares que falten para la protección de la franja de dominio y de la infraestructura y superestructura de la vía.

Como complementación para la protección de la vía, se indica el revestimiento vegetal en los eventuales taludes de corte y terraplén y en las áreas de préstamo y de material de desecho, además lo recomendado por los estudios de Impacto Ambiental.

Los servicios que componen las obras complementarias son los siguientes:

- Protección de taludes (Cobertura de Césped)
- Señalizaciones (vertical y horizontal)
- Protección forestal de Áreas de Préstamos
- Traslado de Columnas de Líneas Eléctricas
- Reposición de cañerías de aguas
- Traslado y construcción de alambradas
- Elementos Reflectivos (Tachas y tachones Reflectivos)
- Cordón de Hormigón simple
- Pórtico de Señalización
- Postes de Kilometraje

La protección de taludes fue prevista de modo a lograr el control de la erosión de los suelos, la preservación de las banquetas y la protección de los taludes de las vías.

Fue prevista la Señalización Vertical, diseñándose señales preventivas, reglamentarias e informativas.

Fue prevista la ejecución de Señalización Horizontal en todo el tramo cuyas especificaciones consideran la normativa nacional e internacional correspondiente a la categoría de la vía proyectada.

Fue prevista la construcción de Mojoneros de Kilometraje cada kilómetro.

3.1.2 INFORME DE COSTOS DE EXPROPIACIÓN

Estudio De Factibilidad: **Santa María – Pindoju – Durazno**

Fecha: 15 de diciembre de 2025

REFERENCIA DE PRECIOS DE MERCADO

En este capítulo se presentan los valores de referencia de terrenos en la zona de influencia del proyecto, con base en anuncios de venta publicados en medios digitales e inmobiliarias locales.

Anuncios de referencia

- **Anuncio 1: FACEBOOK.** Propiedad de 10.7 hectáreas en Abaí.



“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

- **Anuncio 2: CLASIPAR.** Propiedad de 16.75 hectáreas en Abaí.



- **Anuncio 3: INMOBILIARA CATER** – Venta de 8,5 hectáreas en Abaí



Análisis de precios

Se promedian los precios a valor unitario por hectárea para permitir la comparación:

Fuente	Precio	Área (ha)	Precio/Hectárea	Localidad
Facebook	480.000.000	10,7	44.859.813	Abaí
Clasipar	708.025.500	16,75	42.270.179	Abaí
Inmobiliaria CATER	750.000.000	8,5	88.235.294	Abaí
			58.455.095	Gs/ha

Promedio de referencia: 58.455.095 Gs./ha

ÁREAS POR EXPROPIAR

Identificación de sectores

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

Se detallan los tramos del proyecto donde corresponde realizar expropiaciones. Las áreas se presentan por progresivas, con imágenes ilustrativas.

- **1+400 al 1+500**



- **6+160 al 6+240**



- **6+800 al 6+880**

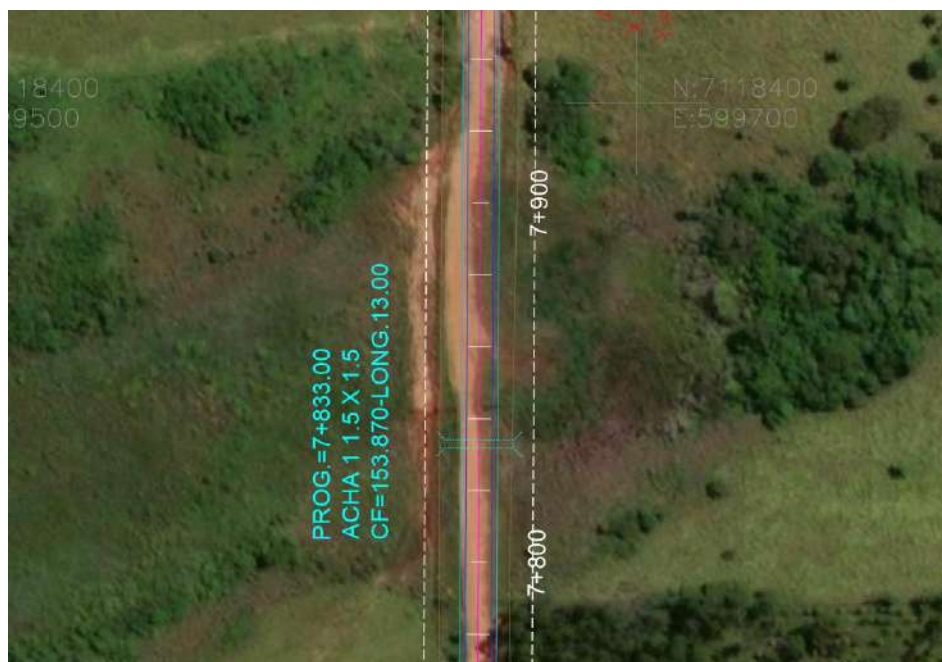


**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

- **7+020 al 7+140**



- **7+840 al 7+920**



3.1.3 PRESUPUESTO DE LA EXPROPIACIÓN

Metodología de cálculo

El presupuesto se determina multiplicando el área total a expropiar por el valor promedio de mercado obtenido anteriormente.

Presupuesto detallado

PROGRESIVAS		LONGITUD	AREA		PRECIO GS/HA	COSTO
DESDE	HASTA		m2	ha		
1+400	1+500	100	3.000	0,3	58.455.095	\$ 17.536.529
6+160	6+240	80	2.400	0,24	58.455.095	\$ 14.029.223
6+800	6+880	80	2.400	0,24	58.455.095	\$ 14.029.223
7+020	7+140	120	3.600	0,36	58.455.095	\$ 21.043.834
7+840	7+920	80	2.400	0,24	58.455.095	\$ 14.029.223
0+000	11+100	11100	103.008	10,3008	58.455.095	\$ 602.134.243
				Total Ha	11,6808	TOTAL GS
						\$ 682.802.274
					TOTAL USD	USD 98.671

Presupuesto total de expropiación

Monto total estimado: **682.802.274 Gs.**

CONCLUSIONES

- El valor promedio de referencia de mercado en la zona es de **58.455.095 Gs/ha.**
- El área total por expropiar asciende a **11.68 ha**, distribuidas a lo largo de la traza del proyecto.
- El presupuesto total estimado para la expropiación es de **G 682.802.274 Gs**, o su equivalente en dólares de **USD 98.671**

3.1.4 Cómputos, costos y presupuesto

3.1.5 Cómputos métricos de obra

Los cómputos métricos de los ítems, que componen la planilla de cantidades de las obras proyectadas, fueron realizados en base a la geometría de las secciones transversales del paquete estructural del pavimento, a la planialtimetría del proyecto, inventario de obras existentes y listado de obras proyectadas.

El cómputo métrico de los diferentes ítems es presentado en el **Anexo: Cantidades y Costos.**

3.1.6 Análisis de precios unitarios

Los estudios para determinar los Precios Unitarios se realizaron considerando el listado de ítems, teniendo en cuenta el rendimiento individual y del grupo de actividades, análisis de costos horarios de posesión/operación de máquinas (costos de depreciación, seguros interesados, combustibles, lubricantes, repuestos, mantenimientos) y la mano de obra considerando la estructura salarial de los diferentes niveles de mano de obra a ser utilizada en la construcción. Se ha incluido en el análisis de precios unitarios el costo de los materiales y el transporte de los mismos considerando distancias medias establecidas con base en la ubicación de la fuente de provisión.

Con todos estos elementos, se determinaron los precios unitarios para cada ítem de construcción de obra, en los cuales se incluyó un porcentaje por concepto de gastos generales de 15% previamente analizado en detalle y de 15% en concepto de utilidades.

Para la adquisición de equipos e insumos importados, se ha considerado que, al mes de diciembre del 2025, 1 u\$s es equivalente a 6.920 Gs.

Los costos unitarios de los insumos y recursos componentes de los precios unitarios de cada ítem de obra fueron considerados sin IVA, el mismo es agregado al final de la planilla de presupuesto de obra.

En los análisis se tomaron en cuenta los costos de construcción calculados a precios actualizados, presentados en costos económicos.

Las planillas de precio unitarios son presentadas en el **Anexo: Cantidades y Costos**.

3.1.7 Presupuesto de obra

Los Presupuestos se obtuvieron en correspondencia con la intervención a realizar, por multiplicación de los precios unitarios y las cantidades de obra correspondientes. En él, se incluyen las inversiones relacionadas con la estructura del pavimento, movimiento de suelo, obras complementarias y dispositivos de seguridad vial.

Los Presupuestos de obra son presentado en el Anexo Cantidades y costos; el resumen de los mismos se presenta a continuación.

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

CODIGO	TRAMO	LONGITUD REAL (Km)	COSTO DE OBRA USD
T1.A1	Alternativa 01	11.13	4.857.191
T1.A2	Alternativa 02	11.13	4.771.395
T1.A3	Alternativa 03	11.13	5.313.427

Finalmente se optó por la alternativa 02 por que ofrece una buena relación entre costo inicial, durabilidad y facilidad de mantenimiento, especialmente para caminos con transito bajo a medio.

Además, es una solución ampliamente utilizada en el país, con disponibilidad de materiales, mano de obra y experiencia local, lo que reduce riesgos constructivos.

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

OBRA: SANTA MARÍA - PINDOJU - DURAZNO						
ALTERNATIVA 1						
TRABAJO FINAL DE GRADO						
PLANILLA DE CÓMPUTO MÉTRICO Y PRESUPUESTO						
Nº ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	COSTOS	%
	MOVILIZACION					3,84%
101	Movilización y Desmovilización	gl	1,00	916.684.491	916.684.491	3,00%
103	Mantenimiento de Tránsito temporal y Seguridad Vial	gl	1,00	238.700.891	238.700.891	0,78%
104	Cartel de Obra	un	2,00	9.039.351	18.078.702	0,06%
	MOVIMIENTO DE SUELO					15,61%
201	Desbosque, Desbroce y Despeje	Ha	17,91	7.758.652	138.931.761	0,45%
202	Excavación no Clasificada	m3	0,00	26.976	0	0,00%
204	Excavación de Bolsones	m3	2.800,00	35.874	100.447.200	0,33%
205	Excavación de Zanjas de Drenaje	m3	461,85	32.458	14.990.727	0,05%
206	Terraplenes	m3	54.385,60	44.263	2.407.269.954	7,88%
207	Sub Rasante de suelo seleccionado (CBR=10%)	m3	41.106,32	51.314	2.109.329.540	6,90%
	REMOCIONES Y TRASLADOS					1,50%
301-a	Remoción de Obras de Arte	gl	1,00	41.948.464	41.948.464	0,14%
303	Traslado de Alambrados	m	11.136,00	16.047	178.699.392	0,58%
304	Traslado de Columnas Eléctricas	un	57,00	2.155.718	122.875.926	0,40%
305	Traslado de cañerías de agua	ml	2.784,00	40.951	114.007.584	0,37%
	PAVIMENTO					62,36%
402	Sub Base Suelo Agregado 70/30 (CBR=80%)	m3	25.032,61	189.245	4.737.297.112	15,50%
402-B	Sub Base Macadam Hidráulico (CBR ≥ 80%)	m3	0,00	156.130	0	0,00%
403	Base Granular Estabilizada 90/10 (CBR=100%)	m3	22.019,21	233.834	5.148.840.606	16,85%
407	Sub Base de suelo Estabilizado Químico y Cemento 2% (CBR≥80%)	m3		206.444	0	0,00%
502	Imprimación Asfáltica	m2	111.360,00	9.878	1.100.014.080	3,60%
503	Riego de Liga	m2	77.952,00	7.898	615.664.896	2,01%
504	Tratamiento Superficial Simple en Banquina	m2	33.408,00	17.232	575.686.656	1,88%
507	Carpeta de Concreto Asfáltico	m3	5.511,21	1.247.885	6.877.351.798	22,51%
704	Adoquines intertrabados esp: 8cm Fck 240 kg/cm2	m2	0,00	123.793	0	0,00%
	OBRAS DE ARTES					10,28%
802	Relleno Granular	m3	128,46	251.171	32.265.427	0,11%
803-D	Concreto fck=210 kg/cm2	m3		1.426.860	0	0,00%
804	Acero de Refuerzo	Kg		9.151	0	0,00%
806-C3	ATH * A ° 3Ø 1,20 m	m	33,00	7.088.542	233.921.886	0,77%
806-D1	ACH * A ° 1 1,00 x 1,00	m	15,00	3.586.320	53.794.800	0,18%
806-D2	ACH * A ° 2 1,00 x 1,00	m	85,00	5.633.936	478.884.560	1,57%
806-D3	ACH * A ° 3 1,00 x 1,00	m		7.614.441	0	0,00%
806-E1	ACH * A ° 1 1,50 x 1,50	m	50,00	4.711.907	235.595.350	0,77%
806-E2	ACH * A ° 2 1,50 x 1,50	m	22,00	7.580.197	166.764.334	0,55%
806-E3	ACH * A ° 3 1,50 x 1,50	m	15,00	10.455.610	156.834.150	0,51%
806-F1	ACH * A ° 1 2,00 x 2,00	m	35,00	7.822.012	273.770.420	0,90%
806-F2	ACH * A ° 2 2,00 x 2,00	m	15,00	10.015.264	150.228.960	0,49%
808	Cuneta revestida de Concreto	m3	935,26	1.404.037	1.313.142.453	4,30%
813	Disipadores de Energía	un	20,00	2.342.383	46.847.660	0,15%
	OBRAS COMPLEMENTARIAS					4,91%
1001	Señalización Vertical	m2	22,27	1.618.225	36.041.107	0,12%
1006-A	Pórticos de Señalización	un	2,00	62.110.399	124.220.798	0,41%
1007	Señalización Horizontal	m²	3.340,80	37.856	126.469.325	0,41%
1009-A	Tacha Reflectiva	un	1.856,00	58.478	108.535.168	0,36%
1009-B	Tachon Reflectivo	un		106.226	0	0,00%
1010	Postes de Kilometraje	un	12,00	602.980	7.235.760	0,02%
1103	Protección Vegetal de Taludes	m2	126.806,24	8.668	1.099.156.490	3,60%
1107	Protección de Áreas de Préstamos	m		95.077	0	0,00%
1108	Cordón de Concreto	m	0,00	90.131	0	0,00%
1109	Alambrado	m	11.136,00	30.160	335.861.760	1,10%
1111	Caseta de Resguardo Peatonal	un	4,00	29.939.870	119.759.480	0,39%
SUB TOTAL (Gs)					30.556.149.668	
IVA (Gs)					3.055.614.967	
TOTAL (Gs)					33.611.764.635	

Longitud (Km): 11,13
Cotización Dólar: 6.920 Gs

Total (\$) 4.857.191
Costo (\$/Km) 436.405

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025**

OBRA: SANTA MARÍA - PINDOJU - DURAZNO						
ALTERNATIVA 2						
TRABAJO FINAL DE GRADO						
PLANILLA DE CÓMPUTO MÉTRICO Y PRESUPUESTO						
Nº ÍTEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	COSTOS	%
	MOVILIZACION					3,86%
101	Movilización y Desmovilización	gl	1,00	900.492.337	900.492.337	3,00%
103	Mantenimiento de Tránsito temporal y Seguridad Vial	gl	1,00	238.700.891	238.700.891	0,80%
104	Cartel de Obra	un	2,00	9.039.351	18.078.702	0,06%
	MOVIMIENTO DE SUELO					15,92%
201	Desbosque, Desbroce y Despeje	Ha	17,91	7.758.652	138.931.761	0,46%
202	Excavación no Clasificada	m3	0,00	26.976	0	0,00%
204	Excavación de Bolsones	m3	2.800,00	35.874	100.447.200	0,33%
205	Excavación de Zanjas de Drenaje	m3	461,85	32.458	14.990.727	0,05%
206	Terraplenes	m3	54.385,60	44.263	2.407.269.954	8,02%
207	Sub Rasante de suelo seleccionado (CBR=10%)	m3	41.248,86	51.314	2.116.643.879	7,05%
	REMOCIONES Y TRASLADOS					1,52%
301-a	Remoción de Obras de Arte	gl	1,00	41.948.464	41.948.464	0,14%
303	Traslado de Alambrados	m	11.136,00	16.047	178.699.392	0,60%
304	Traslado de Columnas Eléctricas	un	57,00	2.155.718	122.875.926	0,41%
305	Traslado de cañerías de agua	ml	2.784,00	40.951	114.007.584	0,38%
	PAVIMENTO					61,71%
402	Sub Base Suelo Agregado 70/30 (CBR=80%)	m3	0,00	189.245	0	0,00%
402-B	Sub Base Macadam Hidráulico (CBR ≥ 80%)	m3	25.127,27	156.130	3.923.123.935	13,07%
403	Base Granular Estabilizada 90/10 (CBR=100%)	m3	23.230,81	233.834	5.432.153.132	18,10%
502	Imprimación Asfáltica	m2	111.360,00	9.878	1.100.014.080	3,66%
503	Riego de Liga	m2	77.952,00	7.898	615.664.896	2,05%
504	Tratamiento Superficial Simple en Banquina	m2	33.408,00	17.232	575.686.656	1,92%
507	Carpeta de Concreto Asfáltico	m3	5.511,21	1.247.885	6.877.351.798	22,91%
704	Adoquines intertrabados esp: 8cm Fck 240 kg/cm2	m2	0,00	123.793	0	0,00%
	OBRAS DE ARTES					10,47%
802	Relleno Granular	m3	128,46	251.171	32.265.427	0,11%
803-D	Concreto fck=210 kg/cm2	m3		1.426.860	0	0,00%
804	Acero de Refuerzo	Kg		9.151	0	0,00%
806-C3	ATH ° A ° 3Ø 1,20 m	m	33,00	7.088.542	233.921.886	0,78%
806-D1	ACH° A° 1 1,00 x 1,00	m	15,00	3.586.320	53.794.800	0,18%
806-D2	ACH° A° 2 1,00 x 1,00	m	85,00	5.633.936	478.884.560	1,60%
806-D3	ACH° A° 3 1,00 x 1,00	m		7.614.441	0	0,00%
806-E1	ACH° A° 1 1,50 x 1,50	m	50,00	4.711.907	235.595.350	0,78%
806-E2	ACH° A° 2 1,50 x 1,50	m	22,00	7.580.197	166.764.334	0,56%
806-E3	ACH° A° 3 1,50 x 1,50	m	15,00	10.455.610	156.834.150	0,52%
806-F1	ACH° A° 1 2,00 x 2,00	m	35,00	7.822.012	273.770.420	0,91%
806-F2	ACH° A° 2 2,00 x 2,00	m	15,00	10.015.264	150.228.960	0,50%
808	Cuneta revestida de Concreto	m3	935,26	1.404.037	1.313.142.453	4,37%
813	Disipadores de Energía	un	20,00	2.342.383	46.847.660	0,16%
	OBRAS COMPLEMENTARIAS					5,00%
1001	Señalización Vertical	m2	22,27	1.618.225	36.041.107	0,12%
1006-A	Pórticos de Señalización	un	2,00	62.110.399	124.220.798	0,41%
1007	Señalización Horizontal	m²	3.340,80	37.856	126.469.325	0,42%
1009-A	Tacha Reflectiva	un	1.856,00	58.478	108.535.168	0,36%
1009-B	Tachon Reflectivo	un		106.226	0	0,00%
1010	Postes de Kilometraje	un	12,00	602.980	7.235.760	0,02%
1103	Protección Vegetal de Taludes	m2	126.806,24	8.668	1.099.156.490	3,66%
1107	Protección de Áreas de Préstamos	m		95.077	0	0,00%
1108	Cordón de Concreto	m	0,00	90.131	0	0,00%
1109	Alambrado	m	11.136,00	30.160	335.861.760	1,12%
1111	Caseta de Resguardo Peatonal	un	4,00	29.939.870	119.759.480	0,40%
				SUB TOTAL (Gs)	30.016.411.202	
				IVA (Gs)	3.001.641.120	
				TOTAL (Gs)	33.018.052.322	

Longitud (Km): **11,13**
Cotización Dólar: **6.920 Gs**

Total (\$) **4.771.395**
Costo (\$/Km) **428.697**

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

OBRA: SANTA MARÍA - PINDOJU - DURAZNO						
ALTERNATIVA 3						
TRABAJO FINAL DE GRADO						
PLANILLA DE CÓMPUTO MÉTRICO Y PRESUPUESTO						
Nº ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	COSTOS	%
	MOVILIZACION					3,77%
101	Movilización y Desmovilización	gl	1,00	1.002.788.524	1.002.788.524	3,00%
103	Mantenimiento de Tránsito temporal y Seguridad Vial	gl	1,00	238.700.891	238.700.891	0,71%
104	Cartel de Obra	un	2,00	9.039.351	18.078.702	0,05%
	MOVIMIENTO DE SUELO					14,23%
201	Desbosque, Desbroce y Despeje	Ha	17,91	7.758.652	138.931.761	0,42%
202	Excavación no Clasificada	m3	0,00	26.976	0	0,00%
204	Excavación de Bolsones	m3	2.800,00	35.874	100.447.200	0,30%
205	Excavación de Zanjales de Drenaje	m3	461,85	32.458	14.990.727	0,04%
206	Terraplenes	m3	54.385,60	44.263	2.407.269.954	7,20%
207	Sub Rasante de suelo seleccionado (CBR=10%)	m3	40.822,35	51.314	2.094.758.006	6,27%
	REMOCIONES Y TRASLADOS					1,37%
301-a	Remoción de Obras de Arte	gl	1,00	41.948.464	41.948.464	0,13%
303	Traslado de Alambrados	m	11.136,00	16.047	178.699.392	0,53%
304	Traslado de Columnas Eléctricas	un	57,00	2.155.718	122.875.926	0,37%
305	Traslado de cañerías de agua	ml	2.784,00	40.951	114.007.584	0,34%
	PAVIMENTO					59,37%
402	Sub Base Suelo Agregado 70/30 (CBR=80%)	m3	24.843,30	189.245	4.701.470.763	14,07%
402-B	Sub Base Macadam Hidráulico (CBR ≥ 80%)	m3	0,00	156.130	0	0,00%
403	Base Granular Estabilizada 90/10 (CBR=100%)	m3	19.624,97	233.834	4.588.985.890	13,73%
502	Imprimación Asfáltica	m2	33.408,00	9.878	330.004.224	0,99%
503	Riego de Liga	m2	0,00	7.898	0	0,00%
504	Tratamiento Superficial Simple en Banquina	m2	33.408,00	17.232	575.686.656	1,72%
507	Carpeta de Concreto Asfáltico	m3	0,00	1.247.885	0	0,00%
704	Adoquines intertrabados esp: 8cm Fck 240 kg/cm2	m2	77.952,00	123.793	9.649.911.936	28,87%
	OBRAS DE ARTES					9,40%
802	Relleno Granular	m3	128,46	251.171	32.265.427	0,10%
803-D	Concreto fck=210 kg/cm2	m3		1.426.860	0	0,00%
804	Acero de Refuerzo	Kg		9.151	0	0,00%
806-C3	ATH ° A ° 3Ø 1,20 m	m	33,00	7.088.542	233.921.886	0,70%
806-D1	ACH° A° 1 1,00 x 1,00	m	15,00	3.586.320	53.794.800	0,16%
806-D2	ACH° A° 2 1,00 x 1,00	m	85,00	5.633.936	478.884.560	1,43%
806-D3	ACH° A° 3 1,00 x 1,00	m		7.614.441	0	0,00%
806-E1	ACH° A° 1 1,50 x 1,50	m	50,00	4.711.907	235.595.350	0,70%
806-E2	ACH° A° 2 1,50 x 1,50	m	22,00	7.580.197	166.764.334	0,50%
806-E3	ACH° A° 3 1,50 x 1,50	m	15,00	10.455.610	156.834.150	0,47%
806-F1	ACH ° A ° 1 2,00 x 2,00	m	35,00	7.822.012	273.770.420	0,82%
806-F2	ACH° A° 2 2,00 x 2,00	m	15,00	10.015.264	150.228.960	0,45%
808	Cuneta revestida de Concreto	m3	935,26	1.404.037	1.313.142.453	3,93%
813	Disipadores de Energía	un	20,00	2.342.383	46.847.660	0,14%
	OBRAS COMPLEMENTARIAS					10,50%
1001	Señalización Vertical	m2	22,27	1.618.225	36.041.107	0,11%
1006-A	Pórticos de Señalización	un	2,00	62.110.399	124.220.798	0,37%
1007	Señalización Horizontal	m²	3.340,80	37.856	126.469.325	0,38%
1009-A	Tacha Reflectiva	un	1.856,00	58.478	108.535.168	0,32%
1009-B	Tachon Reflectivo	un		106.226	0	0,00%
1010	Postes de Kilometraje	un	12,00	602.980	7.235.760	0,02%
1103	Protección Vegetal de Taludes	m2	126.806,24	8.668	1.099.156.490	3,29%
1107	Protección de Áreas de Préstamos	m		95.077	0	0,00%
1108	Cordón de Concreto	m	22.272,00	90.131	2.007.397.632	6,01%
1109	Alambrado	m	11.136,00	30.160	335.861.760	1,00%
1111	Caseta de Resguardo Peatonal	un	4,00	29.939.870	119.759.480	0,36%
				SUB TOTAL (Gs)	33.426.284.120	
				IVA (Gs)	3.342.628.412	
				TOTAL (Gs)	36.768.912.532	

Longitud (Km): 11,13
Cotizacion Dólar: 6.920 Gs

Total (\$) 5.313.427
Costo (\$/Km) 477.397

CAPITULO IV

4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para el diseño del pavimento se recomienda adoptar un CBR de proyecto entre 6% y 8%, valor representativo de los sectores más desfavorables y consistente con la calidad media de la subrasante a lo largo del tramo.
- En la zona del proyecto se identificaron varios posibles sitios para la extracción de materiales, lo que permitiría disminuir los costos de transporte. No obstante, solo se consideraron dos áreas.
- En sectores con suelos arcillosos (A-6), se recomienda una estabilización con cal entre 3% y 4%, como material de refuerzo de sub rasante.
- Mantener un control estricto de compactación, trabajando dentro del rango de $\pm 2\%$ de la humedad óptima obtenida en los Ensayos Proctor.
- Evitar la ejecución de rellenos y capas estructurales en periodos de saturación o con humedad excesiva.
- Por su ubicación, logística y calidad del material, las canteras de Higinio Morínigo y Fassardi se consideran las principales fuentes de suministro recomendadas para el proyecto Santa María – Pindoju – Durazno.
- Se recomienda evaluar los impactos ambientales del proyecto y aplicar las medidas de mitigación necesarias para reducir sus efectos negativos.

CAPITULO V

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Z. P. y. E. Penayo, Diseño de pavimentación asfáltica del tramo que une la calle 25 de diciembre de la ciudad de coronel Oviedo con el distrito de Nueva Londres,, Coronel Oviedo, 2023.
- [2] J. M. González Berutti y C. D. Villalba Benítez, Propuesta de pavimentación asfáltica de la calle Moreira en el distrito de Coronel Oviedo, Coronel Oviedo, 2022.
- [3] O. d. J. Bogado Rivas y G. J. Chavez Romero, “Proyecto de pavimentación asfáltica que une la avenida 1º de Marzo de Coronel Oviedo con Nueva Londres, Coronel Oviedo, 2023.
- [4] DNIT, Manual de Hidrología Básica para Estruturas de Drenagem, 2005.
- [5] HEC-HMS, Manual de Referencias Técnicas, 2000.
- [6] NRCS, Servicio de Conservación de Recursos Naturales.
- [7] MOPC, Manual de Carreteras del Paraguay Revisión 2019, 2019.
- [8] C. y. Rolón, Actualización de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia de precipitación en el Paraguay, Villarica, 2009.
- [9] AASHTO, Guide for design of pavement structures, 1993.
- [10] TRRL, Transport and Road Research Laboratory, 1986.

ANEXOS

ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025



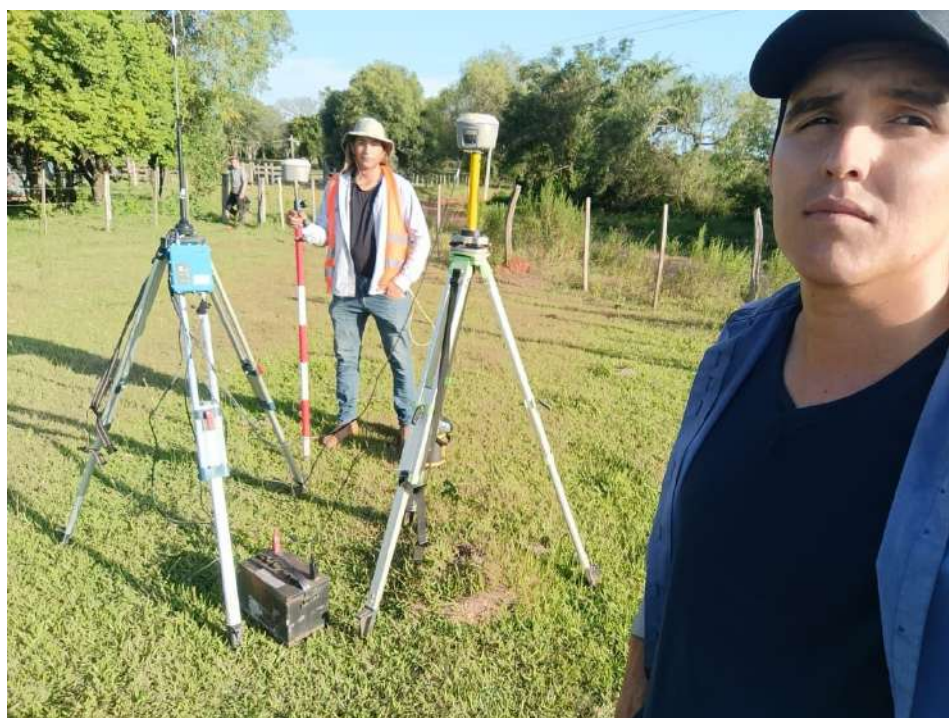
**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025



**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025



**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025



**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025



ANÁLISIS DE CIRCULACIÓN VIAL

“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

Puesto de conteo Nro 1	Diseño de pavimentación asfáltica en un tramo situado en distrito general higinio morinigo del departamento de caazapa									
	TRANSITO NORMAL									
	En ambos sentidos									
Progresiva 0+000	Hora		Livianos			Omnibus	Camiones			TOTAL
			Autos	Motos	Camionetas		Simples	Con Acoplados	Semiremolques	
Domingo 09/02/2025	06:00	18:00	167	387	25	3	57	4	10	653
Lunes 10/02/2025	06:00	18:00	125	416	36	5	58	5	18	663
Martes 11/02/2025	06:00	18:00	165	424	21	1	56	0	16	683
Miercoles 12/02/2025	06:00	18:00	170	399	19	4	46	0	18	656
Jueves 13/02/2026	06:00	18:00	160	415	40	4	47	5	20	691
Viernes 14/02/2027	06:00	18:00	160	396	32	3	48	4	16	659
Sabado 15/02/2028	06:00	18:00	205	387	29	5	48	3	8	685
Promedio por día			165	403	29	4	51	3	15	670

Fuente: Elaboración propia

Puesto de conteo Nro 2	Diseño de pavimentación asfáltica en un tramo situado en distrito general higinio morinigo del departamento de caazapa									
	TRANSITO NORMAL									
	En ambos sentidos									
Progresiva 11+850	Hora		Livianos			Omnibus	Camiones			TOTAL
			Autos	Motos	Camionetas		Simples	Con Acoplados	Semiremolques	
Domingo 09/02/2025	06:00	18:00	116	60	18	0	19	0	9	222
Lunes 10/02/2025	06:00	18:00	88	64	13	0	24	2	14	205
Martes 11/02/2025	06:00	18:00	96	67	17	0	13	1	17	211
Miercoles 12/02/2025	06:00	18:00	102	91	17	0	17	3	20	250
Jueves 13/02/2025	06:00	18:00	100	105	24	0	12	0	18	259
Viernes 14/02/2025	06:00	18:00	113	114	18	0	30	3	25	303
Sabado 15/02/2025	06:00	18:00	156	120	25	0	21	0	12	334
Promedio diario			110	89	19	0	19	1	16	255

Fuente: Elaboración propia

Puesto de conteo Nro 2	Diseño de pavimentación asfáltica en un tramo situado en distrito general higinio morinigo del departamento de caazapa									
	TRANSITO DERIVADO									
	En ambos sentidos									
Progresiva 00+000	Hora		Livianos			Omnibus	Camiones			TOTAL
			Autos	Motos	Camionetas		Simples	Con Acoplados	Semiremolques	
Domingo 09/02/2025	06:00	18:00	112	366	24	3	32	5	17	559
Lunes 10/02/2025	06:00	18:00	98	353	23	4	33	8	25	544
Martes 11/02/2025	06:00	18:00	135	306	22	6	39	9	24	541
Miercoles 12/02/2025	06:00	18:00	156	292	16	4	40	12	27	547
Jueves 13/02/2025	06:00	18:00	181	384	17	3	42	11	32	670
Viernes 14/02/2025	06:00	18:00	196	404	26	5	40	13	35	719
Sabado 15/02/2025	06:00	18:00	205	464	35	2	35	12	37	790
Promedio diario			155	367	23	4	37	10	28	624

Fuente: Elaboración propia

PLANILLA DE EJES EQUIVALENTES

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

Livianos:	1,5
Omnibus:	0,8
Camiones:	1

1. Determinación de tasas de crecimiento

Construcción:

rY:	0,02812037
R_livianos:	5,63
R_omnibus:	3,63
R_camiones:	4,2

Operación

rY:	0,017444693
R_livianos:	5,295
R_omnibus:	4,04
R_camiones:	4,4

2. Determinación del Tráfico Futuro

Etapa de construcción= 2 años

Vehículo	Existente	Derivado	Inducido	Generado	Total	Tasas	TMDAps
Livianos:	815	545	56		1416	5,63	1580
Omnibus:	4	4	2		10	3,63	11
Camiones:	107	75	7		189	4,2	205

Etapa de operación= 10 años

Vehículo	TMDAps	Tasas	TMDAa
Livianos:	1580	5,295	7353310
Omnibus:	11	4,04	47153
Camiones:	205	4,4	916134

Determinación del Factor Camión

Eje Cargado

Tipo de Eje	Peso Padrón (tn)	Peso Máximo Legal (tn)	FEC
ESRS	5,71	6	1,24
ESRD	8,16	10,5	2,96
EDRD	15,2	18	2,07
ETRD	22	25,5	1,89

Eje Vacío

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

Tipo de Eje	Peso Padrón tn	Peso Máximo Legal tn	FEC
ESRS	5,71	4,5	0,359
ESRD	8,16	2,8	0,010
EDRD	15,2	5,8	0,016
ETRD	22	8,8	0,019

Eje Cargado					
Tipo de Eje	ESRS	ESRD	EDRD	ETRD	FC
1.1	1,24	2,96			4,19
1.2	1,24		2,07		3,31
1.1.2	1,24	2,96	2,07		6,26
1.1.3	1,24	2,96		1,89	6,08
					0,00

Eje Vacío					
Tipo de Eje	ESRS	ESRD	EDRD	ETRD	FC
1.1	0,36	0,010			0,37
1.2	0,36		0,02		0,38
1.1.2	0,36	0,010	0,02		0,39
1.2.3	0,36	0,010		0,019	0,39
					0,00

Tipo de Eje	Inc	Fci	FC
1.1	28%	3,05	0,86
1.2	49%	2,43	1,19
1.1.2	17%	4,50	0,75
1.1.3	6%	4,37	0,26
		0,00	0,00

FC camió n:	3,06
-------------------	------

Los FC para ómnibus serán

Eje Cargado				
Tipo de eje	ESRS	ESRD	EDRD	FCE
1.1	1,24	2,96		4,19
1.2	1,24		2,07	3,31

Eje Vacío				
Tipo de eje	ESRS	ESRD	EDRD	FCE
1.1	0,36	0,01		0,37
1.2	0,36		0,02	0,38

Tipo de eje	Inc	FCcargado	Fcvacío	Fci	FC
1.1	60%	4,19	0,37	3,05	1,83
1.2	40%	3,31	0,38	2,43	0,97

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

FC omn:	2,80
------------	------

Determinación del FC para livianos

Eje Cargado			
Tipo de Eje	Peso Padrón tn	Peso Máximo Legal tn	FEC
ESRS	5,71	2	0,011

Eje Vacío			
Tipo de Eje	Peso Padrón tn	Peso Máximo Legal tn	FEC
ESRS	5,71	1	0,001

FC Liv:	0,012
---------	-------

Determinación de Ejes Equivalentes

Etapa de operación= 10 años

Vehículo	Total	Tasas	TMDAA(n,i)	FC	N
Livianos	1580	5,295	7353310	0,01	42448
Omnibus	11	4,04	47153	2,80	65988
Camiones	205	4,4	916134	3,06	1400282
				N 10 años	1508717

CALCULO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

**Verificación de los paquetes propuestos aplicando la metodología recomendada por
la Guía de Diseño de Pavimentos Flexibles AAHTO 93.**

Memoria de Cálculo: Diseño Pavimento Asfáltico

Método AASHTO-93

Planillas Ing. Guillermo Thenoux (Chile)

OPCIÓN 1 – CARPETA Y BASES GRANULARES

Período de diseño: 10 años

Datos de Diseño:

Tránsito: EE acumulados a 10 años	1.508.717	
Suelo de Fundación: CBR combinado	6,0	%

Datos de Proyecto:

Nivel de Confiabilidad (R)	80,0%	%
Desviación Normal (So)	0,44	
Indice de Serviabilidad Inicial (pi)	4,20	
Indice de Serviabilidad Final (pf)	2,00	

Cálculo Parámetros Fórmula AASHTO-93:

Variación Indice de Serviabilidad (ΔPSI)	2,2	
Módulo Resiliente Subrasante (Mr)	55,4	MPa
Coefficiente de Confiabilidad	0,842	

Cálculo del Número Estructural Requerido:

NE Requerido para estructura	8,17	cm.
------------------------------	-------------	-----

Diseño Estructura de Pavimento:

Coefficiente Estructural:

	ai	mi
Capa 1: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 9.000 N	0,43	1
Capa 2: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 8.000 N	0,39	
Capa 3: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 6.000 N	0,33	
Capa 4: Base Granular Estabilizada	0,14	1,00
Capa 5: Subbase Granular	0,13	1,00

Diseño de Espesores:

	Espesor (cm)	ai	mi	NEi (cm)
Capa 1	7,0	0,43		3,01
Capa 2	0,0	0,39		0,00
Capa 3	0,0	0,33		0,00
Capa 4	19,0	0,14	1,00	2,66
Capa 5	20,0	0,13	1,00	2,60
	46,0	N.E. Estruct.		8,27

OK

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

**Memoria de Cálculo: Diseño Pavimento Asfáltico
Método AASHTO-93**

Planillas Ing. Guillermo Thenoux (Chile)
OPCIÓN 2 - CARPETA Y BASE GRANULAR Y SUB-BASE MACADAM
Período de diseño: 10 años

Datos de Diseño:

Tránsito: EE acumulados a 10 años	1.508.717	
Suelo de Fundación: CBR combinado	6,0	%

Datos de Proyecto:

Nivel de Confiabilidad (R)	80,0%	%
Desviación Normal (So)	0,44	
Índice de Serviciabilidad Inicial (pi)	4,20	
Índice de Serviciabilidad Final (pf)	2,00	

Cálculo Parámetros Fórmula AASHTO-93:

Variación Índice de Serviciabilidad (ΔPSI)	2,2	
Módulo Resiliente Subrasante (Mr)	55,4	MPa
Coefficiente de Confiabilidad	0,842	

Cálculo del Número Estructural Requerido:

NE Requerido para estructura	8,17	cm.
------------------------------	-------------	-----

Diseño Estructura de Pavimento:

Coefficiente Estructural:

	ai	mi
Capa 1: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 9.000 N	0,43	1
Capa 2: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 8.000 N	0,39	
Capa 3: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 6.000 N	0,33	
Capa 4: Base Granular Estabilizada	0,14	1,00
Capa 5: Subbase Macadam Hidráulico	0,12	1,00

Diseño de Espesores:

	Espesor (cm)	ai	mi	NEi (cm)	
Capa 1	7,0	0,43		3,01	
Capa 2	0,0	0,39		0,00	
Capa 3	0,0	0,33		0,00	
Capa 4	20,0	0,14	1,00	2,80	
Capa 5	20,0	0,12	1,00	2,40	
	47,0		N.E. Estruct.	8,21	OK

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

**Memoria de Cálculo: Diseño Pavimento Asfáltico
Método AASHTO-93**

Planillas Ing. Guillermo Thenoux (Chile)
OPCIÓN 3 – ADOQUINES Y BASES GRANULARES
Período de diseño: 10 años

Datos de Diseño:

Tránsito: EE acumulados a 10 años	1.508.717	
Suelo de Fundación: CBR combinado	6,0	%

Datos de Proyecto:

Nivel de Confiabilidad (R)	80,0%	%
Desviación Normal (So)	0,44	
Índice de Serviciabilidad Inicial (pi)	4,20	
Índice de Serviciabilidad Final (pf)	2,00	

Cálculo Parámetros Fórmula AASHTO-93:

Variación Índice de Serviciabilidad (ΔPSI)	2,2	
Módulo Resiliente Subrasante (Mr)	55,4	MPa
Coefficiente de Confiabilidad	0,842	

Cálculo del Número Estructural Requerido:

NE Requerido para estructura	8,17	cm.
------------------------------	-------------	-----

Diseño Estructura de Pavimento:

Coefficiente Estructural:

	ai	mi
Capa 1: Adoquines de Hormigón de 8cm	0,41	1
Capa 2: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 8.000 N	0,39	
Capa 3: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 6.000 N	0,33	
Capa 4: Base Granular Estabilizada	0,14	1,00
Capa 5: Subbase Granular	0,13	1,00

Diseño de Espesores:

	Espesor (cm)	ai	mi	NEi (cm)	
Capa 1	8,0	0,41		3,28	
Capa 2	0,0	0,39		0,00	
Capa 3	0,0	0,33		0,00	
Capa 4	17,0	0,14	1,00	2,38	
Capa 5	20,0	0,13	1,00	2,60	
	45,0		N.E. Estruct.	8,26	OK

ESTUDIOS GEOTECNICOS

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

PLANILLAS DE LABORATORIO

Muestra nº 1: progresiva 12+000

LABORATORIO DE SUELOS									
OBRA : Santa María – Pindoju – Durazno									
ENSAYO: LIMITES DE ATTERBERG						Fecha: 16/06/2025			
Metodo: AASHTO T - 89 - 02									
Progresiva: 12+000 Lado Derecho a 3,0m del eje					Calicata Nº:				
Muestra Nº 1					Fecha de calib.:				
Sondaje Nº					Profundidad: 0,00 - 1,20 mts				
LIMITE LIQUIDO									
Capsula Nº					52	53			
1	Número de Golpes	gr.	25	25					
2	Tara + Peso material húmedo	gr.	50,30	60,40					
3	Tara + Peso material seco	gr.	43,40	51,10					
4	Peso del Agua	gr.	6,90	9,30					
5	Peso de la Tara	gr.	19,10	18,00					
6	Peso material seco	gr.	24,30	33,10					
7	Húmedad	%	28,4	28,1					
8	Factor corrección			1,000	1,000				
9	Húmedad Corregida	%	28,4	28,1					
10	Húmedad Promedio	%	28,3						
TE PLASTICO									
Capsula Nº					19	21			
11	Tara + Peso material húmedo	gr.	19,00	20,20					
12	Tara + Peso material seco	gr.	18,00	19,30					
13	Peso del Agua	gr.	1,00	0,90					
14	Peso de la Tara	gr.	12,90	14,80					
15	Peso material seco	gr.	5,10	4,50					
16	Húmedad	%	19,6	20,0					
17	Húmedad Promedio	%	19,8						
GRANULOMETRIA									
		Peso Gr.	%						
TAMIZ	Total	200							
	Ret.	0							
4	Pas.	200,00	100,0						
	Ret.	13,60							
10	Pas.	186,40	93,2						
	Ret.	9,00							
40	Pas.	177,40	88,7						
	Ret.	46,10							
200	Pas.	131,30	65,7						
		RESULTADOS		VALORES ESPECIF.					
L.L.:	28,3								
L.P.:	19,8								
I.P.:	8,5								
I.G.:	8								
Clas.:	A-4								
HUMEDAD %									
5 10 15 20 25 30 35 40 45 50									
Nº DE GOLPES									
Observaciones: Suelo limo									

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

CONTRATISTA :

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR)

Metodo: AASHTO T- 180/99 A-B-C-D

FECHA: 16/6/2025

Progresiva: 12+000 Lado Derecho a 3,0m del eje

Calicata Nº

Muestra Nº: 1

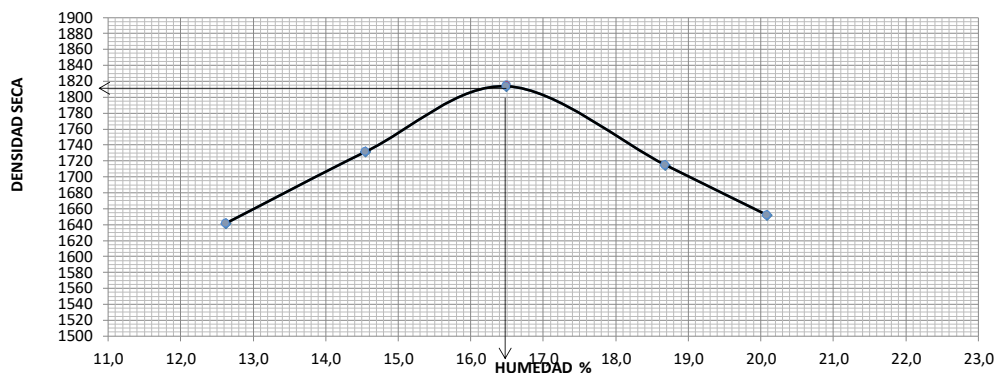
Método:

Sondaje Nº:

Profundidad: 0,25 - 1,20 mts.

Puntos		1	2	3	4	5	
Molde nº		5	5	5	5	5	
1	Tara + Peso Mat. Hum.	gr.	3620	3750	3875	3800	3750
2	Tara	gr.	1832	1832	1832	1832	1832
3	Peso Material Húmedo	gr.	1788	1918	2043	1968	1918
4	Volumen del molde	cm3	967	967	967	967	967
5	Densidad Húmeda	gr./cm3	1849	1983	2113	2035	1983
Capsula Nº			100	197	193	201	205
6	Tara + Peso material húmedo	gr.	66,33	73,00	60,00	68,90	87,00
7	Tara + Peso material seco	gr.	61,40	66,70	54,52	61,55	76,40
8	Peso del Agua	gr.	4,93	6,30	5,48	7,35	10,60
9	Peso de la Tara	gr.	22,35	23,40	21,30	22,20	23,63
10	Peso material seco	gr.	39,05	43,30	33,22	39,35	52,77
11	Húmedad	%	12,6	14,5	16,5	18,7	20,1
12	Densidad Seca	gr./cm3	1642	1732	1814	1715	1652

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD SECA



DENSIDAD MAXIMA SECA: 1815 gr./cm3 HUMEDAD OPTIMA: 16,5 %

Pisón distinto al standard: SI / NO

Peso del pisón: 2,50Kg. O 4,54 Kg.

Material del Tamiz # 4

Metodo C - D

ALTURA DE CAIDA: 305 mm O 457 mm

Removido:

Reemplazado:

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

ENSAYO: INDICE DE SOPORTE CALIFORNIA

Método: AASHTO T - 193

FECHA 17 06 2025

Progresiva: 12+000 a 3,0m del eje

Ubicación: Lado Derecho

Ensayo N°: 1

Calib. De Aparato CBR N°

Muestra N: Prof. 0,25 - 1,20 mts.

Sección Pist.: 19,24

Método de compact.: T-99

N° de golpes por capa: 56

Ensayo de compactación (PROCTOR)

D.M.S. 1815 gr./cm³

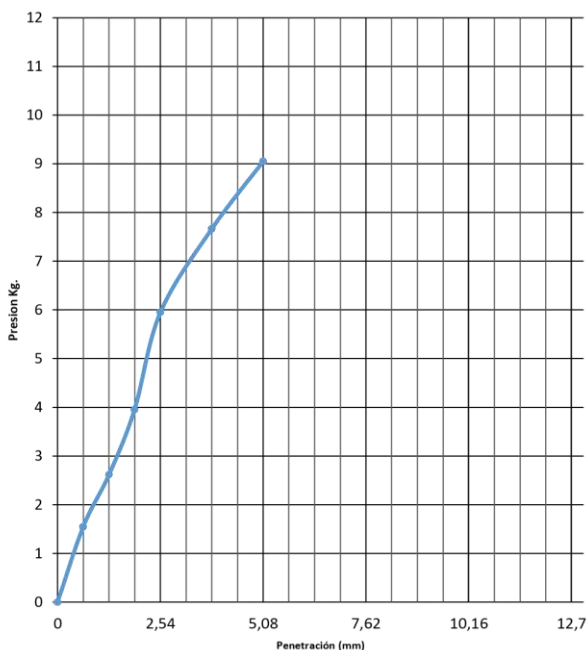
H. Optima 16,5 %

1. Moldeo				2. Expansión				3. Penetración						
Molde Nº	Un	8		Fecha	Hora	Lect.	Expan.	Difer.	Tiem. En min.	Penet. En mm.	Lect. Defle.	Presión Kg.		ISC
1 Tara + peso material húmedo	gr.	7800		17 6 25		0,00	0,00					Calc.	corr.	%
2 Peso de la tara	gr.	3226		18 6 25	24	0,20	0,17	0,17	0,5	0,63	65	1,5		
3 Volumen Molde	cm³	2,114		19 6 25	48	0,40	0,34	0,17	1	1,27	110	2,6		
4 Peso material húmedo	gr.	4574		20 6 25	72	0,70	0,60	0,26	1,5	1,9	166	4,0		
5 Densidad material húmedo	gr./cm³	2164		21 6 25	96	1,20	1,03	0,43	2	2,54	250	6,0		9
2. Humedad de Moldeo				Altura cil. mm.				116,2		3		3,81	322	7,7
Cápsula Nº	Un	29		Calibración Nº				4		5,08	380	9,0		9
6 Tara + peso material húmedo	gr.	180,0		Aro Nº K 1000				6		7,62				
7 Tara + peso material seco	gr.	157,3		Reloj Comparador Nº				8		10,16				
8 Peso del agua	gr.	22,7		SECCION PIST.				19,24		cm2	10	12,7		
9 Peso de la tara	gr.	19,06		Factor				0,458		K/div.				
10 Peso material seco	gr.	138,2												
11 Humedad	%	16,4												
12 Humedad de moldeo	%	16,4												
13 Densidad material seco	gr./cm³	1858												
14 Diferencia de Humedad	%	-0,1												
15 Compactación	%	102,4												
5. Humedad después del ensayo														
Cápsula Nº		30	31	32										
	Un	Arriba	Centro	Abajo										
16 Tara + peso material húmedo	gr.	136,8	157,4	147,1										
17 Tara + peso material seco	gr.	119,0	138,9	129,3										
18 Peso del agua	gr.	17,8	18,5	17,8										
19 Peso de la tara	gr.	18,70	28,20	27,10										
20 Peso material seco	gr.	100,3	110,7	102,2										
21 Humedad	%	17,7	16,7	17,4										
22 Hum. desp. del ensayo	%		17,3											
6. Resumen del ensayo														
		Result.	Valores Especif.											
23 Hum. De Moldeo	%	16,4												
24 Hum. Desp. Ensayo	%	17,3												
25 Hum. Absorbida	%	0,9												
26 Densidad seca	gr./cm³	1858												
Expansión final		%	1,03											
C.B.R.		%	9											

CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN

Penetración (mm)	Presión Kg.
0	0
1,27	1,5
2,54	6,0
5,08	9,0
7,62	10,16

CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN



Observaciones:

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

Muestra nº 2: progresiva 9+000

LABORATORIO DE SUELOS									
OBRA : Santa María – Pindoju – Durazno									
ENSAYO: LIMITES DE ATTERBERG						FECHA:		18/6/2025	
Metodo: AASHTO T - 89 - 02									
Progresiva: 9+000 Lado Centro eje						Calicata Nº:			
Muestra Nº 2						Fecha de calib.:			
Sondaje Nº						Profundidad: 0,00 - 1,20 mts			
LIMITE LIQUIDO									
Capsula Nº				63		64			
1	Número de Golpes	gr.	28	22					
2	Tara + Peso material húmedo	gr.	49,20	44,30					
3	Tara + Peso material seco	gr.	42,50	38,90					
4	Peso del Agua	gr.	6,70	6,00					
5	Peso de la Tara	gr.	19,40	19,50					
6	Peso material seco	gr.	23,10	19,40					
7	Húmedad	%	29,0	30,9					
8	Factor corrección		0,985	1,016					
9	Húmedad Corregida	%	29,5	30,4					
10	Húmedad Promedio	%	29,9						
TE PLASTICO									
Capsula Nº				198		199			
11	Tara + Peso material húmedo	gr.	14,90	14,70					
12	Tara + Peso material seco	gr.	14,20	14,10					
13	Peso del Agua	gr.	0,70	0,60					
14	Peso de la Tara	gr.	10,70	11,00					
15	Peso material seco	gr.	3,50	3,10					
16	Húmedad	%	20,0	19,4					
17	Húmedad Promedio	%	19,7						
GRANULOMETRIA									
TAMIZ		Total	200						
		Ret.	0						
4	Pas.	200,00	100,0						
		Ret.	1,10						
10	Pas.	198,90	99,5						
		Ret.	7,30						
40	Pas.	191,60	95,8						
		Ret.	78,00						
200	Pas.	113,60	56,8						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60	56,8					
		Ret.	78,00						
		Pas.	113,60						

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

CONTRATISTA :

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR)

Metodo: AASHTO T- 180/99 A-B-C-D

FECHA: 19/6/2025

Progresiva: 9+000 Lado Centro eje

Calicata Nº

Muestra Nº: 2

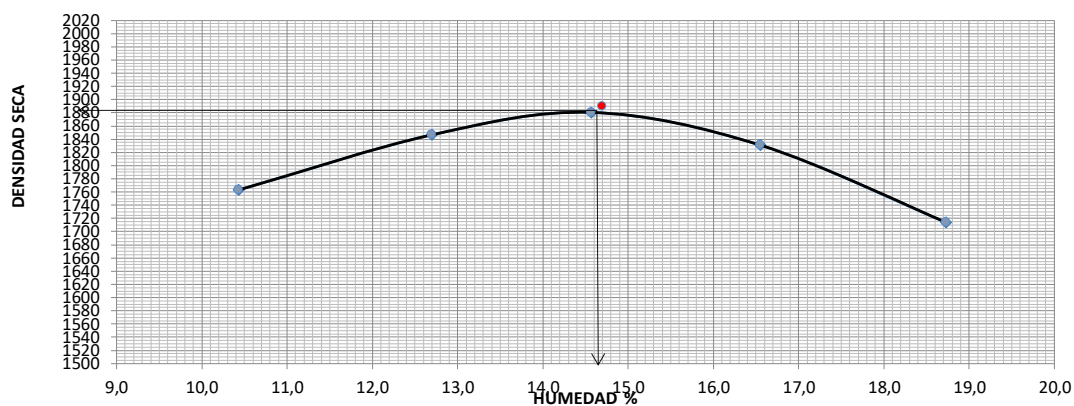
Método:

Sondaje Nº:

Profundidad: 0,00 - 1,20 mts.

Puntos		1	2	3	4	5	
Molde nº		5	5	5	5	5	
1	Tara + Peso Mat. Hum.	gr.	3715	3845	3916	3896	3800
2	Tara	gr.	1832	1832	1832	1832	1832
3	Peso Material Húmedo	gr.	1883	2013	2084	2064	1968
4	Volumen del molde	cm3	967	967	967	967	967
5	Densidad Húmeda	gr./cm3	1947	2082	2155	2134	2035
Capsula Nº		11	196	197	7	15	
6	Tara + Peso material húmedo	gr.	80,66	113,90	99,00	102,20	95,66
7	Tara + Peso material seco	gr.	74,50	103,60	89,40	91,42	83,70
8	Peso del Agua	gr.	6,16	10,30	9,60	10,78	11,96
9	Peso de la Tara	gr.	15,44	22,50	23,50	26,30	19,85
10	Peso material seco	gr.	59,06	81,10	65,90	65,12	63,85
11	Húmedad	%	10,4	12,7	14,6	16,6	18,7
12	Densidad Seca	gr./cm3	1763	1847	1881	1831	1714

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD SECA



DENSIDAD MAXIMA SECA: 1890 gr./cm3 **HUMEDAD OPTIMA:** 14,7 %

Pisón distinto al standard: SI / NO

Peso del pisón: 2,50Kg. O 4,54 Kg.

Material del Tamiz # 4

Metodo C - D

ALTURA DE CAIDA: 305 mm O 457 mm

Removido:

Reemplazado:

“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

ENSAYO: INDICE DE SOPORTE CALIFORNIA

FECHA 20 06 2025

Método: AASHTO T - 193

Progresiva: 9+000 eje

Ubicación: Lado Centro

Ensayo Nº: 2

Calib. De Aparato CBR Nº

Muestra N: Prof. 0,00 - 1,20 mts.

Sección Pist.:19,24

Método de compact.: T-99

Nº de golpes por capa: 12

Ensayo de compactación (PROCTOR)

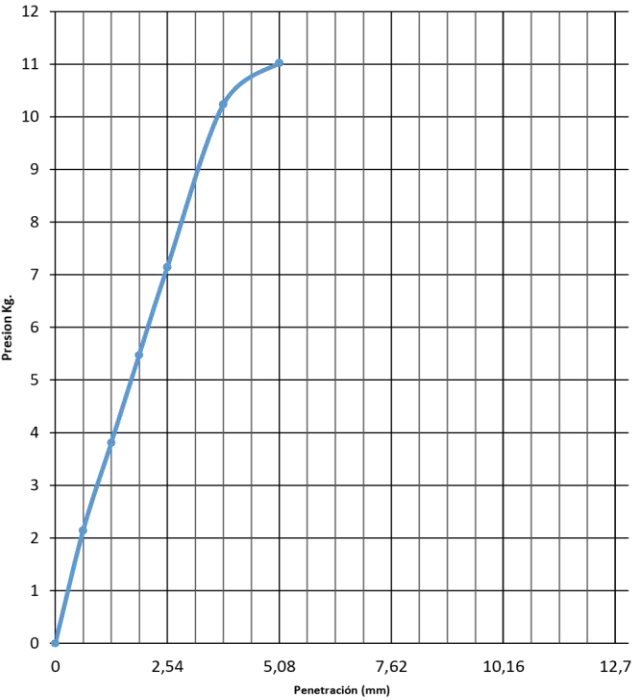
D.M.S. 1890 gr./cm³

H. Optima 14,7 %

1. Moldeo				2. Expansión				3. Penetración																	
Molde Nº	Un	14	Fecha	Hora	Lect.	Expan.	Difer.	Tiem. En min.	Penet. En mm.	Lect. Defle.	Presión Kg.		ISC												
1	Tara + peso material húmedo	gr.	9700	20 6 25		0,00	0,00				Calc.	corr.	%												
2	Peso de la tara	gr.	5178	21 6 25	24	0,75	0,65	0,65	0,5	0,63	90	2,1													
3	Volumen Molde	cm³	2,073	22 6 25	48	0,88	0,76	0,11	1	1,27	160	3,8													
4	Peso material húmedo	gr.	4522	23 6 25	72	1,10	0,95	0,19	1,5	1,9	230	5,5													
5	Densidad material húmedo	gr./cm³	2181	24 6 25	96	1,35	1,16	0,22	2	2,54	300	7,1	10												
2. Humedad de Moldeo				Altura cil. mm.				116,2	3	3,81	430	10,2													
Cápsula Nº	Un	53	Calibración Nº				4	5,08	463	11,0		10													
6	Tara + peso material húmedo	gr.	160,0	Aro Nº K 1000				6	7,62																
7	Tara + peso material seco	gr.	142,0	Reloj Comparador Nº				8	10,16																
8	Peso del agua	gr.	18,0	SECCION PIST. 19,24 cm2				10	12,7																
9	Peso de la tara	gr.	19,23	Factor 0,458 K/div.																					
10	Peso material seco	gr.	122,8	CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN <table border="1"><caption>Data points for CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN</caption><thead><tr><th>Penetración (mm)</th><th>Presión Kg.</th></tr></thead><tbody><tr><td>0,508</td><td>2,1</td></tr><tr><td>1,508</td><td>3,8</td></tr><tr><td>2,54</td><td>7,1</td></tr><tr><td>3,81</td><td>10,2</td></tr><tr><td>5,08</td><td>11,0</td></tr></tbody></table>										Penetración (mm)	Presión Kg.	0,508	2,1	1,508	3,8	2,54	7,1	3,81	10,2	5,08	11,0
Penetración (mm)	Presión Kg.																								
0,508	2,1																								
1,508	3,8																								
2,54	7,1																								
3,81	10,2																								
5,08	11,0																								
11	Humedad	%	14,7																						
12	Humedad de moldeo	%	14,7																						
13	Densidad material seco	gr./cm³	1902																						
14	Diferencia de Humedad	%	0,0																						
15	Compactación	%	100,7																						
5. Humedad después del ensayo				CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN <table border="1"><caption>Data points for CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN</caption><thead><tr><th>Penetración (mm)</th><th>Presión Kg.</th></tr></thead><tbody><tr><td>0,508</td><td>2,1</td></tr><tr><td>1,508</td><td>3,8</td></tr><tr><td>2,54</td><td>7,1</td></tr><tr><td>3,81</td><td>10,2</td></tr><tr><td>5,08</td><td>11,0</td></tr></tbody></table>										Penetración (mm)	Presión Kg.	0,508	2,1	1,508	3,8	2,54	7,1	3,81	10,2	5,08	11,0
Penetración (mm)	Presión Kg.																								
0,508	2,1																								
1,508	3,8																								
2,54	7,1																								
3,81	10,2																								
5,08	11,0																								
Cápsula Nº	54	55	56																						
	Un	Arriba	Centro											Abajo											
16	Tara + peso material húmedo	gr.	155,0											153,2	154,7										
17	Tara + peso material seco	gr.	136,8	135,8	136,0																				
18	Peso del agua	gr.	18,2	17,4	18,7																				
19	Peso de la tara	gr.	19,23	19,23	19,23																				
20	Peso material seco	gr.	117,6	116,6	116,8																				
21	Humedad	%	15,5	14,9	16,0																				
22	Hum. desp. del ensayo	%		15,5																					
6. Resumen del ensayo																									
			Result.	Valores Especif.																					
23	Hum. De Moldeo	%	14,7																						
24	Hum. Desp. Ensayo	%	15,5																						
25	Hum. Absorbida	%	0,8																						
26	Densidad seca	gr./cm³	1902																						
Expansión final			%	1,16																					
C.B.R.			%	10																					

Observaciones:

CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN



**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

Muestra nº 3: progresiva 7+000

LABORATORIO DE SUELOS									
OBRA : Santa María – Pindoju – Durazno									
ENSAYO: LIMITES DE ATTERBERG						23/6/2025			
Metodo: AASHTO T - 89 - 02									
Progresiva: 7+000 Lado Izquierdo a 6m del eje						Calicata Nº:			
Muestra Nº 3						Fecha de calib.:			
Sondaje Nº						Profundidad: 0,00 / 1,20m			
LIMITE LIQUIDO									
Capsula Nº									
1	Número de Golpes		gr.						
2	Tara + Peso material húmedo		gr.						
3	Tara + Peso material seco		gr.						
4	Peso del Agua		gr.			NL			
5	Peso de la Tara		gr.						
6	Peso material seco		gr.						
7	Húmedad		%						
8	Factor corrección								
9	Húmedad Corregida		%						
10	Húmedad Promedio		%						
LIMITE PLASTICO									
Capsula Nº									
11	Tara + Peso material húmedo		gr.						
12	Tara + Peso material seco		gr.						
13	Peso del Agua		gr.			NP			
14	Peso de la Tara		gr.						
15	Peso material seco		gr.						
16	Húmedad		%						
17	Húmedad Promedio		%						

GRANULOMETRIA			
		Peso Gr.	%
TAMIZ	Total	200	
	Ret.	0	
4	Pas.	200,00	100,0
	Ret.	0,00	
10	Pas.	200,00	100,0
	Ret.	8,00	
40	Pas.	192,00	96,0
	Ret.	128,66	
200	Pas.	63,34	31,7

	RESULTADOS	VALORES ESPECIF.
L.L.:	NL	
L.P.:	NP	
I.P.:	NP	
I.G.:	0	
Clas.:	A-2-4	

CURVA DE FLUIDES

HUMEDAD %

Nº DE GOLPES

Observaciones: Suelo Arenoso

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

CONTRATISTA :

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR)

Metodo: AASHTO T- 180/99 A-B-C-D

FECHA: 24/6/2025

Progresiva: 7+000 Lado Izquierdo a 6m del eje

Calicata Nº

Muestra Nº: 3

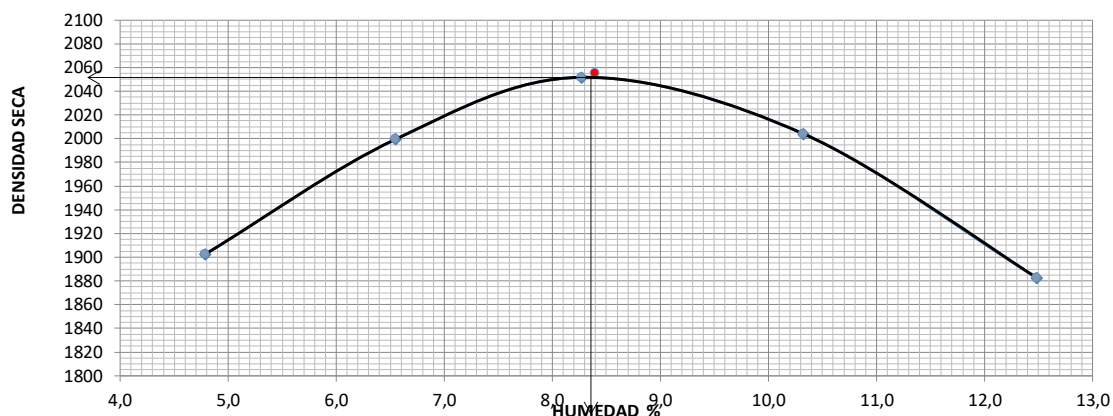
Método:

Sondaje Nº:

Profundidad: 0,00/1,20 m

Puntos			1	2	3	4	5	
Molde nº			5	5	5	5	5	
1	Tara + Peso Mat. Hum.	gr.	3760	3892	3980	3970	3880	
2	Tara	gr.	1832	1832	1832	1832	1832	
3	Peso Material Húmedo	gr.	1928	2060	2148	2138	2048	
4	Volumen del molde	cm3	967	967	967	967	967	
5	Densidad Húmeda	gr./cm3	1994	2130	2221	2211	2118	
Capsula Nº			200	201	192	193	100	
6	Tara + Peso material húmedo	gr.	98,10	123,20	145,80	119,70	80,33	
7	Tara + Peso material seco	gr.	94,60	117,00	136,30	110,50	74,60	
8	Peso del Agua	gr.	3,50	6,20	9,50	9,20	5,73	
9	Peso de la Tara	gr.	21,50	22,30	21,40	21,40	28,70	
10	Peso material seco	gr.	73,10	94,70	114,90	89,10	45,90	
11	Húmedad	%	4,8	6,5	8,3	10,3	12,5	
12	Densidad Seca	gr./cm3	1903	1999	2052	2004	1883	

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD SECA



DENSIDAD MAXIMA SECA: 2055 gr./cm3 HUMEDAD OPTIMA: 8,4 %

Pisón distinto al standard: SI / NO

Peso del pisón: 2,50Kg. O 4,54 Kg.

Material del Tamiz # 4

Metodo C - D

ALTURA DE CAIDA: 305 mm O 457 mm

Removido:

Reemplazado:

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

ENSAYO: INDICE DE SOPORTE CALIFORNIA

Método: AASHTO T - 193

FECHA 25/6/2025

Progresiva: 7+000 a 6m del eje

Ensayo N°: 3

Muestra N: Prof. 0,00 - 1,20 mts.

Método de compact.: T-180

Ubicación: Lado Izquierdo

Calib. De Aparato CBR N°

Sección Pist.:19,24

N° de golpes por capa: 12

Ensayo de compactación (PROCTOR)

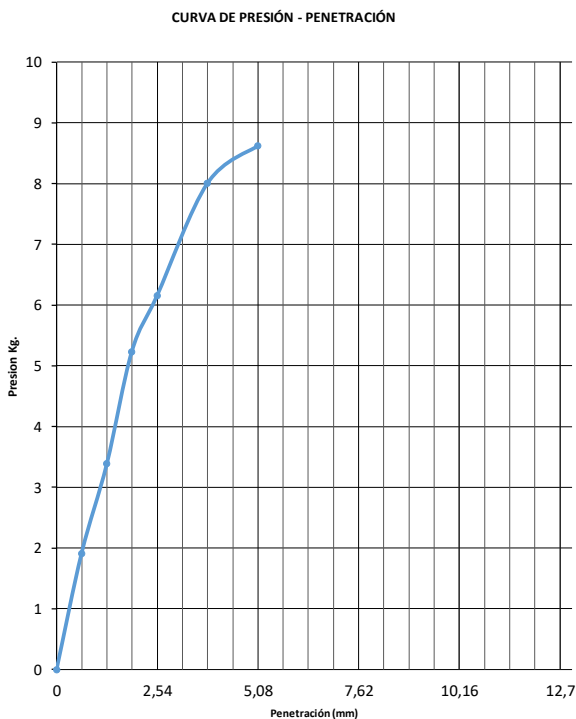
D.M.S. 2055 gr./cm³

H. Optima 8,4 %

1. Moldeo				2. Expansión					3. Penetración						
	Molde N°	Un	1	Fecha	Hora	Lect.	Expan.	Difer.	Tiem. En min.	Penet. En mm.	Lect. Defle.	Presión Kg.		ISC	
1	Tara + peso material húmedo	gr.	8755	25/6/25		0,00	0,00					Calc.	corr.	%	
2	Peso de la tara	gr.	4306	26/6/25	24	0,00	0,00	0,00	0,5	0,63	31	1,9			
3	Volumen Molde	cm³	2,189	27/6/25	48	0,00	0,00	0,00	1	1,27	55	3,4			
4	Peso material húmedo	gr.	4449	28/6/25	72	0,00	0,00	0,00	1,5	1,9	85	5,2			
5	Densidad material húmedo	gr./cm³	2032	29/6/25	96	0,00	0,00	0,00	2	2,54	100	6,2		9	
2. Humedad de Moldeo				Altura cil. mm. 116,2					3	3,81	130	8,0			
Cápsula N°				Calibración N°					4	5,08	140	8,6		8	
6	Tara + peso material húmedo	gr.	168,0	Aro N° K 3000					6	7,62					
7	Tara + peso material seco	gr.	156,0	Reloj Comparador N°					8	10,16					
8	Peso del agua	gr.	12,0	SECCION PIST. 19,24 cm2					10	12,7					
9	Peso de la tara	gr.	11,75	Factor 1,185 K/div.											
10	Peso material seco	gr.	144,3												
11	Humedad	%	8,3												
12	Humedad de moldeo	%	8,3												
13	Densidad material seco	gr./cm³	1876												
14	Diferencia de Humedad	%	-0,1												
15	Compactación	%	91,3												
5. Humedad después del ensayo															
Cápsula N°		31	32	33											
	Un	Arriba	Centro	Abajo											
16	Tara + peso material húmedo	gr.	149,7	158,2	141,2										
17	Tara + peso material seco	gr.	139,5	147,8	131,6										
18	Peso del agua	gr.	10,16	10,4	9,6										
19	Peso de la tara	gr.	19,66	22,55	18,66										
20	Peso material seco	gr.	119,8	125,3	112,9										
21	Humedad	%	8,5	8,3	8,5										
22	Hum. desp. del ensayo	%		8,4											
6. Resumen del ensayo															
		Result.	Valores Especif.												
23	Hum. De Moldeo	%			8,3										
24	Hum. Desp. Ensayo	%			8,4										
25	Hum. Absorbida	%			0,1										
26	Densidad seca	gr./cm³			1876										
Expansión final		%	0,00												
C.B.R.		%	9												

CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN

Penetración (mm)	Presión Kg.
0	0
1,9	1,9
2,54	6,2
3,81	8,6
5,08	9,8



Observaciones:

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

ENSAYO: INDICE DE SOPORTE CALIFORNIA

Método: AASHTO T - 193

FECHA 25/6/2025

Progresiva: 7+000 a 6m del eje

Ubicación: Lado Izquierdo

Ensayo N°: 3

Calib. De Aparato CBR N°

Muestra N: Prof. 0,00 - 1,20 mts.

Sección Pist.:19,24

Método de compact.: T-180

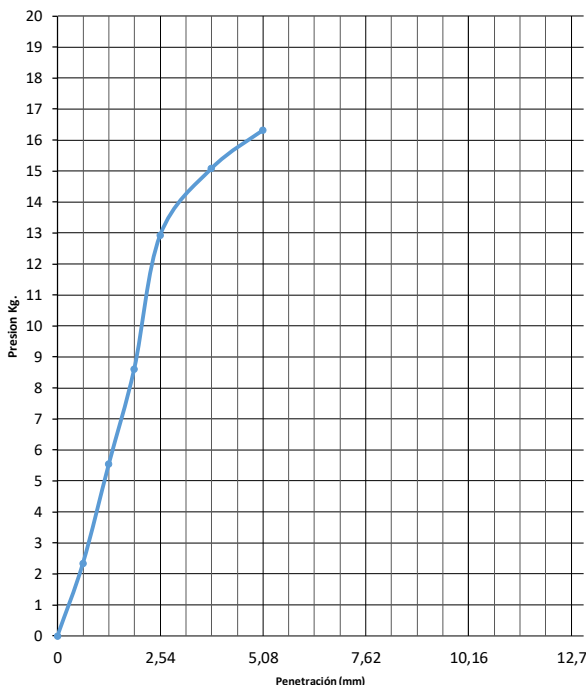
N° de golpes por capa: 25

Ensayo de compactación (PROCTOR)

D.M.S. 2055 gr./cm³

H. Optima 8,4 %

1. Moldeo				2. Expansión				3. Penetración					
Molde N°	Un	2	Fecha	Hora	Lect.	Expan.	Difer.	Tiem. En min.	Penet. En mm.	Lect. Defle.	Presión Kg.		ISC
1 Tara + peso material húmedo	gr.	7595	25/6/25		0,00	0,00							
2 Peso de la tara	gr.	3200	26/6/25	24	0,00	0,00	0,00	0,5	0,63	38	2,3		
3 Volumen Molde	cm³	2,073	27/6/25	48	0,00	0,00	0,00	1	1,27	90	5,5		
4 Peso material húmedo	gr.	4395	28/6/25	72	0,00	0,00	0,00	1,5	1,9	140	8,6		
5 Densidad material húmedo	gr./cm³	2120	29/6/25	96	0,00	0,00	0,00	2	2,54	210	12,9		18
2. Humedad de Moldeo			Altura cil. mm.				116,2	3	3,81	245	15,1		
Cápsula N°	Un	55	Calibración N°				4	5,08	265	16,3			16
6 Tara + peso material húmedo	gr.	165,2	Aro N° K 3000				6	7,62					
7 Tara + peso material seco	gr.	153,9	Reloj Comparador N°				8	10,16					
8 Peso del agua	gr.	11,3	SECCION PIST. 19,24 cm2				10	12,7					
9 Peso de la tara	gr.	19,23	Factor 1,185 K/div.										
10 Peso material seco	gr.	134,7	CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN										
11 Humedad	%	8,4											
12 Humedad de moldeo	%	8,4											
13 Densidad material seco	gr./cm³	1956											
14 Diferencia de Humedad	%	0,0											
15 Compactación	%	95,2											
5. Humedad después del ensayo													
Cápsula N°		34	35	36									
	Un	Arriba	Centro	Abajo									
16 Tara + peso material húmedo	gr.	144,0	151,0	150,6									
17 Tara + peso material seco	gr.	134,6	141,4	140,6									
18 Peso del agua	gr.	9,4	9,6	10									
19 Peso de la tara	gr.	25,60	28,50	24,60									
20 Peso material seco	gr.	109,0	112,9	116,0									
21 Humedad	%	8,6	8,5	8,6									
22 Hum. desp. del ensayo	%		8,6										
6. Resumen del ensayo													
		Result.	Valores Especif.										
23 Hum. De Moldeo	%	8,4											
24 Hum. Desp. Ensayo	%	8,5											
25 Hum. Absorbida	%	0,1											
26 Densidad seca	gr./cm³	1956											
Expansión final		%	0,00										
C.B.R.		%	18										



Observaciones:

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

ENSAYO: INDICE DE SOPORTE CALIFORNIA

Método: AASHTO T - 193

FECHA 25/6/2025

Progresiva: 7+000 a 6m del eje

Ubicación: Lado Izquierdo

Ensayo N°: 3

Calib. De Aparato CBR N°

Muestra N: Prof. 0,00 - 1,20 mts.

Sección Pist.:19,24

Método de compact.: T-180

N° de golpes por capa: 56

Ensayo de compactación (PROCTOR)

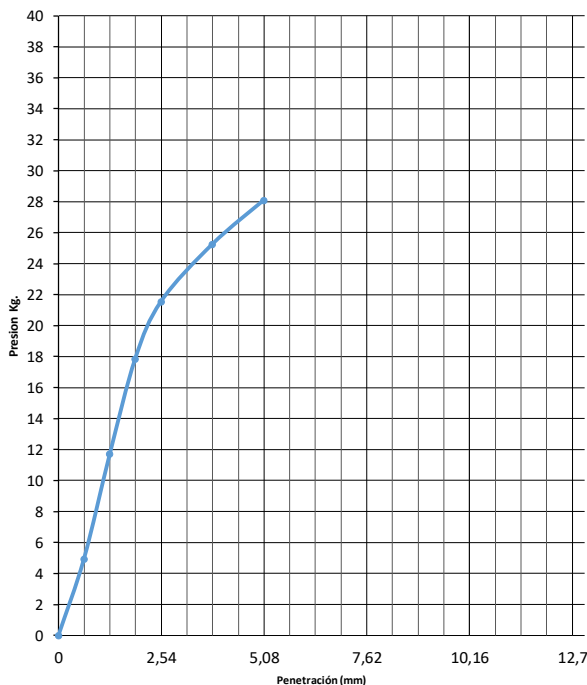
D.M.S. 2055 gr./cm³

H. Optima 8,4 %

1. Moldeo				2. Expansión				3. Penetración					
Molde N°	Un	3	Fecha	Hora	Lect.	Expan.	Difer.	Tiem. En min.	Penet. En mm.	Lect. Defle.	Presión Kg.		ISC
1 Tara + peso material húmedo	gr.	7932	25/6/25		0,00	0,00					Calc.	corr.	%
2 Peso de la tara	gr.	3222	26/6/25	24	0,00	0,00	0,00	0,5	0,63	80	4,9		
3 Volumen Molde	cm³	2,117	27/6/25	48	0,00	0,00	0,00	1	1,27	190	11,7		
4 Peso material húmedo	gr.	4710	28/6/25	72	0,00	0,00	0,00	1,5	1,9	290	17,9		
5 Densidad material húmedo	gr./cm³	2225	29/6/25	96	0,00	0,00	0,00	2	2,54	350	21,6		31
2. Humedad de Moldeo			Altura cil. mm.				116,2	3	3,81	410	25,3		
Cápsula N°	Un	56	Calibración N°				4	5,08	456	28,1			27
6 Tara + peso material húmedo	gr.	170,6	Aro N° K 3000				6	7,62					
7 Tara + peso material seco	gr.	159,0	Reloj Comparador N°				8	10,16					
8 Peso del agua	gr.	11,6	SECCION PIST.				19,24	cm2	10	12,7			
9 Peso de la tara	gr.	19,23	Factor				1,185	K/div.					
10 Peso material seco	gr.	139,8											
11 Humedad	%	8,3											
12 Humedad de moldeo	%	8,3											
13 Densidad material seco	gr./cm³	2054											
14 Diferencia de Humedad	%	-0,1											
15 Compactación	%	100,0											
5. Humedad después del ensayo													
Cápsula N°		37	38	39									
	Un	Arriba	Centro	Abajo									
16 Tara + peso material húmedo	gr.	148,0	140,0	151,0									
17 Tara + peso material seco	gr.	138,2	131,2	141,0									
18 Peso del agua	gr.	9,8	8,8	10									
19 Peso de la tara	gr.	21,66	25,30	19,96									
20 Peso material seco	gr.	116,5	105,9	121,0									
21 Humedad	%	8,4	8,3	8,3									
22 Hum. desp. del ensayo	%		8,3										
6. Resumen del ensayo													
		Result.	Valores Especif.										
23 Hum. De Moldeo	%	8,3											
24 Hum. Desp. Ensayo	%	8,3											
25 Hum. Absorbida	%	0,0											
26 Densidad seca	gr./cm³	2054											
Expansión final		%	0,00										
C.B.R.		%	31										

CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN

CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN



Observaciones:

LABORATORIO DE SUELOS

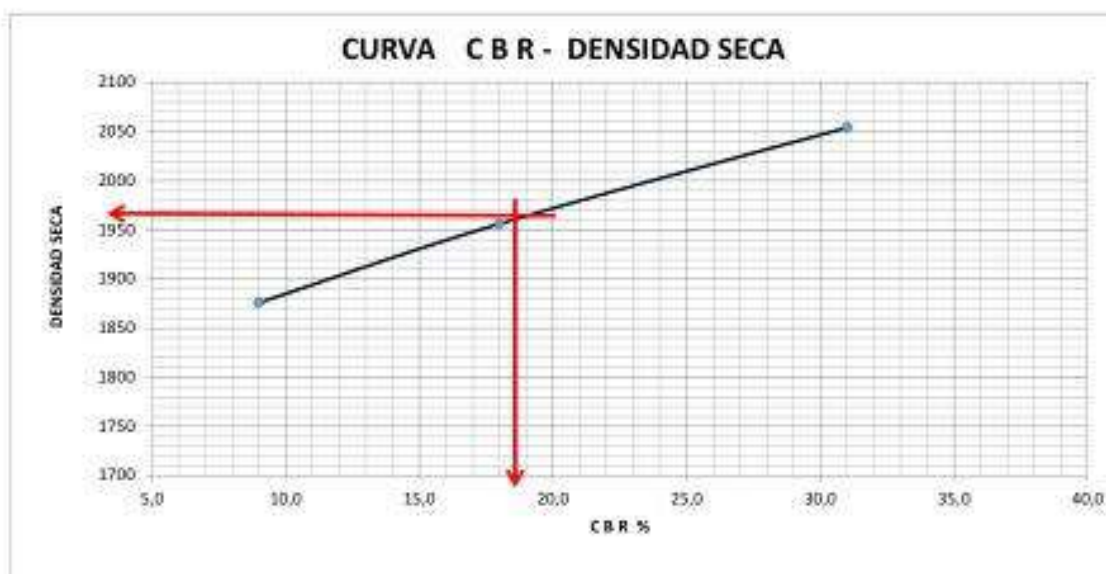
OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

UBIC. : 7+000 a 10m dl eje

Material Arenoso

29 06 2025

Lado Derecho



CBR	%	9,0	18,0	31,0			
Densidad Seca	g ³ /cm ³	1876	1956	2054			
		12-Golpes	25-Golpes	56-Golpes			

Observaciones:

CBR al 95 % = 19

CBR del Mat. = 31

CBR Min. Especif.

DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

Muestra nº 4: progresiva 6+000

LABORATORIO DE SUELOS										
OBRA : Santa María – Pindoju – Durazno										
ENSAYO: LIMITES DE ATTERBERG							Fecha: 24/06/2025			
Metodo: AASHTO T - 89 - 02										
Progresiva:		6+000 Lado Centro eje					Calicata Nº:			
Muestra Nº		4					Fecha de calib.:			
Sondaje Nº							Profundidad:		0,25 - 1,10 mts	
LIMITE LIQUIDO										
Capsula Nº			76	82						
1	Número de Golpes	gr.	20	26						
2	Tara + Peso material húmedo	gr.	45,10	42,80						
3	Tara + Peso material seco	gr.	39,00	39,30						
4	Peso del Agua	gr.	6,10	6,00						
5	Peso de la Tara	gr.	19,80	19,70						
6	Peso material seco	gr.	19,20	19,60						
7	Húmedad	%	31,8	30,6						
8	Factor corrección		1,029	0,995						
9	Húmedad Corregida	%	30,9	30,8						
10	Húmedad Promedio	%	30,8							
TE PLASTICO										
Capsula Nº			194	195						
11	Tara + Peso material húmedo	gr.	15,60	16,10						
12	Tara + Peso material seco	gr.	15,10	15,50						
13	Peso del Agua	gr.	0,50	0,60						
14	Peso de la Tara	gr.	11,20	10,70						
15	Peso material seco	gr.	3,90	4,80						
16	Húmedad	%	12,8	12,5						
17	Húmedad Promedio	%	12,7							
GRANULOMETRIA				CURVA DE FLUIDES HUMEDAD % Nº DE GOLPES						
		Peso Gr.	%							
TAMIZ	Total	200								
4	Ret.	0								
	Pas.	200,00	100,0							
10	Ret.	2,00								
	Pas.	198,00	99,0							
40	Ret.	9,50								
	Pas.	188,50	94,3							
200	Ret.	90,30								
	Pas.	98,20	49,1							
RESULTADOS		VALORES ESPECIF.								
L.L.:		30,8								
L.P.:		12,7								
I.P.:		18,2								
I.G.:		18								
Clas.:		A-6								
Observaciones: Suelo arcilloso										

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

CONTRATISTA :

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR)

Metodo: AASHTO T- 180/99 A-B-C-D

FECHA: 25/6/2025

Progresiva: 6+000 Lado Centro eje

Calicata N°

Muestra N°: 4

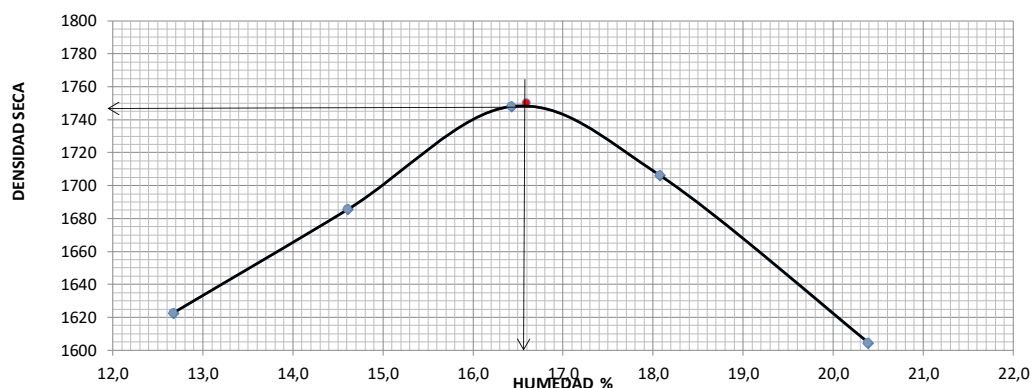
Método:

Sondaje N°:

Profundidad: 0,25 /1,10mts

Puntos			1	2	3	4	5	
Molde n°			5	5	5	5	5	
1	Tara + Peso Mat. Hum.	gr.	3600	3700	3800	3780	3700	
2	Tara	gr.	1832	1832	1832	1832	1832	
3	Peso Material Húmedo	gr.	1768	1868	1968	1948	1868	
4	Volumen del molde	cm3	967	967	967	967	967	
5	Densidad Húmeda	gr./cm3	1828	1932	2035	2014	1932	
Capsula N°			11	196	197	201	15	
6	Tara + Peso material húmedo	gr.	75,00	82,90	96,50	96,00	81,19	
7	Tara + Peso material seco	gr.	68,30	75,20	86,20	84,70	70,80	
8	Peso del Agua	gr.	6,70	7,70	10,30	11,30	10,39	
9	Peso de la Tara	gr.	15,44	22,50	23,50	22,20	19,85	
10	Peso material seco	gr.	52,86	52,70	62,70	62,50	50,95	
11	Húmedad	%	12,7	14,6	16,4	18,1	20,4	
12	Densidad Seca	gr./cm3	1623	1685	1748	1706	1605	

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD SECA



DENSIDAD MAXIMA SECA: 1750 gr./cm3 **HUMEDAD OPTIMA:** 16,6 %

Pisón distinto al standard: SI / NO

Peso del pisón: 2,50Kg. O 4,54 Kg.

Material del Tamiz # 4

Metodo C - D

ALTURA DE CAIDA: 305 mm O 457 mm

Removido:

Reemplazado:

“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

ENSAYO: INDICE DE SOPORTE CALIFORNIA

Método: AASHTO T - 193

FECHA 25/6/2025

Progresiva: 6+000

Ensayo N°: 4

Muestra N: Prof. 0,10 - 1,10 mts.

Método de compact.: T-99

Ubicación: Lado Centro

Calib. De Aparato CBR N°

Sección Pist.:19,24

N° de golpes por capa: 56

Ensayo de compactación (PROCTOR)

D.M.S. 1750 gr./cm³

H. Optima 16,6 %

1. Moldeo

Molde N°	Un	4	Fecha	Hora	Lect.	Expan.	Difer.
1 Tara + peso material húmedo	gr.	10000	25/6/25		0,00	0,00	
2 Peso de la tara	gr.	5595	26/6/25	24	0,00	0,00	0,00
3 Volumen Molde	cm³	2,169	27/6/25	48	1,00	0,86	0,86
4 Peso material húmedo	gr.	4405	28/6/25	72	1,50	1,29	0,43
5 Densidad material húmedo	gr./cm³	2031	29/6/25	96	1,60	1,38	0,09

2. Expansión

Fecha	Hora	Lect.	Expan.	Difer.
25/6/25		0,00	0,00	
26/6/25	24	0,00	0,00	0,00
27/6/25	48	1,00	0,86	0,86
28/6/25	72	1,50	1,29	0,43
29/6/25	96	1,60	1,38	0,09

3. Penetración

Tiem. En min.	Penet. En mm.	Lect. Defle.	Presión Kg. Calc.	ISC
			corr.	%
0,5	0,63	45	1,1	
1	1,27	80	1,9	
1,5	1,9	130	3,1	
2	2,54	195	4,6	7

2. Humedad de Moldeo

Cápsula N°	Un	14	Altura cil. mm.	116,2	3	3,81	230	5,5		6
6 Tara + peso material húmedo	gr.	145,0	Calibración N°		4	5,08	245	5,8		
7 Tara + peso material seco	gr.	131,0	Aro N°	K 1000	6	7,62				
8 Peso del agua	gr.	14,0	Reloj Comparador N°		8	10,16				
9 Peso de la tara	gr.	44,26	SECCION PIST.	19,24 cm2	10	12,7				
10 Peso material seco	gr.	86,74	Factor	0,458 K/div.						
11 Humedad	%	16,1								
12 Humedad de moldeo	%	16,1								
13 Densidad material seco	gr./cm³	1749								
14 Diferencia de Humedad	%	-0,5								
15 Compactación	%	99,9								

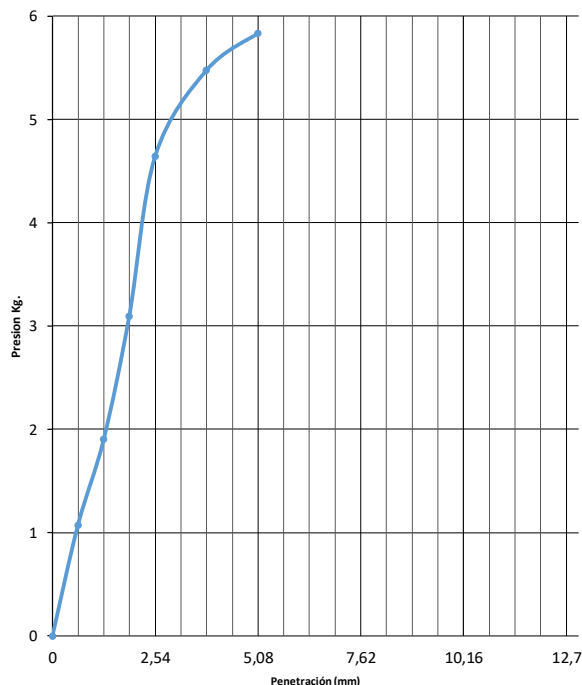
5. Humedad después del ensayo

Cápsula Nº			25	26	27	
			Un	Arriba	Centro	Abajo
16	Tara + peso material húmedo	gr.	140,2	135,6	140,7	
17	Tara + peso material seco	gr.	122,0	118,9	123,2	
18	Peso del agua	gr.	18,2	16,7	17,5	
19	Peso de la tara	gr.	19,56	20,22	25,66	
20	Peso material seco	gr.	102,4	98,7	97,5	
21	Humedad	%	17,8	16,9	17,9	
22	Hum. desp. del ensayo	%		17,5		

6. Resumen del ensayo

	Result.	Valores Especif.
23 Hum. De Moldeo	%	16,1
24 Hum. Desp. Ensayo	%	17,5
25 Hum. Absorbida	%	1,4
26 Densidad seca	gr./cm³	1749
Expansión final	%	1,38
C.B.R.	%	7

CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN



Observaciones:

GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”

DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

Muestra nº 5: progresiva 4+000

LABORATORIO DE SUELOS									
OBRA : Santa María – Pindoju – Durazno									
ENSAYO: LIMITES DE ATTERBERG Metodo: VN - E2 - 65						FECHA: 21/6/2025			
Progresiva: 4+000			POZO Nº: Toma Muestra 0,60						
Muestra Nº 5			Fecha de calib.:						
Sondaje Nº A 3,0 m del eje lado derecho			Profundidad: 0,00 - 1, 20 m						
LIMITE LIQUIDO									
Capsula Nº			29	34					
1	Número de Golpes	gr.	29	22					
2	Tara + Peso material húmedo	gr.	42,24	34,23					
3	Tara + Peso material seco	gr.	35,75	28,48					
4	Peso del Agua	gr.	6,49	5,75					
5	Peso de la Tara	gr.	18,30	13,79					
6	Peso material seco	gr.	17,45	14,69					
7	Húmedad	%	37,2	39,1					
8	Factor corrección		0,980	1,016					
9	Húmedad Corregida	%	37,9	38,5					
10	Húmedad Promedio	%	38,2						
LIMITE PLASTICO									
Capsula Nº			3	12					
11	Tara + Peso material húmedo	gr.	28,31	28,51					
12	Tara + Peso material seco	gr.	25,60	25,42					
13	Peso del Agua	gr.	2,71	3,09					
14	Peso de la Tara	gr.	13,38	11,65					
15	Peso material seco	gr.	12,22	13,77					
16	Húmedad	%	22,2	22,4					
17	Húmedad Promedio	%	22,3						
GRANULOMETRIA									
		Peso Gr.	%						
TAMIZ	Total	200,00							
10		0,55							
		199,45	99,7						
40	Ret.	9,22							
	Pas.	190,23	95,1						
200	Ret.	66,69							
	Pas.	123,54	61,8						
		RESULTADOS	VALORES ESPECIF.						
L.L.:		38,2							
L.P.:		22,3							
I.P.:		15,9							
I.G.:		7							
Clas.:		A-6							
Observaciones:									

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

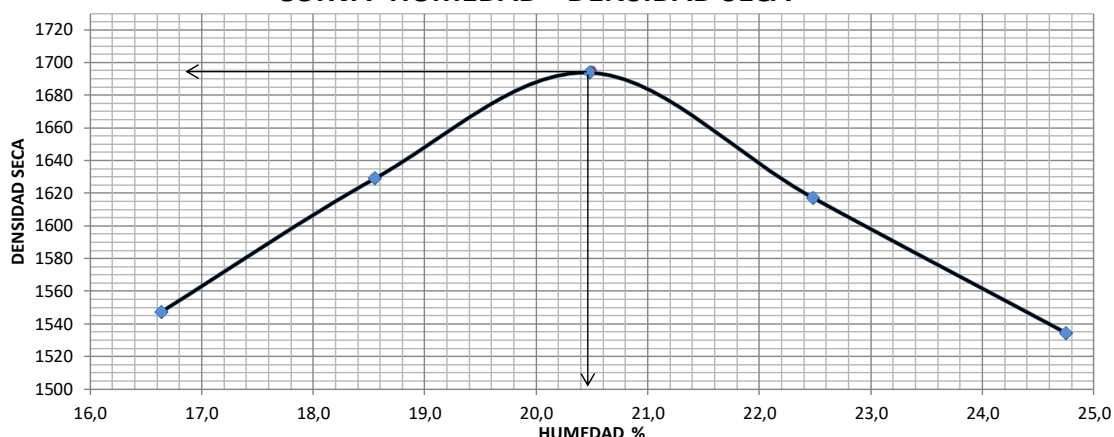
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR)

Metodo: AASHTO T- 180/99 A-B-C-D

FECHA: 22/6/2025

Progresiva:			4+000		POZONº:			Toma Muestra 0,60	
Muestra Nº:			5		Método:			T99	
Sondaje Nº:			A 3,0 Metro del eje		Profundidad:			0,00-1,20 m	
Puntos			1	2	3	4	5		
Molde nº			1	1	1	1	1		
1	Tara + Peso Mat. Hum.	gr.	3680	3798	3900	3844	3782		
2	Tara	gr.	1996	1996	1996	1996	1996		
3	Peso Material Húmedo (1-2)	gr.	1684	1802	1904	1848	1786		
4	Volumen del molde	cm3	933	933	933	933	933		
5	Densidad Húmeda (3/4)	gr./cm3	1805	1931	2041	1981	1914		
Capsula Nº			60	56	55	58	59		
6	Tara + Peso material húmedo	gr.	191,23	140,07	163,03	190,12	186,23		
7	Tara + Peso material seco	gr.	170,33	122,93	140,67	163,52	158,21		
8	Peso del Agua (6-7)	gr.	20,90	17,14	22,36	26,60	28,02		
9	Peso de la Tara	gr.	44,74	30,56	31,51	45,22	45,01		
10	Peso material seco (7-9)	gr.	125,59	92,37	109,16	118,30	113,20		
11	Húmedad (8/10)×100	%	16,6	18,6	20,5	22,5	24,8		
12	Densidad Seca (5/11)/100	gr./cm3	1547	1629	1694	1617	1534		

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD SECA



DENSIDAD MAXIMA SECA: 1695 gr./cm3 HUMEDAD OPTIMA: 20,5 %

Pisón distinto al standard: SI / NO

Peso del pisón: 2,50Kg. O 4,54 Kg.

Material del Tamiz 19 mm

Metodo C - D

ALTURA DE CAIDA: 305 mm O 457 mm

Removido:

Reemplazado:

Observaciones:

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

ENSAYO: INDICE DE SOPORTE CALIFORNIA

Método: AASHTO T - 193 (2003)

FECHA 2/7/2025

Progresiva: 4+000

Ensayo N°:

Muestra N°: 5

Método de compact.: T99

Ubicación: A 3,0 m del eje lado derecho

Calib. De Aparato CBR N° 202759 /2019

Sección Pist.: 19,87

N° de golpes por capa: 56x3

Ensayo de compactación (PROCTOR)

D.M.S. 1,695 gr./cm³

H. Optima 20,5 %

1. Moldeo				2. Expansión					3. Penetración						
	Molde N°	Un	5		Fecha	Hora	Lect.	Expan.	Difer.	Tiem. En min.	Penet. En mm.	Lect. Defle.	Presión Kg.		ISC
1	Tara + peso material húmedo	gr.	9500		2/7/25		0,00								
2	Peso de la tara	gr.	5316		3/7/25	24	0,18	0,16	0,16	0,5	0,63	16	3,8		
3	Volumen Molde	cm³	2047		4/7/25	48	0,35	0,31	0,15	1	1,27	30	7,2		
4	Peso material húmedo	gr.	4184		5/7/25	72	0,45	0,40	0,09	1,5	1,9	42	10,1		
5	Densidad material húmedo	gr./cm³	2,044		6/7/25	96	0,57	0,50	0,11	2	2,54	50	12,0		17
4. Humedad de Moldeo					Altura cil. mm. 113,4					3	3,81	60	14,4		
Cápsula N°		Un	57	61	Calibración N° 1672					4	5,08	65	15,6	15	
6	Tara + peso material húmedo	gr.	191,3	157,1	Aro N° K 1000					6	7,62	72	17,3		
7	Tara + peso material seco	gr.	166,0	138,1	Reloj Comparador N°					8	10,16	76	18,2		
8	Peso del agua	gr.	25,3	19,0	SECCION PIST. 19,87 cm2					10	12,7	79	19,0		
9	Peso de la tara	gr.	40,22	43,62	Factor 4,7711 K/div.					CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN					
10	Peso material seco	gr.	125,8	94,48											
11	Humedad	%	20,1	20,1											
12	Humedad de moldeo	%		20,1											
13	Densidad material seco	gr./cm³		1,702											
14	Diferencia de Humedad	%		-0,4											
15	Compactación	%		100,4											
25															
24															
23															
22															
21															

5. Humedad después del ensayo

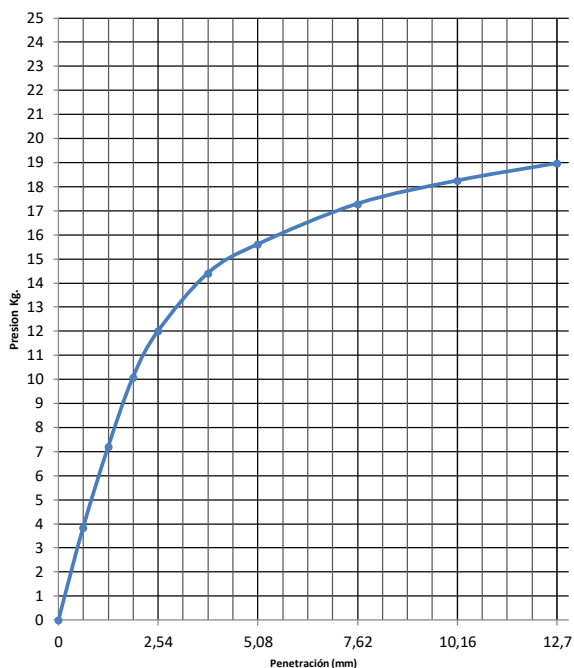
Cápsula N°		44			45			46		
	Un	Arriba	Centro	Abajo						
16 Tara + peso material húmedo	gr.	100,7	112,2	115,5						
17 Tara + peso material seco	gr.	87,1	97,1	98,8						
18 Peso del agua	gr.	13,6	15,1	16,7						
19 Peso de la tara	gr.	23,35	24,38	20,94						
20 Peso material seco	gr.	63,75	72,7	77,86						
21 Humedad	%	21,3	20,8	21,45						
22 Hum. desp. del ensayo	%		21,2							

6. Resumen del ensayo

		Result.	Valores Especif.
23 Hum. De Moldeo	%	20,1	
24 Hum. Desp. Ensayo	%	21,2	
25 Hum. Absorbida	%	1,1	
26 Densidad seca	gr./cm³	1,698	
Expansión final	%	0,50	
C.B.R.	%	17	

Observaciones: Peso despues de embebido= 9528

CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN



**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025**

Muestra nº 6: progresiva 2+000

LABORATORIO DE SUELOS									
OBRA : Santa María – Pindoju – Durazno									
ENSAYO: LIMITES DE ATTERBERG Metodo: VN - E2 - 65						FECHA: 21/6/2025			
Progresiva: 2+000					POZO Nº: Toma muestra 0,60m				
Muestra Nº 6					Fecha de calib.:				
Sondaje Nº A 3,0 m del eje lado derecho					Profundidad: 0,00 - 1,10 m				
LIMITE LIQUIDO									
Capsula Nº									
1	Número de Golpes	gr.							
2	Tara + Peso material húmedo	gr.							
3	Tara + Peso material seco	gr.							
4	Peso del Agua	gr.							
5	Peso de la Tara	gr.	N L						
6	Peso material seco	gr.							
7	Húmedad	%							
8	Factor corrección								
9	Húmedad Corregida	%							
10	Húmedad Promedio	%							
LIMITE PLASTICO									
Capsula Nº									
11	Tara + Peso material húmedo	gr.							
12	Tara + Peso material seco	gr.							
13	Peso del Agua	gr.							
14	Peso de la Tara	gr.	N P						
15	Peso material seco	gr.							
16	Húmedad	%							
17	Húmedad Promedio	%							
GRANULOMETRIA									
		Peso Gr.	%						
TAMIZ	Total	200,00							
10		0,04							
		199,96	100,0						
40	Ret.	12,00							
	Pas.	187,96	94,0						
200	Ret.	137,45							
	Pas.	50,51	25,3						
				CURVA DE FLUIDES					
				HUMEDAD %					
				Nº DE GOLPES					
				5 10 15 20 25 30 35 40 45 50					
				VALORES ESPECIF.					
L.L.:	N L								
L.P.:	N P								
I.P.:	N P								
I.G.:	O								
Clas.:	A-2-4								
Observaciones:									

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

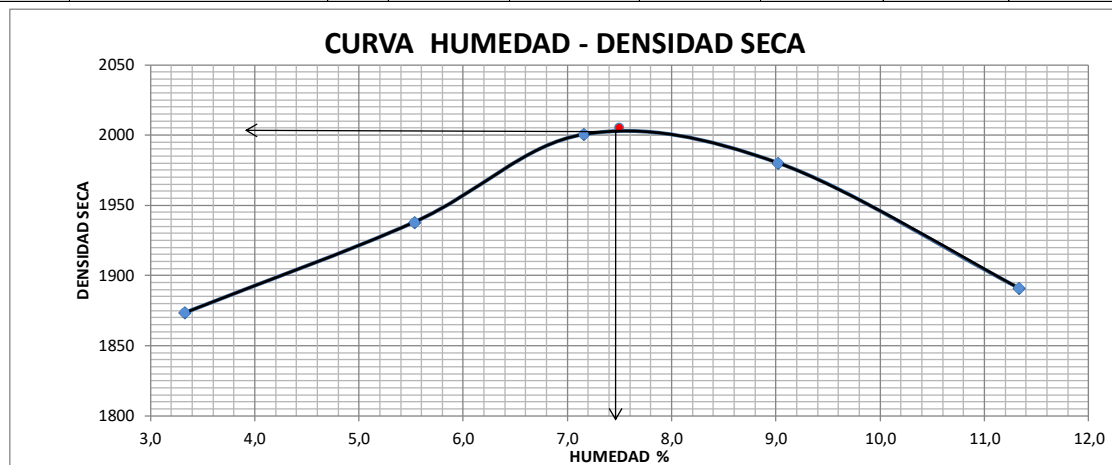
OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR)

Metodo: AASHTO T- 180/99 A-B-C-D

FECHA: 22/6/2025

Progresiva:			2+000		POZONº:			Toma muestra 0,60m	
Muestra Nº:			6		Método:			T180	
Sondaje Nº:			A 3,0 Metro del eje lado derecho		Profundidad:			0,00-1,10 m	
Puntos			1	2	3	4	5		
Molde nº			1	1	1	1	1		
1	Tara + Peso Mat. Hum.	gr.	3802	3904	3996	4010	3960		
2	Tara	gr.	1996	1996	1996	1996	1996		
3	Peso Material Húmedo (1-2)	gr.	1806	1908	2000	2014	1964		
4	Volumen del molde	cm3	933	933	933	933	933		
5	Densidad Húmeda (3/4)	gr./cm3	1936	2045	2144	2159	2105		
Capsula Nº			55	56	57	58	60		
6	Tara + Peso material húmedo	gr.	224,09	193,09	260,04	256,51	189,23		
7	Tara + Peso material seco	gr.	217,88	184,57	245,35	239,03	174,52		
8	Peso del Agua (6-7)	gr.	6,21	8,52	14,69	17,48	14,71		
9	Peso de la Tara	gr.	31,51	30,56	40,22	45,22	44,74		
10	Peso material seco (7-9)	gr.	186,37	154,01	205,13	193,81	129,78		
11	Húmedad (8/10)×100	%	3,3	5,5	7,2	9,0	11,3		
12	Densidad Seca (5/11)/100	gr./cm3	1873	1938	2000	1980	1891		



DENSIDAD MAXIMA SECA: **2005** **gr./cm3** **HUMEDAD OPTIMA:** **7,5** **%**

Pisón distinto al standard: SI / NO

Peso del pisón:	2,50Kg. O 4,54 Kg.	Material del Tamiz 19 mm	Metodo C - D
ALTURA DE CAIDA:	305 mm O 457 mm	Removido:	Reemplazado:

Observaciones:

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

ENSAYO: INDICE DE SOPORTE CALIFORNIA

Método: AASHTO T - 193 (2003)

FECHA **2/7/2025**

Progresiva: 2+000

Ensayo N°:

Muestra N°: 6

Método de compact.: T180

Ubicación: A 3,0 m del eje lado derecho

Calib. De Aparato CBR N° 202759 /2019

Sección Pist.: 19,24

N° de golpes por capa: 56×5

Ensayo de compactación (PROCTOR)

D.M.S. **2,005** gr./cm³

H. Optima **7,5** %

1. Moldeo				2. Expansión					3. Penetración						
Molde N°		Un	10	Fecha	Hora	Lect.	Expan.	Difer.	Tiem. En min.	Penet. En mm.	Lect. Defle.	Presión Kg.		ISC	
												Calc.	corr.	%	
1	Tara + peso material húmedo		gr.	9584	2/7/25		0,00			0,5	0,63	28	3,1		
2	Peso de la tara		gr.	5152	3/7/25	24	0,09	0,08	0,08	1	1,27	75	8,2		
3	Volumen Molde		cm³	2111	4/7/25	48	0,19	0,16	0,09	1	1,27	75	8,2		
4	Peso material húmedo		gr.	4432	5/7/25	72	0,28	0,24	0,08	1,5	1,9	150	16,3		
5	Densidad material húmedo		gr./cm³	2,099	6/7/25	96	0,35	0,30	0,06	2	2,54	230	25,1	36	
4. Humedad de Moldeo				Altura cil. mm. 117,1					3	3,81	340	37,1			
Cápsula N°		Un	56	57	Calibración N° 1672					4	5,08	405	44,1	42	
6	Tara + peso material húmedo		gr.	184,9	185,6	Aro N° K 5000					6	7,62	480	52,3	
7	Tara + peso material seco		gr.	174,6	175,6	Reloj Comparador N°					8	10,16	520	56,7	
8	Peso del agua		gr.	10,3	10,0	SECCION PIST. 19,24 cm2					10	12,7	540	58,9	
9	Peso de la tara		gr.	30,56	40,22	Factor 2,0971 K/div.									
10	Peso material seco		gr.	144	135,4										
11	Humedad		%	7,2	7,4										
12	Humedad de moldeo		%		7,3										
13	Densidad material seco		gr./cm³	1,957											
14	Diferencia de Humedad		%	-0,2											
15	Compactación		%	97,6											
5. Humedad después del ensayo															
Cápsula N°			48	49	50										
		Un	Arriba	Centro	Abajo										
16	Tara + peso material húmedo		gr.	151,3	161,2	166,6									
17	Tara + peso material seco		gr.	140,5	150,6	155,6									
18	Peso del agua		gr.	10,8	10,6	11,0									
19	Peso de la tara		gr.	23,45	23,24	23,52									
20	Peso material seco		gr.	117,1	127,4	132,1									
21	Humedad		%	9,2	8,3	8,328									
22	Hum. desp. del ensayo		%		8,6										
6. Resumen del ensayo															
			Result.	Valores Especif.											
23	Hum. De Moldeo		%	7,3											
24	Hum. Desp. Ensayo		%	8,6											
25	Hum. Absorbida		%	1,4											
26	Densidad seca		gr./cm³	1,955											
Expansión final			%	0,30											
C.B.R.			%	42											

CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN

Observaciones: Peso despues de embebido= 9634

GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”

DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

Muestra nº 7: progresiva 0+100

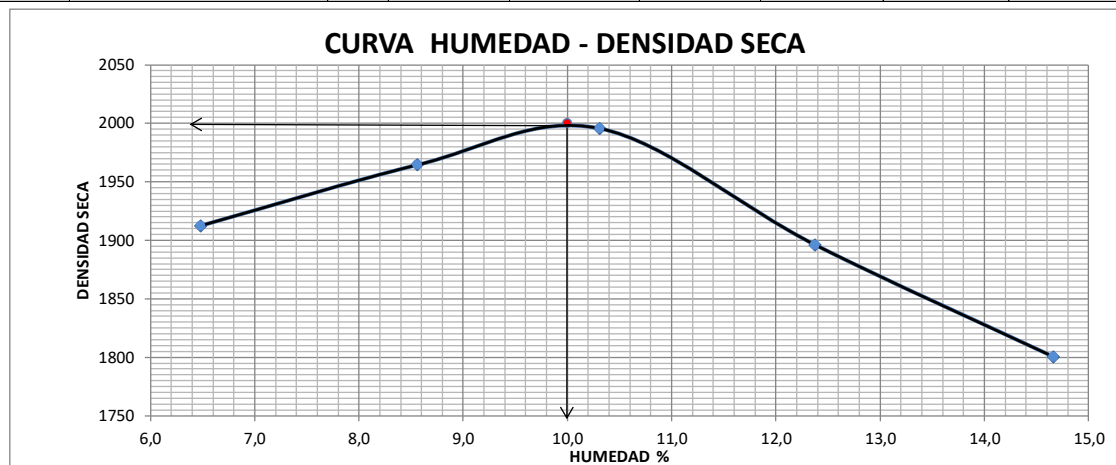
LABORATORIO DE SUELOS							
OBRA : Santa María – Pindoju – Durazno							
ENSAYO: LIMITES DE ATTERBERG Metodo: VN - E2 - 65						FECHA: 22/6/2025	
Progresiva: 0+100				POZO Nº:			
Muestra Nº 7				Fecha de calib.:			
Sondaje Nº A 15 Metro del eje Lado Izquierdo				Profundidad: 0,00-0,50 m			
LIMITE LIQUIDO							
Capsula Nº		13	19				
1 Número de Golpes	gr.	27	22				
2 Tara + Peso material húmedo	gr.	41,80	49,80				
3 Tara + Peso material seco	gr.	38,29	45,11				
4 Peso del Agua	gr.	3,51	4,69				
5 Peso de la Tara	gr.	13,74	13,90				
6 Peso material seco	gr.	24,55	31,21				
7 Humedad	%	14,3	15,0				
8 Factor corrección		0,990	1,016				
9 Humedad Corregida	%	14,4	14,8				
10 Humedad Promedio	%	14,6					
LIMITE PLASTICO							
Capsula Nº		8	9				
11 Tara + Peso material húmedo	gr.	24,48	24,29				
12 Tara + Peso material seco	gr.	23,48	23,29				
13 Peso del Agua	gr.	1,00	1				
14 Peso de la Tara	gr.	14,05	13,84				
15 Peso material seco	gr.	9,43	9,45				
16 Humedad	%	10,6	10,6				
17 Humedad Promedio	%	10,6					
GRANULOMETRIA							
		Peso Gr.	%				
TAMIZ	Total	200,00					
10		0,48					
		199,52	99,8				
40	Ret.	9,27					
	Pas.	190,25	95,1				
200	Ret.	105,20					
	Pas.	85,05	42,5				
		RESULTADOS	VALORES ESPECIF.				
L.L.:		14,6					
L.P.:		10,6					
I.P.:		4,0					
I.G.:		2					
Clas.:		A-4					
				CURVA DE FLUIDES			
				HUMEDAD %			
				Nº DE GOLPES			
Observaciones:							

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR)					FECHA: 22/6/2025		
Metodo: AASHTO T- 180/99 A-B-C-D							
Progresiva:		0+100			POZONº:		
Muestra Nº:		7			Método: T99		
Sondaje Nº:		A 15 Metro del eje Lado Izquierdo			Profundidad: 0,00-0,50 m		
Puntos		1	2	3	4	5	
Molde nº		1	1	1	1	1	
1	Tara + Peso Mat. Hum.	gr.	3896	3986	4050	3984	3922
2	Tara	gr.	1996	1996	1996	1996	1996
3	Peso Material Húmedo (1-2)	gr.	1900	1990	2054	1988	1926
4	Volumen del molde	cm3	933	933	933	933	933
5	Densidad Húmeda (3/4)	gr./cm3	2036	2133	2202	2131	2064
Capsula Nº		55	57	58	59	60	
6	Tara + Peso material húmedo	gr.	203,57	229,01	240,94	260,49	196,23
7	Tara + Peso material seco	gr.	193,10	214,12	222,65	236,76	176,86
8	Peso del Agua (6-7)	gr.	10,47	14,89	18,29	23,73	19,37
9	Peso de la Tara	gr.	31,51	40,22	45,22	45,01	44,74
10	Peso material seco (7-9)	gr.	161,59	173,90	177,43	191,75	132,12
11	Húmedad (8/10)×100	%	6,5	8,6	10,3	12,4	14,7
12	Densidad Seca (5/11)/100	gr./cm3	1913	1965	1996	1896	1800



DENSIDAD MÁXIMA SECA:	2000	gr./cm3	HUMEDAD ÓPTIMA:	10,0	%
Pisón distinto al standard: SI / NO					
Peso del pisón:	2,50Kg. O 4,54 Kg.	Material del Tamiz 19 mm	Metodo C - D		
ALTURA DE CAIDA:	305 mm O 457 mm	Removido:	Reemplazado:		

Observaciones:

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

ENSAYO: INDICE DE SOPORTE CALIFORNIA

Método: AASHTO T - 193 (2003)

FECHA 2/7/2025

Progresiva: 0+100

Ensayo N°:

Muestra N°: 7

Método de compact.: T99

Ubicación: A 15 Metro del eje Lado Izquierdo

Calib. De Aparato CBR N° 202759 /2019

Sección Pist.: 19,87

N° de golpes por capa: 56x3

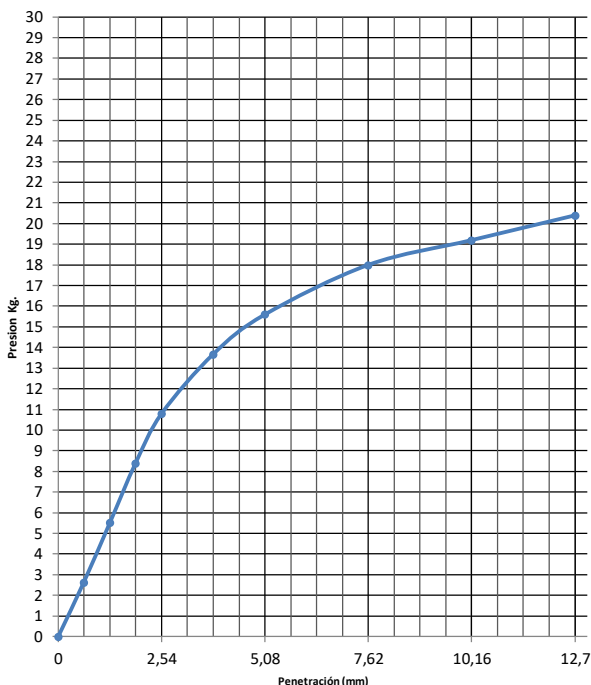
Ensayo de compactación (PROCTOR)

D.M.S. 2,000 gr./cm³

H. Optima 10,0 %

1. Moldeo				2. Expansión					3. Penetración					
Molde N°	Un	9		Fecha	Hora	Lect.	Expan.	Difer.	Tiem. En min.	Penet. En mm.	Lect. Defle.	Presión Kg.		ISC
												Calc.	corr.	%
1	Tara + peso material húmedo	gr.	9516	2/7/25		0,00				0,5	0,63	11	2,6	
2	Peso de la tara	gr.	4876	3/7/25	24	0,00	0,00	0,00	1	1,27	23	5,5		
3	Volumen Molde	cm³	2117	4/7/25	48	0,00	0,00	0,00	1,5	1,9	35	8,4		
4	Peso material húmedo	gr.	4640	5/7/25	72	0,00	0,00	0,00	2	2,54	45	10,8		15
5	Densidad material húmedo	gr./cm³	2,192	6/7/25	96	0,00	0,00	0,00	3	3,81	57	13,7		
4. Humedad de Moldeo				Altura cil. mm. 114,1					3	3,81	57	13,7		
Cápsula N°		Un	59	60	Calibración N° 1672					4	5,08	65	15,6	15
6	Tara + peso material húmedo	gr.	237,4	225,5	Aro N° K 1000					6	7,62	75	18,0	
7	Tara + peso material seco	gr.	220,6	209,1	Reloj Comparador N°					8	10,16	80	19,2	
8	Peso del agua	gr.	16,8	16,4	SECCION PIST. 19,87 cm2					10	12,7	85	20,4	
9	Peso de la tara	gr.	45,01	44,74	Factor 4,7711 K/div.									
10	Peso material seco	gr.	175,6	164,4										
11	Humedad	%	9,6	10,0										
12	Humedad de moldeo	%		9,8										
13	Densidad material seco	gr./cm³		1,997										
14	Diferencia de Humedad	%		-0,2										
15	Compactación	%		99,8										
5. Humedad después del ensayo														
Cápsula N°			40	41	42									
		Un	Arriba	Centro	Abajo									
16	Tara + peso material húmedo	gr.	133,3	142,2	153,2									
17	Tara + peso material seco	gr.	121,5	131,5	138,8									
18	Peso del agua	gr.	11,8	10,7	14,4									
19	Peso de la tara	gr.	22,23	23,23	23,84									
20	Peso material seco	gr.	99,27	108,3	115									
21	Humedad	%	11,9	9,9	12,53									
22	Hum. desp. del ensayo	%		11,4										
6. Resumen del ensayo														
			Result.	Valores Especif.										
23	Hum. De Moldeo	%	9,8											
24	Hum. Desp. Ensayo	%	11,4											
25	Hum. Absorbida	%	1,7											
26	Densidad seca	gr./cm³	1,977											
Expansión final		%	0,00											
C.B.R.		%	15											

CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN



Observaciones: Peso despues de embebido= 9538

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

PLANILLA DE PRESTAMOS

LABORATORIO DE SUELOS																																																					
OBRA : Santa María – Pindoju – Durazno																																																					
ENSAYO: LIMITES DE ATTERBERG						FECHA: 1 07 2019																																															
Metodo: AASHTO T - 89 - 02																																																					
Progresiva: 11+000 Lado Derecho a 80 mts del eje						Calicata Nº: 3																																															
Muestra Nº Prestamo Externo						Fecha de calib.:																																															
Sondaje Nº Vol. :100*100*1,5mts : 15.000 m3.						Profundidad : 0,00 - 1,50mts.																																															
LIMITE LIQUIDO																																																					
Capsula Nº				80	89																																																
1	Número de Golpes		gr.	25	25																																																
2	Tara + Peso material húmedo		gr.	50,00	51,66																																																
3	Tara + Peso material seco		gr.	41,60	42,89																																																
4	Peso del Agua		gr.	8,40	8,77																																																
5	Peso de la Tara		gr.	19,94	19,85																																																
6	Peso material seco		gr.	21,66	23,04																																																
7	Húmedad		%	38,8	38,1																																																
8	Factor corrección			1,000	1,000																																																
9	Húmedad Corregida		%	38,8	38,1																																																
10	Húmedad Promedio		%	38,4																																																	
LIMITE PLASTICO																																																					
Capsula Nº				30	32																																																
11	Tara + Peso material húmedo		gr.	20,26	19,85																																																
12	Tara + Peso material seco		gr.	19,00	18,60																																																
13	Peso del Agua		gr.	1,26	1,25																																																
14	Peso de la Tara		gr.	14,86	14,37																																																
15	Peso material seco		gr.	4,14	4,23																																																
16	Húmedad		%	30,4	29,6																																																
17	Húmedad Promedio		%	30,0																																																	
<table border="1" style="width: 30%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center; padding: 5px;">GRANULOMETRIA</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th style="padding: 5px;">Peso Gr.</th> <th style="padding: 5px;">%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">TAMIZ</td> <td style="padding: 5px;">Total</td> <td style="padding: 5px;">200</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px;">Ret.</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">4</td> <td style="padding: 5px;">Pas.</td> <td style="padding: 5px;">200,00</td> <td style="padding: 5px;">100,0</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px;">Ret.</td> <td style="padding: 5px;">5,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">10</td> <td style="padding: 5px;">Pas.</td> <td style="padding: 5px;">195,00</td> <td style="padding: 5px;">97,5</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px;">Ret.</td> <td style="padding: 5px;">10,33</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">40</td> <td style="padding: 5px;">Pas.</td> <td style="padding: 5px;">184,67</td> <td style="padding: 5px;">92,3</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px;">Ret.</td> <td style="padding: 5px;">38,66</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">200</td> <td style="padding: 5px;">Pas.</td> <td style="padding: 5px;">146,01</td> <td style="padding: 5px;">73,0</td> </tr> </tbody> </table> HUMEDAD % 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50										GRANULOMETRIA						Peso Gr.	%	TAMIZ	Total	200			Ret.	0		4	Pas.	200,00	100,0		Ret.	5,00		10	Pas.	195,00	97,5		Ret.	10,33		40	Pas.	184,67	92,3		Ret.	38,66		200	Pas.	146,01	73,0
GRANULOMETRIA																																																					
		Peso Gr.	%																																																		
TAMIZ	Total	200																																																			
	Ret.	0																																																			
4	Pas.	200,00	100,0																																																		
	Ret.	5,00																																																			
10	Pas.	195,00	97,5																																																		
	Ret.	10,33																																																			
40	Pas.	184,67	92,3																																																		
	Ret.	38,66																																																			
200	Pas.	146,01	73,0																																																		

RESULTADOS		VALORES ESPECIF.
L.L.:	38,4	
L.P.:	30,0	
I.P.:	8,4	
I.G.:	6	
Clas.:	A-4	

Observaciones: Suelo arcilloso

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

CONTRATISTA :

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR)

Metodo: AASHTO T- 180/99 A-B-C-D

FECHA: 3 07 2019

Progresiva: 11+000 Lado Derecho a 80 mts del eje

Calicata Nº 1-2-3-4

Muestra Nº: Prestamo Externo

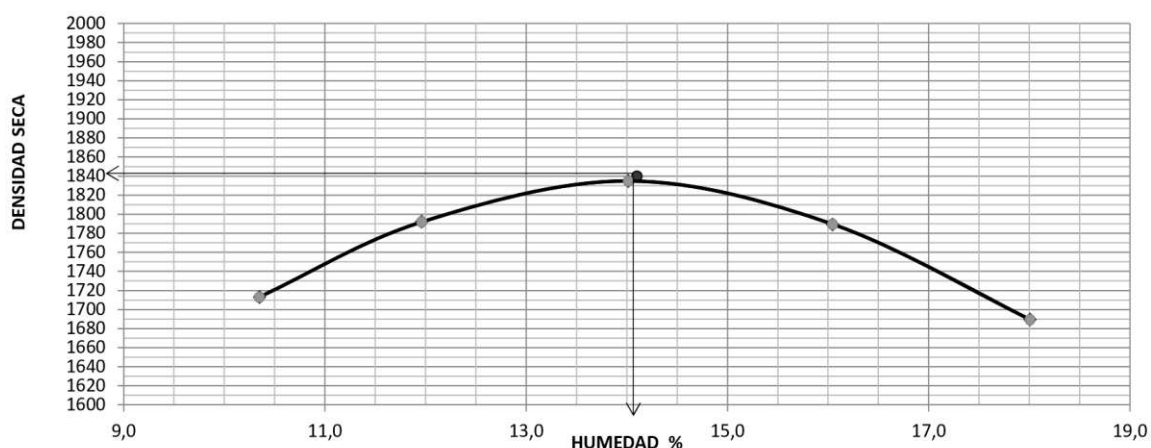
Método:

Sondaje Nº: Vol. :100*100*1,5mts : 15.000 m3.

Profundidad: 0,00/1,50mts

Puntos			1	2	3	4	5	
Molde nº			5	5	5	5	5	
1	Tara + Peso Mat. Hum.	gr.	3660	3772	3855	3840	3760	
2	Tara	gr.	1832	1832	1832	1832	1832	
3	Peso Material Húmedo	gr.	1828	1940	2023	2008	1928	
4	Volumen del molde	cm3	967	967	967	967	967	
5	Densidad Húmeda	gr./cm3	1890	2006	2092	2077	1994	
Capsula Nº			1	2	3	4	5	
6	Tara + Peso material húmedo	gr.	88,55	99,63	93,00	100,02	88,66	
7	Tara + Peso material seco	gr.	82,00	92,00	84,90	90,16	78,00	
8	Peso del Agua	gr.	6,55	7,63	8,10	9,86	10,66	
9	Peso de la Tara	gr.	18,70	28,20	27,10	28,70	18,80	
10	Peso material seco	gr.	63,30	63,80	57,80	61,46	59,20	
11	Húmedad	%	10,3	12,0	14,0	16,0	18,0	
12	Densidad Seca	gr./cm3	1713	1792	1835	1789	1690	

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD SECA



DENSIDAD MAXIMA SECA: 1840 gr./cm3 HUMEDAD OPTIMA: 14,1 %

Pisón distinto al standard: SI / NO

Peso del pisón: 2,50Kg. O 4,54 Kg.

Material del Tamiz # 4 Metodo C - D

ALTURA DE CAIDA: 305 mm O 457 mm

Removido: Reemplazado:

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

ENSAYO: INDICE DE SOPORTE CALIFORNIA

Método: AASHTO T - 193

FECHA 4 07 2019

Progresiva: 11+000 a 80 mts del eje

Ubicación: Lado Derecho

Ensayo Nº: Prestamo Externo

Calib. De Aparato CBR Nº

Muestra N: Vol. :100*100*1,5mts : 15.000 m3.

Sección Pist.:19,24

Método de compact.: T-99

Nº de golpes por capa: 12

Ensayo de compactación (PROCTOR)

D.M.S. 1840 gr./cm³

H. Optima 14,1 %

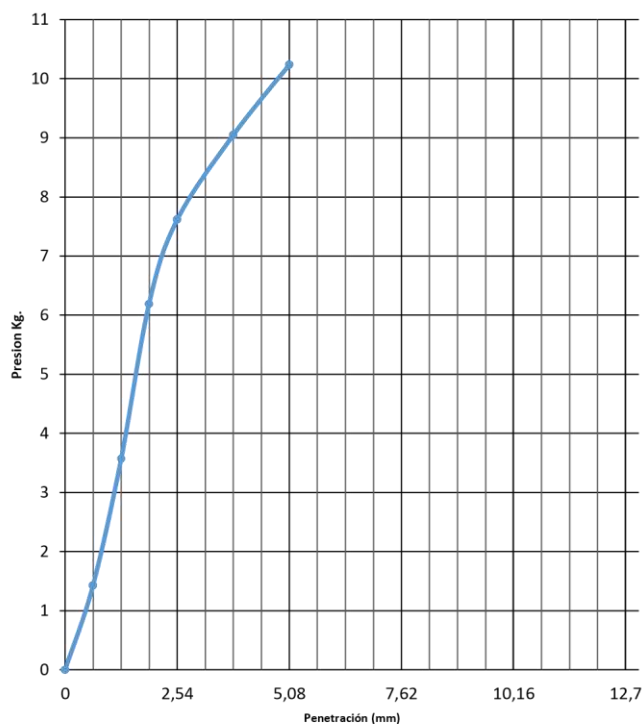
1. Moldeo				2. Expansión					3. Penetración					
	Molde N°	Un	9	Fecha	Hora	Lect.	Expan.	Difer.	Tiem. En min.	Penet. En mm.	Lect. Defle.	Presión Kg.		ISC
1	Tara + peso material húmedo	gr.	7588	4 7 19		0,00	0,00							
2	Peso de la tara	gr.	3196	5 7 19	24	0,40	0,34	0,34	0,5	0,63	60	1,4		
3	Volumen Molde	cm³	2,087	6 7 19	48	0,60	0,52	0,17	1	1,27	150	3,6		
4	Peso material húmedo	gr.	4392	7 7 19	72	0,90	0,77	0,26	1,5	1,9	260	6,2		
5	Densidad material húmedo	gr./cm³	2104	8 7 19	96	1,57	1,35	0,58	2	2,54	320	7,6		11

2. Humedad de Moldeo				Altura cil. mm.										
Cápsula Nº	Un		33	116,2					3	3,81	380	9,0		
6 Tara + peso material húmedo	gr.	122,0		Calibración Nº					4	5,08	430	10,2		10
7 Tara + peso material seco	gr.	108,8		Aro Nº				K 1000	6	7,62				
8 Peso del agua	gr.	13,2		Reloj Comparador Nº					8	10,16				
9 Peso de la tara	gr.	15,19		SECCION PIST.				19,24 cm2	10	12,7				
10 Peso material seco	gr.	93,59		Factor				0,458 K/div.						

10	Peso material seco	gr.	93,59	
11	Humedad	%	14,1	
12	Humedad de moldeo	%	14,1	
13	Densidad material seco	gr./cm³	1844	
14	Diferencia de Humedad	%	0,0	
15	Compactación	%	100,2	

6. Resumen del ensayo				
		Result.	Valores Especif.	
23 Hum. De Moldeo	%	14,1		
24 Hum. Desp. Ensayo	%	15,1		
25 Hum. Absorbida	%	1,0		
26 Densidad seca	gr./cm³	1844		
Expansión final		%	1,35	
C.B.R.		%	11	

CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN



Observaciones:

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA : Santa María – Pindoju – Durazno

ENSAYO: LIMITES DE ATTERBERG

Metodo: AASHTO T - 89 - 02

FECHA: 2 07 2019

Progresiva:	6+200 Lado Derecho y Lado Izquierdo	Calicata Nº:	3
Muestra Nº	Prestamo Externo	Fecha de calib.:	
Sondaje Nº	Vol. : 100 *80*1,5mts : 12.000 m3	Profundidad :	0,00 - 1,50 mts.

LIMITE LIQUIDO

Capsula Nº				76	75				
1	Número de Golpes		gr.	20	30				
2	Tara + Peso material húmedo		gr.	49,55	49,00				
3	Tara + Peso material seco		gr.	39,00	41,00				
4	Peso del Agua		gr.	10,55	8,00				
5	Peso de la Tara		gr.	19,94	19,58				
6	Peso material seco		gr.	19,06	21,42				
7	Húmedad		%	55,4	37,3				
8	Factor corrección			1,029	0,976				
9	Húmedad Corregida		%	53,8	38,3				
10	Húmedad Promedio		%	46,0					

LIMITE PLASTICO

Capsula Nº				8	11				
11	Tara + Peso material húmedo		gr.	20,00	19,00				
12	Tara + Peso material seco		gr.	18,95	18,06				
13	Peso del Agua		gr.	1,05	0,94				
14	Peso de la Tara		gr.	15,42	14,85				
15	Peso material seco		gr.	3,53	3,21				
16	Húmedad		%	29,7	29,3				
17	Húmedad Promedio		%	29,5					

GRANULOMETRIA

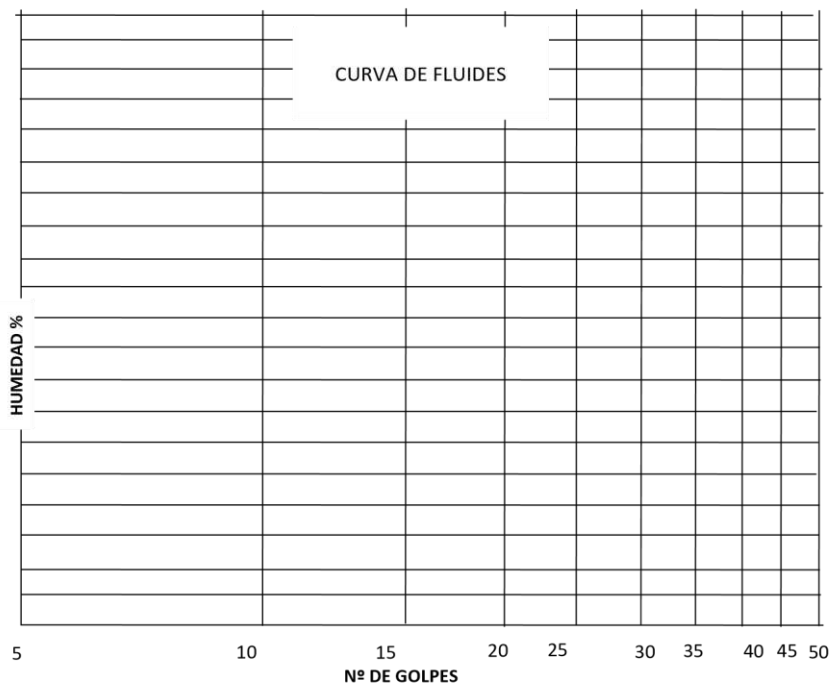
		Peso Gr.	%
TAMIZ	Total	200	
4	Ret.	0	
	Pas.	200,00	100,0
10	Ret.	2,00	
	Pas.	198,00	99,0
40	Ret.	15,63	
	Pas.	182,37	91,2
200	Ret.	56,99	
	Pas.	125,38	62,7

RESULTADOS

VALORES
ESPECIF.

L.L.:	46,0	
L.P.:	29,5	
I.P.:	16,5	
I.G.:	18	
Clas.:	A-6	

CURVA DE FLUIDES



Observaciones: Suelo arcilloso

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno							
CONTRATISTA :							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR)					FECHA:		
Metodo: AASHTO T- 180/99 A-B-C-D					3 07 2019		
Progresiva: 6+200 Lado Izquierdo y Lado Derecho					Calicata Nº 1-2-3-4		
Muestra Nº: Prestamo Externo					Método:		
Sondaje Nº: Vol. : 100*80*1,5 mts : 12.000 m3					Profundidad: 0,00 - 1,50 mts.		
Puntos			1	2	3	4	5
Molde nº			5	5	5	5	5
1	Tara + Peso Mat. Hum.	gr.	3500	3620	3750	3750	3685
2	Tara	gr.	1832	1832	1832	1832	1832
3	Peso Material Húmedo	gr.	1668	1788	1918	1918	1853
4	Volumen del molde	cm3	967	967	967	967	967
5	Densidad Húmeda	gr./cm3	1725	1849	1983	1983	1916
Capsula Nº			6	7	8	9	10
6	Tara + Peso material húmedo	gr.	80,00	85,63	90,26	91,26	100,00
7	Tara + Peso material seco	gr.	73,80	76,75	81,00	84,30	86,95
8	Peso del Agua	gr.	6,20	8,88	9,26	6,96	13,05
9	Peso de la Tara	gr.	22,35	13,81	24,94	45,96	23,63
10	Peso material seco	gr.	51,45	62,94	56,06	38,34	63,32
11	Húmedad	%	12,1	14,1	16,5	18,2	20,6
12	Densidad Seca	gr./cm3	1539	1620	1702	1679	1589

CURVA HUMEDAD - DENSIDAD SECA

DENSIDAD MAXIMA SECA:	1705	gr./cm3	HUMEDAD OPTIMA:	16,9	%
Pisón distinto al standard: SI / NO					
Peso del pisón:	2,50Kg. O 4,54 Kg.	Material del Tamiz # 4	Metodo C - D		
ALTURA DE CAIDA:	305 mm O 457 mm	Removido:	Reemplazado:		

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

LABORATORIO DE SUELOS

OBRA: Santa María – Pindoju – Durazno

ENSAYO: INDICE DE SOPORTE CALIFORNIA

Método: AASHTO T - 193

FECHA 5 07 2019

Progresiva: 6+200

Ensayo N°: Prestamo Externo

Muestra N:Vol.: 100 *80*1,5mts:12.000 m3

Método de compact.: T-99

Ubicación: Lado Derecho y Lado Izquierdo

Calib. De Aparato CBR N°

Sección Pist.:19,24

N° de golpes por capa:

Ensayo de compactación (PROCTOR)

D.M.S. **1705** gr./cm³

H. Optima **16,9** %

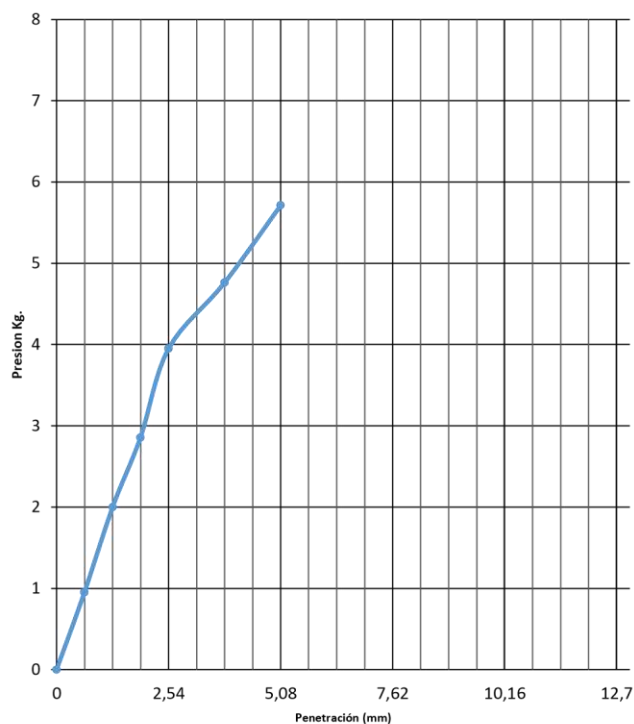
1. Moldeo				2. Expansión					3. Penetración					
Molde N°	Un			Fecha	Hora	Lect.	Expan.	Difer.	Tiem. En min.	Penet. En mm.	Lect. Defle.	Presión Kg.		ISC
1 Tara + peso material húmedo	gr.	7485		5 7 19		0,00	0,00					Calc.	corr.	%
2 Peso de la tara	gr.	3234		6 7 19	24	0,90	0,77	0,77	0,5	0,63	40	1,0		
3 Volumen Molde	cm³	2,127		7 7 19	48	1,16	1,00	0,22	1	1,27	84	2,0		
4 Peso material húmedo	gr.	4251		8 7 19	72	2,66	2,29	1,29	1,5	1,9	120	2,9		
5 Densidad material húmedo	gr./cm³	1999		9 7 19	96	3,20	2,75	0,46	2	2,54	166	4,0		6

2. Humedad de Moldeo				Altura cil. mm.					3. Penetración					
Cápsula N°	Un		41	116,2					3	3,81	200	4,8		
6 Tara + peso material húmedo	gr.	160,0		Calibración N°					4	5,08	240	5,7		5
7 Tara + peso material seco	gr.	141,1		Aro N° K 1000					6	7,62				
8 Peso del agua	gr.	18,9		Reloj Comparador N°					8	10,16				
9 Peso de la tara	gr.	30,14		SECCION PIST. 19,24 cm2					10	12,7				
10 Peso material seco	gr.	111		Factor 0,458 K/div.										

10	Peso material seco	gr.	111	
11	Humedad	%	17,0	
12	Humedad de moldeo	%	17,0	
13	Densidad material seco	gr./cm³	1708	
14	Diferencia de Humedad	%	0,1	
15	Compactación	%	100,2	

6. Resumen del ensayo			
		Result.	Valores Especif.
23 Hum. De Moldeo	%	17,0	
24 Hum. Desp. Ensayo	%	18,1	
25 Hum. Absorbida	%	1,0	
26 Densidad seca	gr./cm³	1708	
Expansión final	%	2,75	
C.B.R.	%	6	

CURVA DE PRESIÓN - PENETRACIÓN



Observaciones:

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025



**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

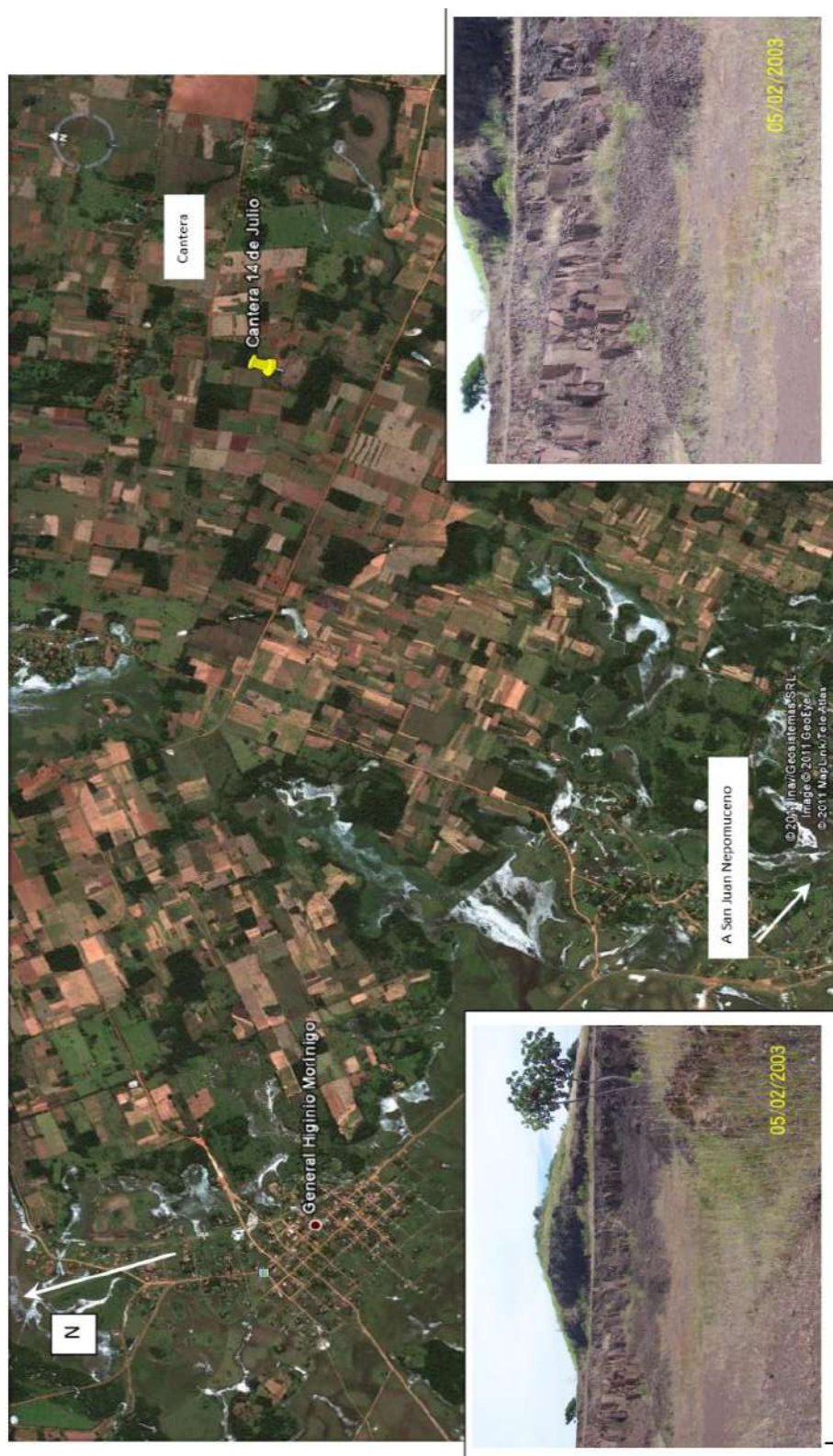


**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025**

Cantera Higiniio Morínigo

PRESTAMO DE ROCA	
UBICACIÓN	
	LOCALIDAD; A 3,2 Km de H. Morinigo de la ruta a S. J. Nepomuceno. - Dto de Caazapa.
	COORDENADAS;
	LATITUD; 597,530
	LONGITUD; 7,122,192
MATERIAL	
	DESCRIPCION VISUAL;
	Roca gris parduzco, compacto y denso, con signos de alteración por la formación de halos de hematita de color rojizo oscuro.
	DESCRIPCION PETROGRAFICA;
	Los minerales presentes son principalmente piroxenos de la variedad augita, feldspatos plagioclasas, minerales olivínicos pseudomórficos, serpentinas y otros de menor tenor.
	Minerales accesorios representados por minerales opacos irregulares como magnetita, ilmenita y minerales ferromagnesianos.
	CLASIFICACION ; BASALTO TOLEIITICO
	ORIGEN ; ROCA IGNEA INTRUSIVA
ENSAYOS REALIZADOS	
	LAMINA DELGADA; Descripción Petrográfica
	ENSAYO DE ABRASION TIPO LOS ANGELES ; 20,25 % (1 ensayo)
	ENSAYO QUIMICO DE ATAQUE POR SULFATOS; No se observa reacción
	ENSAYO DE RESISTENCIA AL ETILEN GLICOL ; No se realizó
	ENSAYO DE CUBICIDAD; No se realizó
	OTROS ;
ESTADO ACTUAL ; La planta de trituración ha sido retirada.	
VOLUMEN APROXIMADO DE EXPLOTACION ; Solo en forma referencial; 800,000 m3 (según propietario)	
LABORATORIOS; INTN, FACEN E INFORMES DE TRABAJOS ANTERIORES	
PROPIETARIO ; Empresa 14 de Julio	
RESPONSABLE DE LA EXPLOTACION ; Empresa 14 de Julio	
USO ANTERIOR ; Construcción de ruta asfaltada de Ñumi a San Juan Nepomuceno	
CONCLUSION ; No existe impedimento para ser utilizado como base, subbase y pavimento en base a las experiencias anteriores.	

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025



**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025**

Cantera Fassardi

PRESTAMO DE ROCA	
UBICACIÓN	
	LOCALIDAD; Cerca de la localidad de Fassardi hacia el Norte- Dto de Caazapà.
	COORDENADAS;
	LATITUD; 590,713
	LONGITUD; 7,129,163
MATERIAL	
	DESCRIPCION VISUAL;
	Roca gris claro, compacto y muy denso, con diaclasas verticales abiertas y cerradas con cal-
	cita, roca laterada en la parte superior de aproximadamente 2,5 m.
	Los minerales presentes son principalmente piroxenos de la variedad augita, feldspatos
	plagioclasas, minerales olivínicos pseudomórficos, serpentinas y otros de menor tenor.
	Minerales accesorios representados por minerales opacos irregulares como magnetita,
	ilmenita y minerales ferromagnesianos. Se observan también calcitas y cloritas en las fi-
	suras.
	CLASIFICACION ; BASALTO TOLEIÍTICO
	ORIGEN ; ROCA IGNEA EXTRUSIVA
ENSAYOS REALIZADOS	
	LAMINA DELGADA; Descripción Petrográfica
	ENSAYO DE ABRASION TIPO LOS ANGELES ; 18,6 % (1 ensayos)
	ENSAYO QUÍMICO DE ATAQUE POR SULFATOS; No se observa reacción
	ENSAYO DE RESISTENCIA AL ETILEN GLICOL ; No se realizó
	ENSAYO DE CUBICIDAD; No se realizó
	OTROS ;
ESTADO ACTUAL ; Solo se explota en forma manual, con explosivos.	
VOLUMEN APROXIMADO DE EXPLOTACION ; Solo en forma referencial; 1,200,000 m3 (según propietario)	
LABORATORIOS; INTN, FACEN E INFORMES DE TRABAJOS ANTERIORES	
PROPIETARIO ; Ing. Antonio Pelaez	
RESPONSABLE DE LA EXPLOTACION ; Ing. Antonio Pelaez	
USO ANTERIOR ; Construcción de ruta empedrada a Buena Vista.	
CONCLUSION ; No existe impedimento para ser utilizado como base, subbase y pavimento en base a las experiencias anteriores.	

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025



ESTUDIOS HIDROLOGICOS

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025**

Planilla de cálculo para las cuencas señaladas anteriormente

HIDROGRAMA HUT - C1B											
Obra: Santa María – Pindoju – Durazno											
Cuenca N° C1B - De Prog 0+400 a 1+400											
PARÁMETROS DE LA CUENCA											
A (km²):	2,17	ΔH (m) :				60,00					
L (m) :	3410	I (%) :				1,76					
PARÁMETROS DEL HUT											
tc (hs) :	0,81	tb (hs) :				1,51					
tp (hs) :	0,57	Δt (hs) :				0,16					
tr (hs) :	0,95	qp (m3/s) :				7,99					
PRECIPITACIÓN EFECTIVA											
Numero de Curva:		CN = 65									
Tiempo de Retorno:		TR = 25									
Δt (hs)	i (mm/h)	P (cm)		P' (cm)		Pe (cm)		ΔPe (cm)			
0,00	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00			
0,16	233,24	3,77		3,77		0,07		0,07			
0,32	161,89	5,23		5,23		0,39		0,31			
0,49	127,20	6,17		6,17		0,69		0,30			
0,65	106,20	6,87		6,87		0,96		0,27			
0,81	91,95	7,43		7,43		1,20		0,24			
0,97	81,55	7,91		7,91		1,42		0,22			
1,13	73,57	8,33		8,33		1,62		0,20			
1,29	67,24	8,70		8,70		1,81		0,19			
1,46	62,07	9,03		9,03		1,98		0,18			
HIDROGRAMA DEL PROYECTO											
CALCULO DEL CAUDAL											
Δt (hs)	qi (m3/s)	0,07	0,31	0,30	0,27	0,24	0,22	0,20	0,19	0,18	Q (m3/s)
0,00	0,0	0,0									0,00
0,16	2,3	0,2	0,0								0,17
0,32	4,6	0,3	0,7	0,0							1,05
0,49	6,9	0,5	1,4	0,7	0,0						2,62
0,65	7,3	0,5	2,1	1,4	0,6	0,0					4,68
0,81	5,9	0,4	2,3	2,1	1,2	0,6	0,0				6,58
0,97	4,6	0,3	1,9	2,2	1,8	1,1	0,5	0,0			7,87
1,13	3,2	0,2	1,4	1,8	2,0	1,7	1,0	0,5	0,0		8,56
1,29	1,8	0,1	1,0	1,4	1,6	1,8	1,5	0,9	0,4	0,0	8,75
1,46	0,5	0,0	0,6	1,0	1,2	1,4	1,6	1,4	0,9	0,4	8,50

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

HIDROGRAMA HUT - C2B											
Obra: Santa María – Pindoju – Durazno											
Cuenca N° C2B - De Prog 3+600 a 4+435											
PARÁMETROS DE LA CUENCA											
A (km²):	3,27	ΔH (m) :				71,62					
L (m) :	3809	I (%) :				1,88					
PARÁMETROS DEL HUT											
tc (hs) :	0,86	tb (hs) :				1,60					
tp (hs) :	0,60	Δt (hs) :				0,17					
tr (hs) :	1,00	qp (m3/s) :				11,34					
PRECIPITACIÓN EFECTIVA											
Numero de Curva:		CN = 65									
Tiempo de Retorno:		TR = 25									
Δt (hs)	i (mm/h)	P (cm)		P' (cm)		Pe (cm)		ΔPe (cm)			
0,00	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00			
0,17	226,65	3,89		3,89		0,09		0,09			
0,34	156,42	5,37		5,37		0,43		0,34			
0,51	122,60	6,31		6,31		0,74		0,32			
0,69	102,22	7,02		7,02		1,02		0,28			
0,86	88,42	7,59		7,59		1,27		0,25			
1,03	78,37	8,07		8,07		1,50		0,23			
1,20	70,68	8,49		8,49		1,70		0,21			
1,37	64,57	8,87		8,87		1,90		0,19			
1,54	59,59	9,20		9,20		2,08		0,18			
HIDROGRAMA DEL PROYECTO											
CALCULO DEL CAUDAL											
Δt (hs)	qi (m3/s)	0,09	0,34	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	Q (m3/s)
0,00	0,0	0,0									0,00
0,17	3,2	0,3	0,0								0,29
0,34	6,5	0,6	1,1	0,0							1,67
0,51	9,7	0,9	2,2	1,0	0,0						4,07
0,69	10,4	0,9	3,3	2,0	0,9	0,0					7,14
0,86	8,4	0,8	3,5	3,1	1,8	0,8	0,0				9,92
1,03	6,5	0,6	2,8	3,3	2,7	1,6	0,7	0,0			11,75
1,20	4,5	0,4	2,2	2,7	2,9	2,4	1,5	0,7	0,0		12,71
1,37	2,6	0,2	1,5	2,1	2,4	2,6	2,2	1,3	0,6	0,0	12,92
1,54	0,7	0,1	0,9	1,4	1,8	2,1	2,3	2,0	1,2	0,6	12,48

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

HIDROGRAMA HUT - C3B											
Obra: Santa María – Pindoju – Durazno											
Cuenca N° C3B - De Prog 5+100 a 7+620											
PARÁMETROS DE LA CUENCA											
A (km²):	3,49				ΔH (m) :				57,90		
L (m) :	4049				I (%) :				1,43		
PARÁMETROS DEL HUT											
tc (hs) :	1,00				tb (hs) :				1,87		
tp (hs) :	0,70				Δt (hs) :				0,20		
tr (hs) :	1,17				qp (m3/s) :				10,39		
PRECIPITACIÓN EFECTIVA											
Numero de Curva:		CN = 65									
Tiempo de Retorno:		TR = 25									
Δt (hs)		i (mm/h)		P (cm)		P' (cm)		Pe (cm)		ΔPe (cm)	
0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
0,20		210,12		4,20		4,20		0,14		0,14	
0,40		143,01		5,72		5,72		0,53		0,39	
0,60		111,43		6,68		6,68		0,88		0,35	
0,80		92,61		7,40		7,40		1,19		0,30	
1,00		79,95		7,99		7,99		1,46		0,27	
1,20		70,76		8,49		8,49		1,70		0,24	
1,40		63,75		8,92		8,92		1,93		0,22	
1,60		58,20		9,31		9,31		2,13		0,21	
1,80		53,67		9,66		9,66		2,32		0,19	
HIDROGRAMA DEL PROYECTO											
CALCULO DEL CAUDAL											
Δt (hs)	qi (m3/s)	0,14	0,39	0,35	0,30	0,27	0,24	0,22	0,21	0,19	Q (m3/s)
0,00	0,0	0,0									0,00
0,20	3,0	0,4									0,42
0,40	5,9	0,8									2,00
0,60	8,9	1,3									4,63
0,80	9,5	1,3									7,82
1,00	7,7	1,1									10,54
1,20	5,9	0,8									12,23
1,40	4,2	0,6									13,03
1,60	2,4	0,3									13,08
1.80	0,6	0,1									12,48

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025

Compañía Pindoyú, 06 de enero de 2025

SEÑOR GOBERNADOR DE CAAZAPA
DOCTOR CHISTIAN ANDRES ACOSTA
E. S. D

La Comisión Vecinal de la Compañía Pindoyú-Distrito de Gral Higinio Morínigo conjuntamente con los señores Willian Albert Duarte Diaz, con CIN° 5.449.250 y Delio Ronaldo Leite Pereira, con CIN° 7.138.955 se dirigen a Ud. y por su digno intermedio a donde corresponde con el objeto de solicitar permiso para diseñar proyecto de pavimentación asfáltica aproximadamente 11 km. en el tramo que une RUTAPY 18 desde el cruce Santa María ramal Pindoyú hasta unir la ruta asfáltica de la compañía Durazno.

Señor intendente, el pedido obedece que la comunidad de Pindoyú necesita priorizar dicho proyecto para la capa asfáltica, para que los pobladores puedan trasladarse con facilidad de un lugar a otro. Cabe destacar que la compañía existe pequeños agricultores, ganaderos, comerciantes, estudiantes universitarios, profesores, enfermeras, adultos mayores y otros que necesitan del servicio mencionado.

Por consiguiente, los estudiantes de dichas universidades serán responsables de la elaboración del proyecto como trabajo de tesis para la carrera Ingeniería Civil de la UNCA (Universidad Nacional de Caaguazú).

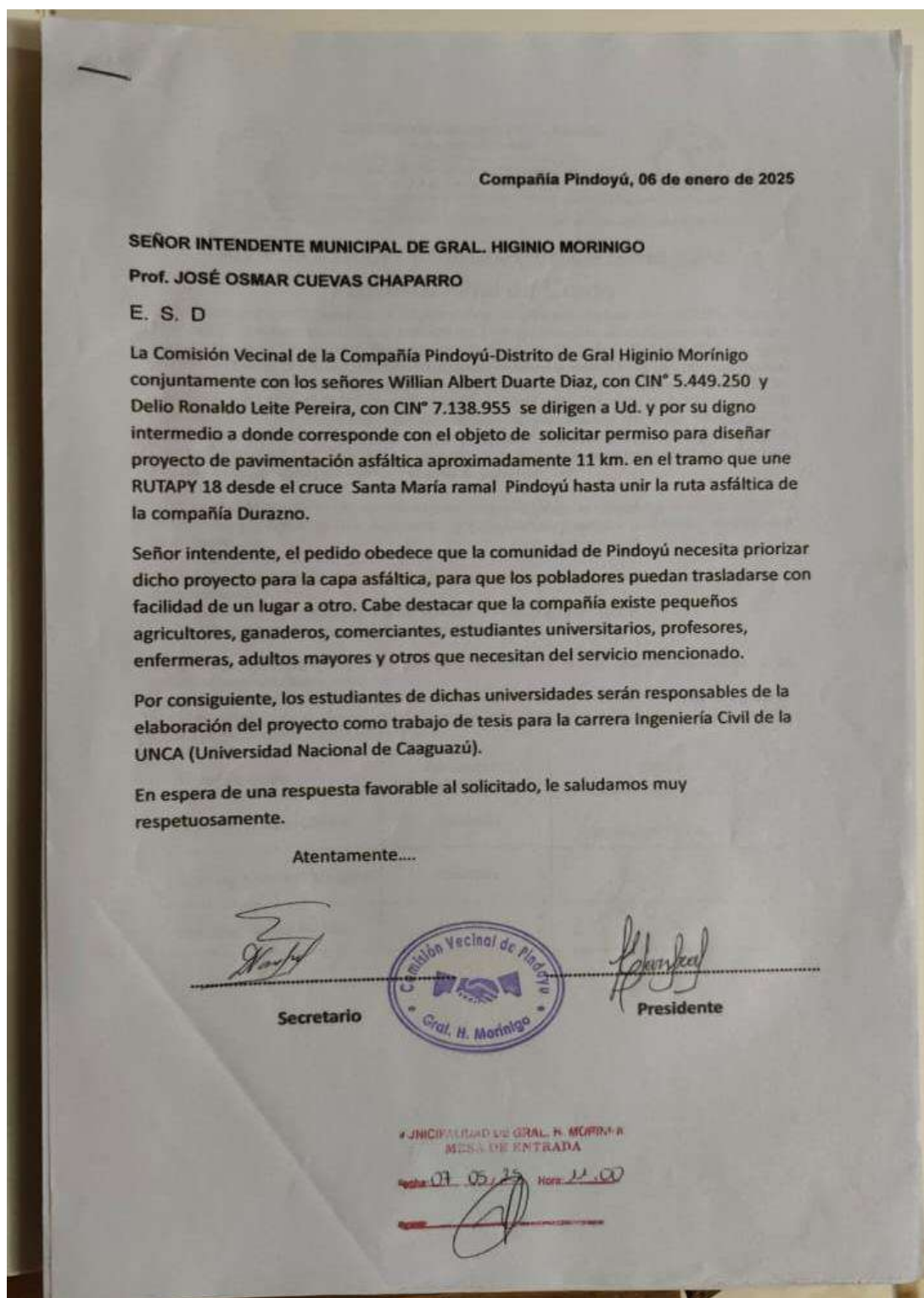
Esta nota fue remitida en la municipalidad de Gral. Higinio Morínigo en la fecha 07/01/2025

En espera de una respuesta favorable al solicitado, le saludamos muy respetuosamente.

Atentamente....

Secretario	Presidente
GOBERNACION DE CAAZAPA Mesa de Entrada Nº 60 Fecha: 08/01/2025 Hora: 12:42	

**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025



**“DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA EN UN TRAMO SITUADO EN EL DISTRITO
GENERAL HIGINIO MORÍNIGO DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ”**
DELIO RONALDO LEITE PEREIRA - WILLIAN ALBERT DUARTE DIAZ - 2025



Meta alcanzada, gracias Dios y gracias a todos !!!