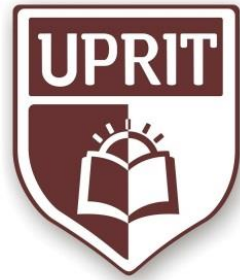


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**PROPUESTA PARA EL MANTENIMIENTO PERIÓDICO DEL CAMINO
VECINAL EMPALME PE 1N - CENTRO POBLADO SANTA ELENA,
DISTRITO DE VIRU, PROVINCIA DE VIRU - LA LIBERTAD, 2018**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

AUTOR:
Bach. GINO MARBIN BARAS CONTRERAS

TRUJILLO – PERÚ
2018



HOJA DE FIRMAS

**“PROPUESTA PARA EL MANTENIMIENTO PERIÓDICO DEL CAMINO
VECINAL EMPALME PE 1N - CENTRO POBLADO SANTA ELENA,
DISTRITO DE VIRU, PROVINCIA DE VIRU - LA LIBERTAD, 2018”**

AUTOR

GINO MARBIN BARAS CONTRERAS

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL



DEDICATORIA

A Dios y en especial a mis padres: ROSA y NELSON, por su apoyo constante y sus consejos que me permiten superarme cada día, a quienes agradezco de todo corazón por su amor, cariño y comprensión en todos estos años.

INDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-------------|
| CARATULA | i |
| HOJA DE FIRMAS | ii |
| DEDICATORIA | iii |
| INDICE DE CONTENIDOS | iv |
| INDICE DE TABLAS..... | vii |
| RESUMEN..... | viii |
| ABSTRACT | ix |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN | 10 |
| 1.1. Realidad problemática. | 10 |
| 1.2. Justificación..... | 11 |
| 1.3. Objetivos..... | 11 |
| 1.3.1. Objetivo General..... | 11 |
| 1.3.2. Objetivo Específicos..... | 11 |
| 1.4. Alcances, Limitaciones y Viabilidad de la Investigación..... | 11 |
| CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO..... | 12 |
| 2.1. Antecedentes..... | 12 |
| 2.2. Bases Teóricas. | 14 |
| 2.3. Bases Normativas: | 26 |
| 2.4. Definición de Términos Básicos:..... | 26 |
| CAPITULO 3: PROPUESTA DE LA APLICACIÓN PROFESIONAL | 29 |
| 3.1. Aspectos físicos territoriales..... | 29 |
| 3.1.1. Generalidades..... | 29 |
| 3.1.2. Ubicación Política..... | 29 |
| 3.1.3. Vías de acceso y comunicación..... | 30 |
| 3.1.4. Topografía de la zona..... | 30 |
| 3.1.5. Climatología. | 30 |
| 3.2. Aspectos sociales por económico..... | 31 |
| 3.2.1. Servicios públicos..... | 31 |
| 3.3. Procedimiento Propuesto | 33 |
| 3.4. Levantamiento topográfico. | 35 |
| 3.4.1. Antecedentes..... | 35 |
| 3.4.2. Ubicación del área de levantamiento topográfico. | 35 |



| | | |
|---|--|-----------|
| 3.4.3. | Área de levantamiento. | 35 |
| 3.4.4. | Objetivo del levantamiento topográfico. | 35 |
| 3.4.5. | Cartografía | 36 |
| 3.4.6. | Equipos y personal de campo | 36 |
| 3.4.7. | Levantamiento topográfico | 37 |
| 3.4.8. | Trabajo de gabinete | 39 |
| 3.5. | Mejorar el nivel de la capa de rodadura a nivel de afirmado y prepararla para recibir el riego de imprimación. | 39 |
| 3.5.1. | Ancho de carril | 39 |
| 3.5.2. | Longitud de la vía en estudio | 40 |
| 3.5.3. | Clasificación según demanda: Cálculo del Índice Medio Diario Anual | 40 |
| 3.5.4. | Reconformación de la Base: | 40 |
| 3.6. | Proteger la superficie de rodadura, con la colocación de un mortero asfáltico | 46 |
| CAPITULO 4: CONCLUSIONES | | 77 |
| CAPITULO 5: RECOMENDACIONES | | 78 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | | 79 |
| ANEXOS | | 82 |
| PLANO DE PLANTA Y PERFIL | | 83 |
| PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES | | 84 |
| ESTUDIO DE SUELOS | | 85 |



INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Ubicación de la provincia de Virú en el departamento La Libertad | 29 |
| Figura 2: Ubicación del distrito de Virú en la provincia de Virú | 30 |
| Figura 3: Procedimiento de Aplicación del Proyecto..... | 34 |
| Figura 4: Curva Granulométrica | 47 |
| Figura 5: Tiempo de rotura bajo condiciones de laboratorio: 4.0 horas..... | 48 |
| Figura 6: Contenido Optimo de Asfalto | 49 |
| Figura 7: Esquema del circuito para el medidor de carga de las partículas..... | 67 |
| Figura 8: Emulsión aniónica (partículas con carga negativa)..... | 68 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Vías de acceso..... | 30 |
| Tabla 2: Cálculo de coordenadas BM's | 39 |
| Tabla 3: Cálculo de coordenadas -poligonal de estaciones | 39 |
| Tabla 4: Índice Medio Diario Anual | 40 |
| Tabla 5: Análisis Granulométrico..... | 46 |
| Tabla 6: Ensayos..... | 47 |
| Tabla 7: Características de la Emulsión Asfáltica | 47 |
| Tabla 8: Análisis del agua | 47 |
| Tabla 9: Calidad de la Mezcla | 48 |
| Tabla 10: Cohesión | 48 |
| Tabla 11: Especificaciones | 49 |
| Tabla 12: Resultados..... | 49 |
| Tabla 13: Requerimientos para los agregados pétreos. | 51 |
| Tabla 14: Peso necesario del agregado grueso para Ensayo de Durabilidad | 52 |
| Tabla 15: Soluciones de Ensayo de Adherencia | 60 |
| Tabla 16: Índice de adhesividad. | 62 |
| Tabla 17: Especificaciones para emulsiones asfálticas. | 63 |
| Tabla 18: Granulometría de los agregados | 74 |
| Tabla 19: Absorción admisible. | 75 |

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación es realizar la “PROPUESTA PARA EL MANTENIMIENTO PERIÓDICO DEL CAMINO VECINAL EMPALME PE 1N - CENTRO POBLADO SANTA ELENA, DISTRITO DE VIRU, PROVINCIA DE VIRU - LA LIBERTAD, 2018”.

El tipo de investigación es descriptiva y el diseño es no experimental.

Las técnicas de investigación es la observación y los instrumentos son las fichas de datos y libretas de campo. Para el procesamiento de la información se utilizarán software como Excel, AutoCAD, Civil 3D, S10, y para el análisis se utilizarán gráficos, tablas de datos.



ABSTRACT

The objective of this research work is to carry out the "PROPOSAL FOR PERIODIC MAINTENANCE OF THE EMPLOYED ROAD EMPALME PE 1N - POPULATED CENTER SANTA ELENA, DISTRICT OF VIRU, PROVINCE OF VIRU - LA LIBERTAD, 2018".

The type of research is descriptive and the design is non-experimental transversal.

The research techniques is the observation and the instruments are the data sheets and field notebooks. For the processing of information, software such as Excel, AutoCAD, Civil 3D, S10 will be used, and for the analysis, graphs and data tables will be used.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

El presente trabajo de investigación “PROPUESTA PARA EL MANTENIMIENTO PERIÓDICO DEL CAMINO VECINAL EMPALME PE 1N - CENTRO POBLADO SANTA ELENA, DISTRITO DE VIRU, PROVINCIA DE VIRU - LA LIBERTAD, 2018”. Se realizada con la finalidad de entender y aplicar los conceptos y la teoría sobre el diseño de un pavimento flexible, el cual ponemos a consideración de los jurados para su revisión y evolución. La ubicación del Proyecto se encuentra en el Distrito de Virú, abarca la colocación de sello asfáltico a lo largo de 3 km. El Distrito de Virú se ubica en la costa norte del país, en la Provincia de Virú, Departamento de La Libertad.

Las vías en estudio se encuentran dentro de la modalidad de vías Vecinales, que son vías que proveen el acceso a los caseríos o centros poblados, llevando únicamente su tránsito propio; canalizando los flujos de transporte local hacia y desde las vías colectoras interdistritales o distritales. Debe llevar únicamente su tránsito propio, transitando por ellas vehículos pesados y livianos. Se permite estacionamiento vehicular y tránsito peatonal. La actual superficie de rodadura de la vía, obviamente no cubre las necesidades del flujo vehicular para dicha zona, pues se encuentra en estado natural, causando malestar en las personas (beneficiarios directos) y en la población en general, estas vías son consideradas como unas VÍAS VECINALES.

Con el objetivo de conseguir una vía que se acomode a las condiciones a la cuales es sometida, se realiza un estudio para el diseño de una pavimentación flexible con el método AASHTO. El presente informe tiene como objetivo mostrar el diseño del pavimento flexible con un periodo de diseño que permitan mejorar las condiciones de transitabilidad. Para esto se hace necesario un análisis de tránsito proyectado a un periodo de 20 años con conversión a ejes equivalentes. Un estudio Geotécnico el cual se hace por medio de una identificación que permiten determinar las condiciones de la subrasante, incluyendo ensayos de consistencia, granulometría, CBR.

1.2. Justificación.

La presente investigación es conveniente e importante porque, permitirá conocer los alcances de diseño de la pavimentación en superficies arenosas, de tal manera que se observará el comportamiento en dichas superficies. La investigación responde a la necesidad de contar con estudio técnico que evalúe el comportamiento de la pavimentación, la vida del pavimento y su respuesta frente a las condiciones propias de la zona.

Esta investigación tendrá un beneficio social porque su aplicación permitirá la construcción de vías vecinales es necesaria para el desarrollo de los habitantes y todos los pobladores del ámbito del proyecto.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo General.

El objetivo es la elaboración de la Propuesta para el Mantenimiento Periódico del Camino Vecinal EMPALME PE 1N - Centro Poblado Santa Elena, Distrito de Virú, Provincia de Virú - La Libertad, 2018.

1.3.2. Objetivo Específicos.

- Realizar el Levantamiento Topográfico del área en estudio.
- Mejorar el nivel de la capa de rodadura a nivel de afirmado y prepararla para recibir el riego de imprimación.
- Proteger la superficie de rodadura, con la colocación de un mortero asfáltico.

1.4. Alcances, Limitaciones y Viabilidad de la Investigación.

- a. No incluye el estudio de impacto ambiental e hidrológico por falta de tiempo y por costos, lo cual se tendrá que elaborar posteriormente por profesionales especializados.
- b. No incluye el estudio de suelos por falta de tiempo y por costos, lo cual se tendrá que elaborar posteriormente por profesionales especializados. Se ha utilizado la información proporcionada por Municipalidad distrital de Viru, estudios efectuados en 2017.

- **El proyecto es viable porque se lograron superar las limitaciones y se realizó con financiamiento propio.**

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

El país en la década del noventa ha atravesado un período de recesión, agravada por una crítica situación de orden público que impactó prácticamente toda la actividad económica del País. Sin embargo, a partir de la presente década, se observa que los indicadores macroeconómicos se encuentran en crecimiento, se vive una estabilidad política y jurídica; pero esta mejora no se traslada todavía a las zonas más pobres y alejadas de nuestro territorio, las zonas rurales, donde las condiciones sociales y de producción en general, se han visto sumamente afectadas por motivo del deterioro de los accesos a zonas productoras y poblaciones rurales, que dependen fundamentalmente de las carreteras y caminos vecinales del ámbito rural. (Díaz Alfaro, 2013)

En los últimos años, en el Perú, las zonas rurales han visto afectadas sus opciones de desarrollo social y económico debido al deterioro de sus carreteras entre otros, las cuales en muchos casos es el único medio de transporte. Ante esto, el gobierno se ha fijado metas, para lo cual ha adoptado políticas que incluyen objetivos de corto, mediano y largo plazo. Una de estas políticas consiste en incrementar la inversión prioritaria en el Mantenimiento de la infraestructura rural de transporte que haga posible la reactivación económica. (Vallejos Segura, 2007)

Los pobladores de los centros poblados circundantes a las vías en estudio en la actualidad invierten gran cantidad de horas hombre en movilizarse de una localidad a otra, debido a que las unidades de transporte restringen su ingreso por el mal estado que presenta la plataforma de rodadura de la vía en estudio.

Asimismo, las entidades públicas vienen ejecutando trabajos de mantenimiento vial en diversas carreteras, que tienen como objetivo mejorar el nivel de transitabilidad de

la red vial departamental mediante inversiones en rehabilitación y mantenimiento, desarrollando capacidades técnicas e impulsando cambios institucionales que fortalezcan la gestión de los Gobiernos locales en materia vial; contribuyendo de este modo al proceso de descentralización así como a la mejora de la integración y la competitividad regional.

(Álvarez Dueñas, 2011), en su tesis: “Uso de los Morteros Asfálticos en Vías: Colocación del mortero asfáltico Slurry Seal en la vía La Armenia – Pacto tramo Gualea Cruz – Pacto”, el cual busco determinar el impacto de la colocación del mortero asfáltico Slurry Seal en la vía La Armenia – Pacto tramo- Gualea Cruz – Pacto, para tal efecto llevo a cabo ensayos y evaluaciones de los materiales a utilizar así como diferentes estudios comparativos, obtuvo los siguientes resultados: La diferencia de precios entre los costos es de 197.528,64 dólares lo que representa un ahorro del 39,70% con respecto al Doble Tratamiento Superficial Bituminoso. La colocación del mortero asfáltico Slurry Seal es más conveniente en todos los aspectos, a pesar de que el precio unitario del doble tratamiento Superficial Bituminoso es de \$2,10 y el del mortero asfáltico Slurry Seal es de \$2,42. En la cual llego a la conclusión de que el uso más adecuado y conveniente del mortero asfáltico es el de revestimiento para proteger una carpeta envejecida, degradada y fisurada por envejecimiento, defecto constructivo o el mismo uso, pero sobre un paquete estructural que aún pueda soportar carga de tráfico por varios años, ya que la nueva capa no aporta estructura al pavimento, pero sí colabora en su preservación, protegiéndolo del efecto del agua superficial, sirviendo, además, para corregir pequeños defectos superficiales que podrían afectar la seguridad del tráfico y reducir la vida útil del pavimento. Esta tesis aporta en la metodología de trabajo para llevar a cabo la demostración del porque utilizar la emulsión asfáltica en el mantenimiento de la carretera de Empalme PE 1N - Centro Poblado Santa Elena, Distrito de Virú, Provincia de Virú - La Libertad, así como el esquema de marco teórico.

2.2. Bases Teóricas.

En la presente investigación se recopila la información fundamental de diferentes autores, tomando sus definiciones más sobresalientes para definir la variable mejoramiento de carretera a nivel afirmado.

Carretera:

(CARDENAS, 2013) Una carretera es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad.

Clasificación De Carreteras:

Según su función: Determina según la necesidad operacional de la carretera o de los intereses de la nación en sus diferentes niveles.

- Carreteras primarias o de primer orden; son aquellas vías troncales, transversales y de acceso a las capitales de los departamentos, que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción de consumo del país y de este con los demás países. Este tipo de carreteras puede ser de calzadas divididas según las exigencias del proyecto y deben ser siempre pavimentadas.
- Carretera secundaria o de segundo orden; Son aquellas vías que unen cabeceras municipales entre sí y/o provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera primaria, las carreteras consideradas como secundarias pueden funcionar pavimentadas o en afirmado.
- Carreteras terciarias de tercer orden; son aquellas vías de acceso que unen cabeceras municipales con sus veredas, o que unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deben cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras secundarias. (CARDENAS, 2013, P. 03).

Según el tipo de terreno: determinada por la topografía predominante en el tramo de estudio. De allí que, a lo largo de una carretera puede presentarse tramos homogéneos en diferentes tipos de terreno. Estos se clasifican con base en pendientes de sus laderas naturales en el entorno y transversalmente a la vía. De esta manera, se considera las siguientes carreteras.

- Carreteras en terreno plano; es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, que permite a los vehículos pesados, mantener aproximadamente la misma velocidad que los vehículos livianos. Exigen mínimo movimiento de tierras durante la construcción, por lo que no presenta dificultad ni en el trazo ni en la explanación. Las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores al 3%.
- Carreteras en terreno ondulado; es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de los vehículos livianos, sin ocasionar que aquellos operen a velocidad sostenida en pendiente por intervalos de tiempo prolongado. Durante la construcción los movimientos de tierra son moderados, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y explanación. Sus pendientes longitudinales se encuentran entre el 3% y el 6%.
- Carretera en terreno montañoso; es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a circular a velocidades sostenidas en pendiente a lo largo de distancias considerables o durante intervalos frecuentes. Generalmente requieren grandes movimientos de tierra durante la construcción, razón por la cual presenta dificultades en el trazo y en la explanación. Sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre el 6% y 8%.
- Carretera en terreno escarpado; es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en pendientes que aquellas que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o intervalos muy frecuentes. Exige el máximo movimiento de tierras durante la construcción, pues los alineamientos están

prácticamente definidos por las divisorias de aguas. Generalmente sus pendientes longitudinales son superiores al 8%. (CARDENAS, 2013, P. 04).

Según su competencia: las carreteras se clasifican según se encuentren a cargo de una administración:

- Carreteras nacionales; son aquellas que están, ya sea directamente bajo la administración institución de vías. Forman la red primaria de carreteras.
- Carreteras departamentales; son aquellas de propiedad de los departamentos. Forman la red secundaria de carreteras.
- Carreteras vecinales o caminos vecinales; son aquellas vías a cargo del instituto nacional de vías y de los municipios. Forman la red terciaria de carreteras.
- Carreteras distritales y municipales; son aquellas vías urbanas y /o sub urbanas y rurales a cargo del distrito o municipio. (CARDENAS, 2013, P. 06).

Según sus características

- Autopistas; son vías de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles y con control total de acceso. Las entradas y salidas de las autopistas se realizan únicamente a través de intersecciones a desnivel comúnmente llamados distribuidores o intercambiadores.
- Carreteras multicarriles; son carreteras divididas o no, con dos o más carriles por sentido y control parcial de accesos. Las entradas y salidas se realizan a través de interacciones a desnivel y a nivel.
- Carreteras de dos carriles; constan de una sola calzada de dos carriles, uno por cada sentido de circulación, con interacciones a nivel y acceso directo desde sus márgenes. (CARDENAS, 2013, P. 07).

(MTC, 2014) El ministerio de transportes y comunicaciones es el encargado de dictar las normas correspondientes a la gestión de infraestructura vial, en su manual de carreteras DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2014 define y clasifica las carreteras de la siguiente manera:

Clasificación por demanda: Las carreteras del Perú se clasifican, en función a la demanda en:

Autopistas de Primera Clase: Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6.000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6,00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Autopistas de Segunda Clase: Son carreteras con un IMDA entre 6.000 y 4.001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6,00 m hasta 1,00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas.

Carreteras de Primera Clase: Son carreteras con un IMDA entre 4.000 y 2.001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Carreteras de Segunda: Clase Son carreteras con IMDA entre 2.000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Carreteras de Tercera Clase: Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2,50 m, contando con el sustento técnico correspondiente. Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas

básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

Trochas Carrozables: Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4,00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

(DG, 2014) Clasificación por orografía: Las carreteras del Perú, en función a la orografía predominante del terreno por dónde discurre su trazado, se clasifican en:

- ✓ Terreno plano (tipo 1): Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazado.
- ✓ Terreno ondulado (tipo 2): Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado.
- ✓ Terreno accidentado (tipo 3): Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazado.
- ✓ Terreno escarpado (tipo 4) Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazado.

(PROVIAS, 2013); define que Carretera es un camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el MTC. Una carretera Afirmada cuya superficie de rodadura está constituida por una o más capas de afirmado. El Nivel

afirmado es una capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables.

Según estudios del Banco Mundial, el enorme perjuicio en las redes viales proviene del hecho, que cada dólar que no se gasta oportunamente en conservación se traduce en tres dólares en obras de rehabilitación y construcción. El 87% de nuestros caminos cuentan con una superficie de rodadura granular (afirmado), los cuales por situaciones presupuestales o bajo volumen de tránsito actual no tienen asegurada su pavimentación a corto o a mediano plazo, por lo que generalmente estos caminos son atendidos mediante la ejecución de mantenimiento periódico anual, con la reposición y/o mantenimiento de la superficie de rodadura, las que en corto tiempo se disgregan. La disgregación prematura de estas superficies de rodadura, además de la inversión mal aplicada trae como consecuencia: deterioro de las condiciones de tránsito, emisión de polvo, existencia de barro en épocas de lluvias, explotación indiscriminada de canteras.

Afirmado:

(MTC, 2007) Las carreteras no pavimentadas con revestimiento granular en sus capas superiores y superficie de rodadura (afirmado), corresponden generalmente a carreteras de bajo volumen de tránsito y un número de repeticiones de ejes equivalentes de hasta 300,000 EE en un periodo de diez años. Las carreteras no pavimentadas afirmadas se clasifican en:

- Carreteras de tierra, constituidos por suelo natural y mejorado con grava seleccionada por zarandeo.
- Carreteras con grava (lastrados), constituidos por una capa de revestimiento con material natural pétreo, seleccionado manualmente o por zarandeo de tamaño máximo de 75 mm.

Carreteras afirmadas, constituidos por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificados naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta por una combinación apropiada de tres tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla,

siendo el tamaño máximo de 25 mm. Pues pudiendo ser así: Afirmados con gravas naturales o zarandeadas o Afirmados con gravas homogenizadas mediante chancado.

- Caminos afirmados con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales:
 - a) Afirmados con grava tratada con materiales como asfalto, cemento, cal, aditivos químicos y otros.
 - b) Suelos naturales estabilizados con material granular y finos ligantes, asfalto, cemento, cal, aditivos químicos y otros.

Un aspecto que debe tomarse en cuenta en las carreteras no pavimentadas afirmadas, es el control de polvo, debido a que estas carreteras emiten polvo por el desprendimiento de los agregados finos por el tráfico circulante. La cantidad de polvo que se produce en un camino afirmado es muy variable, depende de la zona de la región (lluviosa o árida), del tráfico que soporta y la calidad del afirmado.

El afirmado es una mezcla de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla. Si no existe una buena combinación de estos tres tamaños, el afirmado será pobre.

El afirmado requiere de un porcentaje de piedra para soportar las cargas. Asimismo, necesita un porcentaje de arena clasificada, según tamaño, para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa y, necesariamente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado.

Diseño De Afirmado:

(Manual Para El Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Tránsito, 2008), Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado se adopta como representativa la siguiente ecuación del método NAASRA, (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTRROADS) que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE:

Materiales Y Partidas Específicas De La Capa Granular De Rodadura, Capa De Afirmado:

El material a usarse varía según la región y las fuentes locales de agregados, cantera de cerro o de río, también se diferencia si se utilizará como una capa superficial o

capa inferior, porque de ello depende el tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o arcilla, cuyo contenido es una característica obligatoria en la carretera afirmada.

El afirmado es una mezcla de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla. Si no existe una buena combinación de estos tres tamaños, el afirmado será pobre. También requiere de un porcentaje de piedra para soportar las cargas. Así mismo, necesita un porcentaje de arena clasificada, según tamaño, para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa y, obligatoriamente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado. (EG-2014, P.111)

Hay dos principales aplicaciones en el uso de afirmados: Su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas o su uso como capa inferior granular o como colchón anticontaminante. Como superficie de rodadura, un afirmado sin suficientes finos está expuesto a perderse porque es inestable. En construcción de carreteras, se requiere un porcentaje limitado pero suficiente de materiales finos y plásticos que cumplan la función de aglutinar para estabilizar la mezcla de gravas. Un buen afirmado para capa inferior, tendrá mayor tamaño máximo de piedras que en el caso de la capa de superficie y muy poco porcentaje de arcillas y de materiales finos en general. La razón de ello es que la capa inferior debe tener buena resistencia para soportar las cargas del tránsito y, además, debe tener la cualidad de ser drenante. (*Manual Para El Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Tránsito, 2008*),

Gradación De Los Materiales De La Capa De Afirmado:

Existen pocos depósitos naturales de material que tiene una gradación ideal, donde el material sin procesar se puede utilizar directamente por lo que será necesario zarandear el material para obtener la granulometría especificada. En general, los materiales serán agregados naturales procedentes de excedentes de excavaciones o canteras o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias.

Es recomendable que las piedras tengan caras fracturadas o aristas y superficies rugosas. Su comportamiento es mucho mejor que la piedra lisa redondeada o canto

rodado, dándole a la capa de afirmado resistencia y estabilidad bajo las cargas actuantes.

Gravas procedentes de bancos que contienen piedras fracturadas naturalmente son consideradas como muy buenos materiales. En todo caso, se podrán obtener mejores resultados procesando el material por trituración. Esto significa que un buen porcentaje de las piedras tendrán caras fracturadas por proceso de la trituración, lográndose mejores propiedades de resistencia y estabilidad de la capa de afirmado. Es muy importante indicar que todas las gravas no son iguales, por lo que la calidad verdadera debe ser determinada efectuando ensayos y dosificaciones de los materiales que constituyen el afirmado. Esto asegurará que la dosificación puesta en obra sea la adecuada.

El (EG-CBT 2008) distingue cuatro **tipos de afirmado** y su espesor y aplicación estará en función del IMD, según el catálogo de revestimiento granular (Acápites 5.4). La capa del afirmado estará adecuadamente perfilada y compactada, según los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto.

Afirmado tipo 1: Corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9. Excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica. El espesor de la capa será el definido en el presente Manual para el Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito. Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito, clases T0 y T1, con IMD proyectado menor a 50 vehículos día.

Afirmado tipo 2: Corresponde a un material granular natural o de grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9. Excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica. Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de tránsito, clase T2, con IMD proyectado entre 51 y 100 vehículos día.

Afirmado tipo 3: Corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo o por chancado, con un índice de plasticidad hasta 9. Excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica. Se utilizará

en las carreteras de bajo volumen de tránsito, clase T3, con IMD proyectado entre 101 y 200 vehículos día. (P. 198)

Muy importante es el índice de plasticidad que podrá llegar hasta un máximo de 12 y no debe ser menor de 4. La razón es que la capa de rodadura en su superficie necesita un mayor porcentaje de material plástico y las arcillas naturales le darán la cohesión necesaria y por lo tanto una superficie cómoda para la conducción vehicular.

Esto puede ser crítico durante el período seco, pues necesitará riego de agua. En cambio, durante período húmedo, en la superficie pueden aparecer pequeñas huellas que después de la lluvia rápidamente se secarán y endurecerán, por efecto del sol y el viento. En cambio, si la capa de afirmado presenta una gran cantidad de finos plásticos, esta grava causará problemas si es que la humedad llega a este nivel pues esta capa inferior perderá resistencia y estabilidad, causando ahuellamiento profundo o la falla total de la capa granular de rodadura.

Para la dosificación y mezcla del material para afirmado, se tendrá como referencia y punto de partida las gradaciones que recomienda la especificación técnica EG-CBT 2008, sección 302B. Es a partir de esta especificación que se efectúan los ensayos y dosificaciones hasta conseguir un material de afirmado de buena calidad. De ser el caso, se establecerán las diferencias que sustenten una especificación especial, como variante de la EGCBT 2008, sección 302B. (*Manual Para El Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Tránsito, 2008*).

Manipuleo Y Colocación Del Material De Afirmado:

(EG-CBT 2008) En relación a la obtención y manipuleo de los materiales en las canteras o fuentes de materiales es muy importante que, antes de comenzar a procesar el material, se retire la capa de tierra vegetal y la vegetación de la superficie pues ésta contiene materia orgánica que no es buena para la superficie de la carretera.

Generalmente toda cantera o fuente de material tiene variaciones en las capas de revestimiento granular a explotar, pues se presentan capas aparentemente muy uniformes, pero cambian repentinamente con bolsones de un material diferente y esto afecta la gradación total de la grava. Por eso es importante el conocimiento e investigación de las fuentes de materiales para conseguir una correcta explotación y una buena mezcla desde el comienzo del proceso. Otro de los problemas es la segregación del material durante el proceso. Cuando ocurre esto, las partículas de

gran tamaño tienden a juntarse hasta conseguir aislarse, en vez de mezclarse con el resto del material. Esta situación provocará la inconsistencia del material, así como dificultad en su compactación. Las zonas superficiales que contienen una cantidad inusual de partículas gruesas presentarán una condición suelta e inestable, mientras que otras zonas presentarán exceso de finos que provocarán ahuellamientos profundos durante el período de lluvias.

Cuando un material apilado se segrega, una opción será utilizar la motoniveladora y volver a mezclar el material hasta homogenizarlo y luego extenderlo en capas uniformes sobre la carretera, este procedimiento reducirá el problema de segregación. Cuando el afirmado tenga que ser colocada sobre la carretera, es importante que la superficie se encuentre en buenas condiciones, sin problemas de drenaje e imperfecciones sobre la superficie, como ahuellamientos, baches, desniveles, etc.,. Todos estos problemas deben ser eliminados hasta formar correctamente la sección transversal de la carretera. Entonces, el material de afirmado se puede colocar en un espesor uniforme y en el futuro será más fácil su mantenimiento. En caso de que la superficie de la carretera sea lisa y este endurecida, se deberá escarificar ligeramente la superficie para conseguir una buena adherencia con el nuevo material. Esta es la única manera que una capa uniforme de afirmado nueva puede ser colocada.

El comportamiento de la capa de afirmado dependerá en gran parte de su ejecución, especialmente de la compactación que se le haya dado. La compactación reducirá los vacíos y aumentará el número de puntos de contacto entre partículas y el correspondiente rozamiento. La capa de afirmado debe ser compactada, por lo menos al 100% de la densidad máxima, determinada según el método AASHTO T180. Otro aspecto importante lo constituye el perfilado. En cuanto a la conformación del bombeo y peraltes, cualquier defecto en el mismo constituye un impedimento para el drenaje superficial del agua de las lluvias.

No obstante, es necesario indicar que el comportamiento de una superficie de afirmado no tendrá en ningún caso un comportamiento similar a las superficies pavimentadas. Siempre habrá algunas pérdidas de agregados en virtualmente todas las carreteras de afirmado, por lo que se debe evaluar la necesidad de colocar capas de protección o estabilizaciones, según lo permitan los presupuestos de construcción y/o mantenimiento y la disponibilidad de materiales en la zona. Durante el trabajo de colocación de la capa de afirmado, se colocarán los dispositivos de control de tránsito de acuerdo a lo establecido en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito

Automotor para Calles y Carreteras. (*Manual Para El Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Tránsito, 2008*) (P. 320).

Macadam Granular:

El macadam granular es la capa obtenida por compactación de agregados gruesos, distribuidos de manera uniforme, cuyos vacíos son rellenos con material de granulometría más fina, primero en seco, y después con ayuda de agua. Se coloca sobre una cama de asiento conformada por arena y como capa superficial se coloca material de afirmado tipo 1. La estabilidad de la capa se obtiene a partir de la acción mecánica de la compactación.

Los trabajos consisten en el suministro de materiales, carga, transporte, descarga de los materiales, agua, mano de obra y equipos adecuados para la correcta ejecución de los trabajos a fin de tener un control de calidad del macadam granular de acuerdo con las normas y los detalles ejecutivos de proyecto. (*Manual Para El Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Tránsito, 2008*),

Diseño De Carreteras afirmadas (EG- 2013) El trabajo consiste en la construcción de una o más capas de afirmado (material granular seleccionado) como superficie de rodadura de una carretera, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, debidamente aprobados, con o sin adición de estabilizadores de suelos, que se colocan sobre una superficie preparada. Generalmente el afirmado que se especifica en esta sección se utilizará como superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas.

Según el (EG-2013) Para la construcción de afirmados, con o sin estabilizadores, se utilizarán materiales granulares naturales procedentes de excedentes de excavaciones, canteras, o escorias metálicas, establecidas en el Expediente Técnico y aprobadas por el Supervisor; así mismo podrán provenir de la trituración de rocas, gravas o estar constituidos por una mezcla de productos de diversas procedencias.

Además, deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad: 4-9% (MTC E 111)
- CBR (1): 40% mín. (MTC E 132)

2.3. Bases Normativas:

- Manual Técnico de Mantenimiento Periódico para la Red Vial Departamental No Pavimentada (aprobado por la Resolución Directoral N° 015-2006-MTC/14 del 22/03/2006).
- Manual de Mantenimiento o Conservación Vial (aprobado por Resolución Directoral N° 08-2014-MTC/14 de fecha 27.03.2014).
- Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras (aprobado por Resolución Directoral N°051-2007- MTC/14 del 27/08/2007).
- Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2013. (aprobado por Resolución Directoral N°022-2013-MTC/14 de fecha 07/08/2013).
- Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.
- Manual de Diseño Geométrico DG-2013 (aprobado por Resolución Directoral N° 19-2014-MTC/14 de fecha 16.08.2014).

2.4. Definición de Términos Básicos:

- ✓ **Afirmado:** Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozable.
- ✓ **Ancho de Calzada:** Distancia transversal al eje de la carretera, destinada a circulación de vehículos.
- ✓ **Base:** Es la capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una sub-base o sub rasante y la capa de rodadura.
- ✓ **Berma:** Franja longitudinal paralela y adyacente a la calzada del camino. Se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en emergencia y de confinamiento del pavimento.



- ✓ **BM (Bench Mark):** Referencia topográfica de coordenada y altimetría de un punto marcado en el terreno, destinado a servir como control de la elaboración y replanteo de los planos del proyecto de un camino.
- ✓ **Bombeo:** Inclinação transversal de la superficie de rodadura del camino, que facilita el drenaje superficial.
- ✓ **Calzada:** Superficie de la vía sobre la que transitan los vehículos, puede estar comprendida por uno o varios carriles de circulación.
- ✓ **Carril:** Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.
- ✓ **Cuneta:** Canal generalmente triangular o rectangular localizado al lado de la berma destinada a recolectar las aguas de lluvia o de otra fuente, que caen sobre la plataforma del camino.
- ✓ **Curva Horizontal:** Curva circular que une los tramos rectos de un camino o carretera en el plano horizontal.
- ✓ **Curva Vertical:** Curva parabólica o similar en elevación que une las líneas rectas de las pendientes de un camino en el plano vertical.
- ✓ **Ensayo CBR:** Ensayo que mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controlada, para poder evaluar la calidad del terreno para sub rasante y base de pavimento.
- ✓ **Estudio de Mecánica de Suelos:** Ensayos realizados con la finalidad de determinar las características del terreno donde se va a ejecutar un proyecto.
- ✓ **Estudios Topográficos:** Se realizan para determinar las características topográficas de la zona, el alineamiento, ancho, pendientes y secciones transversales de la carretera, de esto dependerá los resultados que se obtengan en el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras.



- ✓ **Impacto Ambiental Negativo:** Son aquellos daños a los que están expuestos la comunidad y el medio ambiente, como consecuencia de las obras de construcción, mejoramiento, rehabilitación, etc., de un camino.

- ✓ **Impacto Ambiental Positivo:** Son aquellos beneficios ambientales, sociales y económicos que logrará la comunidad con la ejecución de las obras del camino.

- ✓ **Material de Cantera:** Es aquel material de características apropiadas para su utilización en las diferentes partidas de construcción de obra, que deben estar económicamente cercanas a las obras y en los volúmenes significativos de necesidad de las mismas.

- ✓ **Obras de Arte:** Conjunto de estructuras destinadas a cruzar cursos de agua, sostener terraplenes y taludes, drenar las aguas que afectan el camino, evitar las erosiones de los terraplenes, etc.

- ✓ **Subrasante:** Capa superior de la plataforma a nivel de subrasante, sobre la que se construirá la estructura de la capa de rodadura.

- ✓ **Tránsito:** Vehículos que circulan por el camino.

- ✓ **Emulsión:** Es una dispersión estable de un líquido en otro.

CAPITULO 3: PROPUESTA DE LA APLICACIÓN PROFESIONAL

3.1. Aspectos físicos territoriales.

3.1.1. Generalidades.

El proyecto consiste en la **“PROPUESTA PARA EL MANTENIMIENTO PERIÓDICO DEL CAMINO VECINAL EMPALME PE 1N - CENTRO POBLADO SANTA ELENA, DISTRITO DE VIRU, PROVINCIA DE VIRU LA LIBERTAD, 2018”**, con una longitud de 3.00 km.

Se debe considerar que todo proyecto de caminos y en cualquier otro estudio de ingeniería, tiene que tener en cuenta el reconocimiento del terreno o lugar donde se va a ubicar la obra, con la finalidad de recolectar datos de la zona, los cuales definirán las pautas técnicas para la realización del diseño respectivo.

3.1.2. Ubicación Política.

Zona de Estudio: Santa Elena

Región: La Libertad

Provincia: Virú

Distrito: Virú

Figura 1: Ubicación de la provincia de Virú en el departamento La Libertad



Figura 2: Ubicación del distrito de Virú en la provincia de Virú



3.1.3. Vías de acceso y comunicación.

La infraestructura vial más importante es la vía terrestre, a través de la carretera Panamericana - Virú – Trujillo, Centro Poblado Santa Elena.

Tabla 1: Vías de acceso

| De | A | Km. | Tiempo | Medio Transp. | Frecuencia |
|------|-------------|-------|---------|---------------|------------|
| Virú | Santa Elena | 15.00 | 15 min. | Vehículo | Diaria |

Elaboración: Autor de la tesis.

3.1.4. Topografía de la zona.

La topografía de la zona es ondulada, la mayoría del área de influencia del proyecto tiene pendientes suaves, las cotas varían desde 56 m.s.n.m. a 37.00 m.s.n.m., alrededor de toda su extensión.

El tipo de suelo es de cultivo arcilla plástica y arena.

3.1.5. Climatología.

Virú tiene un clima desértico. Las temperaturas en verano oscilan entre los 33 °C y los 23 °C y en invierno entre los 21 °C y los 13 °C. La temperatura media anual en Virú se encuentra a 18.9 °C. Hay alrededor de precipitaciones de 14 mm.

3.2. Aspectos sociales por económico.

La mayoría de la población se dedica a las actividades de agricultura (maíz, yucas, camotes, árboles frutales, etc.) y ganadería, en forma independiente. La mayoría de los pobladores de la zona en estudio trabaja de manera independiente siendo ellos mismos los autogestionarios de su canasta familiar y puesto de trabajo.

También hay población que trabaja en las empresas agroindustriales de la zona.

3.2.1. Servicios públicos

- **Energía Eléctrica. -**

La población cuenta con servicio de luz eléctrica pública y domiciliaria en su totalidad.

- **Agua Potable y Alcantarillado. -**

No cuenta con un sistema de alcantarillado, solo se hace uso de pozos ciegos contruidos por los mismos pobladores sin ningún tipo de dirección técnica, tampoco cuentan con servicio de agua potable y que siendo materia del presente proyecto la instalación de las redes de agua potable para dotar del líquido elemento a toda la población de dicho sector y además la inclusión de SS.HH con biodigestores, debemos recalcar que la población de dicho sector se encuentra dispersa. Por ser zona rural.

- **Salud. -**

Estos sectores no cuentan con ningún centro de Salud, por lo que acuden al Puesto de Salud del Centro Poblado de Santa Elena del Ministerio de Salud, que cuenta solo con un médico. La atención es de 8 horas diarias y cuenta además con una enfermera una auxiliar en enfermería y 1 obstetra, puesto que es cubierto mediante por profesionales que realizan servicio comunitario obligatorio dentro de la formación profesional. Uno de los mayores problemas de salud que se ha identificado es la alta morbilidad en la población del Centro Poblado de Santa Elena. Las causas de este problema son:

1. Alto índice de enfermedades diarreicas y parasitarias:

- Consumo de agua no tratada y por desconocimiento de buenas prácticas de manejo de agua para consumo humano.

- Deficiente eliminación de excretas, ya que se realiza al aire libre. Familias cuentan con pozos ciegos sin tener las condiciones mínimas de salubridad y en mal estado, por el mantenimiento inadecuado que reciben.
 - Inadecuada eliminación de basura, debido a prácticas inadecuadas de las familias en la eliminación de desperdicios, así como también a que los predios no cuentan con relleno sanitario.
 - Prácticas de higiene personal y familiar inadecuadas.
2. Alta frecuencia de enfermedades infectocontagiosas:
- Condiciones antihigiénicas en las viviendas familiares debido al hacinamiento e inadecuada distribución de ambientes en las viviendas familiares.
3. Alto índice de Infecciones Respiratorias agudas.
- Las inadecuadas prácticas de prevención que se realizan en las familias (cocinas que producen humo, ambientes compartidos para la crianza de animales menores.
4. Desnutrición infantil:
- Inadecuadas prácticas de alimentación y nutrición que se manifiesta en: Ablactancia temprana, consumo de alimentos diluidos con bajo nivel proteico, enfermedades infecciosas y parasitarias.
5. Deficiente servicio de salud:
- Inadecuada infraestructura y equipamiento del Puesto de Salud, más cercano.
 - Limitados recursos y horario de atención del personal de salud.
- **Educación. -**
- El Sector Frontón Alto, cuenta solo con una I.E. de Nivel Inicial, en donde se imparte educación a los niños de 3 a 5 años, cuenta con una infraestructura recién construida por el gobierno local; sin embargo, cuenta con limitado equipamiento y la carencia de implementos educativos, material bibliográfico, equipos de cómputo lo cual contribuye a condicionar la calidad de la enseñanza y aprendizaje de los alumnos(as). Al término de sus estudios del nivel inicial, los alumnos(as) no pueden continuar otros estudios debido a que no cuentan

con los recursos económicos para desplazarse hacia Virú en donde podrían continuar sus estudios.

Razón por la cual, el nivel educativo de la población es bajo encontrándose que existe un alto porcentaje de pobladores con primaria incompleta e incluso analfabetos.

○ **Vivienda. -**

Muestra una configuración distribuida por lotes dispersos a lo largo de los Caminos de Herradura y la carretera, estableciendo zonas de futura expansión, de lotes urbanos.

En la actualidad las viviendas predominantes están construidas con adobes y calaminas y/o tejas, en estado precario debido a la antigüedad de la construcción y en pequeñas cantidades viviendas de material noble

○ **Medios de Transporte y Comunicación. -**

El sector Frontón Alto cuenta con una vía carrózale que se inicia a 1.00 km de la carretera Panamericana en la carretera a Santa Elena – El Carmelo; esta infraestructura cuenta con mínimo mantenimiento por lo que se hace inaccesible con vehículos en las épocas de lluvias, siendo de difícil tránsito (Enero – Abril).

Los sectores cuentan con cobertura de telefonía móvil y servicio de cable satelital.

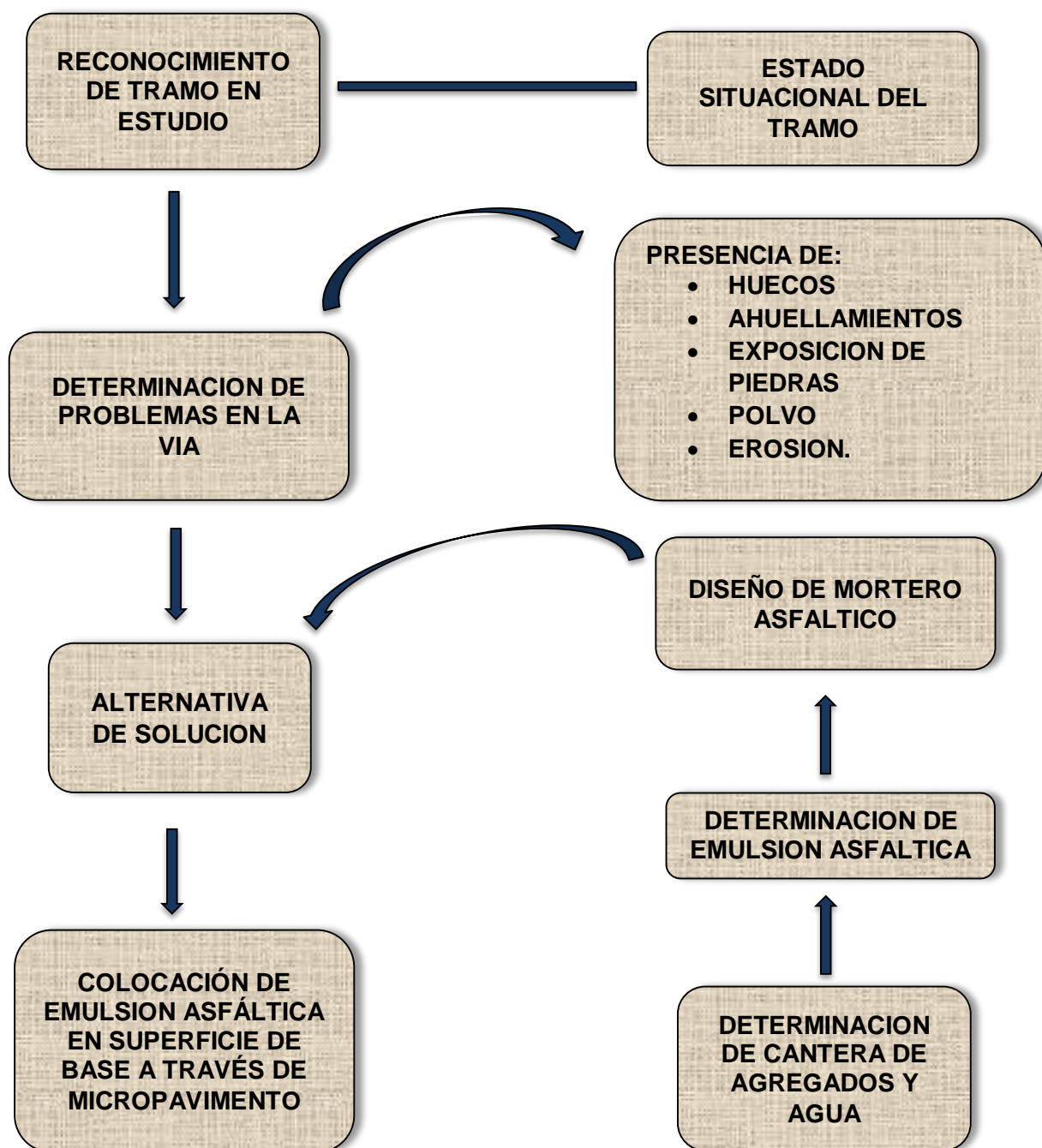
○ **Otros Servicios. -**

El sector de Frontón Alto, no cuenta con el servicio de recojo de basura, la misma que generalmente es arrojada al costado de las parcelas agrícolas, cerca de los caminos, a los canales de riego, observando montículos de basura en diversos lugares de la comunidad, contaminando peligrosamente el medio ambiente.

3.3. Procedimiento Propuesto

Se utilizarán tablas, gráficos y además programas especializados para este caso tales como el AUTOCAD CIVIL 3D, Excel, entre otros.

Figura 3: Procedimiento de Aplicación del Proyecto



Elaboración: El Autor de la tesis

3.4. Levantamiento topográfico.

3.4.1. Antecedentes.

Topografía de la Zona del Proyecto.

Se pudo observar durante la visita de inspección en campo para el levantamiento de información topográfica y toma de datos para la ejecución de dicho proyecto, que es una topografía semi – plana.

3.4.2. Ubicación del área de levantamiento topográfico.

El tramo de la vía se encuentra ubicado entre el centro poblado Santa Elena y el Centro poblado Víctor Raúl, Provincia de Virú, Región La libertad.

La carretera, se encuentra localizado a 6.2 Km. antes de llegar al Puente Virú, en la región de La libertad, se encuentra entre los 56 a 37 metros sobre el nivel del mar.

Sus colindantes son:

| | | |
|--------------|---|--------------------|
| Por el Este | : | Terrenos Agrícolas |
| Por el Oeste | : | Terrenos Agrícolas |
| Por el Norte | : | C.P. Víctor Raúl |
| Por el Sur | : | C.P. Santa Elena |

3.4.3. Área de levantamiento.

Las habilitaciones pertenecientes al área de levantamiento son:

- Construcciones existentes (Casas, Postes, Puentes)
- Carretera existente, acequias.

3.4.4. Objetivo del levantamiento topográfico.

El principal objetivo es obtener los planos topográficos veraces y fidedignos, mediante el levantamiento con Estación Total; la obtención de sus coordenadas, de los niveles y cotas de terreno para determinar la ubicación de las Infraestructuras Existentes y la determinación de los Benchs Marks o Puntos de Control.

3.4.5. Cartografía

Para realizar el Levantamiento Topográfico del Tramo, se ha utilizado los puntos determinados con GPS y estos a su vez son BM's.

Asimismo, se ha ubicado estaciones y puntos de apoyo en un número suficiente para desarrollar los trabajos de verificación y ubicación en coordenadas UTM WGS84 de las estructuras existentes, como son: Construcciones, veredas, acequias, puentes, etc., y usarlas como referencia para los trabajos proyectados.

El levantamiento topográfico se ha realizado de acuerdo a lo establecido.

3.4.5.1. Desarrollo de la poligonal

Antes de iniciar las mediciones se ha establecido la poligonal de apoyo. Se inició estacionando en Estación: "E1", con vista atrás al punto: Estación: "E0", iniciándose así la poligonal para el levantamiento topográfico hasta la E4 y habiendo efectuado los ajustes respectivos, los cuales se muestran sus valores en el siguiente cuadro:

3.4.6. Equipos y personal de campo

Equipos de Campo

- 01 Estación Total marca Topcon, con una precisión de lectura angular de 07" y el distanciómetro para lecturas de un alcance de 3.0 km.
- 02 Prismas con sus respectivos bastones Marca Topcon.
- 01 wincha de fibra de vidrio de 5m
- 01 auto para movilidad

Equipos de Gabinete

- Laptop marca Toshiba core i7
- Impresora de inyección
- Ploter HEWLETT PACKARD Design Jet 650C

Personal

El Personal utilizado fue el siguiente:

- 01 Topógrafo
- 02 Asistentes en topografía

3.4.7. Levantamiento topográfico

El levantamiento Topográfico se refiere al establecimiento de puntos de control horizontal y vertical y la toma de puntos en coordenadas UTM.

En efecto, se requiere por una parte una cantidad suficiente de puntos de control vertical e igualmente suficientes puntos de control horizontal para los casos de verificación y replanteo en el desarrollo del Proyecto y posterior Construcción.

Se han establecido PUNTOS DE CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL (BM'S) en toda el área.

3.4.7.1. Trabajos de Campo Realizados

Poligonal de Control Básico Horizontal y Vertical

En función a la importancia de los Estudios a ejecutarse como los Diseños Definitivos de Estudio del

tramo; para el cumplimiento de lo requerido en los Términos de Referencia se ha empleado equipo electrónico de precisión como es Estación Total Topcon, en las que se ha almacenado información codificada y coordinada, estos datos son llevados a programas de topografía (en este caso AutoCAD Civil 3D), para la elaboración de los planos requeridos.

Para el caso de la poligonal de control se realizó con un equipo de Estación Total, básicamente para poder obtener niveles de error mínimos. Para ello, se tomaron lecturas de distancia repetida y en modo fino del instrumento lo que significa que, en un intervalo de tiempo de 2,5 segundos por visada, utilizando de este tiempo el promedio de lecturas computarizadas, cada una de ellas medidas con rayos infrarrojos de onda corta, viajando a la velocidad de la luz dan una cantidad considerable de precisión al desnivel resultante, el cual se afecta principalmente por la posición y el número de prismas utilizados.

Además, se realizaron los ajustes por temperatura y presión en el momento de la colección de datos.

La metodología resumida fue la siguiente:

1. Se ejecutó una poligonal con medida directa, utilizándose para ello Estación Total Topcon de aproximación 7" con colector interno de información, cada medida se realizó en modo fino (ya escrito), en series de tres visadas cada una, de las cuales el software de cálculo tomó el promedio final, de esta manera se reduce al mínimo el error del operador y logrando errores de cierre dentro de

lo permitido por los términos de referencia.

2. Los vértices de la poligonal se colocaron de tal manera que se aseguró su inter visibilidad.

3.4.7.2. Procedimiento de trabajo

Para los trabajos de levantamiento topográfico de lo existente, se siguió el siguiente procedimiento:

1. Apoyados en los vértices de las Poligonales de Control, se levantaron en campo todos los detalles planimétricos compatibles con la escala de presentación de los servicios, tales como: construcciones, carreteras, acequias, puentes, postes, etc.
2. Se caracterizaron todos los puntos bajos y puntos altos, tomados a partir de la lectura de puntos entre las construcciones, veredas, pistas existentes, etc.
3. Toda la información obtenida se ha procesado empleando AutoCAD Civil 3D.
4. Los puntos de coordenadas y con el empleo del programa indicado en el punto N°3, se procedieron a modelar las superficies topográficas para finalmente obtener la planimetría y las curvas de nivel.
5. Estos trazos que generan los planos, han sido procesados en dibujos vectorizados en AutoCAD Civil 3D. Los archivos están en unidades métricas. Los puntos son incluidos como bloques en la capa PUNTOS y controlada en tres tipos de información básica (número de punto, descripción y elevación) en las capas PUNTOS

Trabajos De Campo

- Ubicación de los Vértices de La Poligonal

Las ubicaciones de los puntos de la Poligonal se trasladaron siguiendo la Base de los puntos de Control.

Los vértices han sido ubicados de tal manera de obtener perfecta visibilidad entre puntos consecutivos, una vez lograda esta condición, fueron seleccionados en campo

- Medición de Distancias

La medición electrónica de distancias se ha ejecutado con el distanciómetro incorporado de la Estación TOPCON.

- Ubicación de BM's

- Se ubicaron 5 Estaciones.

3.4.8. Trabajo de gabinete

3.4.8.1. Procesamiento de la información de campo

Toda información tomada en el campo fue transmitida a la computadora de trabajo a través del programa. Topcon Link.

Esta información ha sido procesada mediante el programa AutoCAD Civil 3D, por medio de este se obtuvieron los puntos en coordenadas UTM, Sistema WGS84, y así proceder a elaborar los planos con sus respectivos detalles y curvas de nivel.

Tabla 2: Cálculo de coordenadas BM's

| CUADRO DE DATOS TECNICOS - COORDENADAS UTM-WGS-84-17S | | | | |
|--|--------------|-------------|-------------|--------------------|
| PUNTO BM | NORTE | ESTE | COTA | DESCRIPCION |
| 1 | 9070081.18 | 739733.475 | 71.121 | BM |
| 2 | 9069645.05 | 739477.653 | 61.032 | BM |
| 3 | 9069217.69 | 739210.35 | 52.023 | BM |
| 4 | 9068749.22 | 738931.031 | 46.132 | BM |
| 5 | 9068339.69 | 738675.043 | 42.856 | BM |
| 6 | 9067936.4 | 738441.273 | 41.204 | BM |
| 7 | 9067661.37 | 738270.712 | 39.658 | BM |
| 8 | 9067554.24 | 738418.763 | 37.876 | BM |

Tabla 3: Cálculo de coordenadas -poligonal de estaciones

| CUADRO DE DATOS TECNICOS - COORDENADAS UTM-WGS-84-17S | | | | |
|--|--------------|-------------|-------------|--------------------|
| PUNTO BM | NORTE | ESTE | COTA | DESCRIPCION |
| 0 | 9070078.5 | 739740.857 | 71.101 | EST |
| 1 | 9070074.31 | 739728.782 | 71.027 | EST |
| 2 | 9069656.65 | 739476.724 | 61.231 | EST |
| 3 | 9068836.84 | 738978.609 | 47.152 | EST |
| 4 | 9067670.52 | 738263.769 | 39.723 | EST |

3.5. Mejorar el nivel de la capa de rodadura a nivel de afirmado y prepararla para recibir el riego de imprimación.

3.5.1. Ancho de carril

El ancho del carril del tramo Empalme PE 1N - Centro Poblado Santa Elena es de 7.0 – 7.5 m, variando a lo largo de la vía.

3.5.2. Longitud de la vía en estudio

La longitud que se ha tomado en cuenta para este proyecto es de 3 Km lineal de pavimento afirmado.

3.5.3. Clasificación según demanda: Cálculo del Índice Medio Diario Anual

Para el tramo en estudio, se realizó un estudio de tráfico, midiendo el flujo vehicular durante siete días. Con el promedio del tránsito observado, su IMD se detalla en el siguiente cuadro

Tabla 4: Índice Medio Diario Anual

| Tipo de vehículo | Índice Medio Diario Anual | |
|----------------------|---|---------------|
| | Tramo: Empalme PE 1N - Centro Poblado Santa Elena | |
| | N° de vehículos | % |
| Auto | 0 | 0.0% |
| Camioneta Pick Up | 6 | 46.2% |
| Camioneta rural | 1 | 8% |
| Micro | 0 | 0.0% |
| Ómnibus (bus 2 Ejes) | 3 | 23.1% |
| Camión 2 Ejes Ligero | 0 | 0.0% |
| Camión 2 Ejes Pesado | 3 | 23.1% |
| Camión 3 Ejes | 0 | 0.0% |
| IMDa | 13 | 100.0% |

Fuente: Autor de la Tesis

3.5.4. Reconformación de la Base:

Aviándose realizado la observación de todo tramo se concluye que no hay problemas estructurales por que no presente hundimientos o ahuellamientos, por tanto las razones de mantenimiento y conservación son de tipo funcional y no estructural, se buscó en el Manual de Especificaciones Técnicas de Carretera CAPITULO 5: VIAS NO PAVIMENTADAS O AFIRMADAS, Sección 504: Reconformación de la Plataforma Descripción 504.1 Generalidades Consiste en escarificar, conformar, nivelar y compactar la plataforma incluyendo el afirmado existente, con ó sin adición de nuevo material de afirmado. El objetivo es eliminar huellas, deformaciones, ondulaciones, erosiones y material suelto de la plataforma, obteniendo una superficie uniforme, de tal manera que la sensación del usuario que transita por la carretera sea de comodidad y seguridad. Los trabajos se deben ejecutar

antes del inicio de la estación lluviosa. Utilizar materiales adecuados. Cuando sea necesario, adicionar nuevo material de afirmado. Para la ejecución de esta actividad se deberá atender, en lo que corresponda, con los materiales para afirmado deben cumplir con establecido en la Sección 302 de las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2000.

Materiales

504.2 Para la ejecución de esta actividad se aprovechará el material del afirmado existente. De ser necesario se adicionará nuevo material de afirmado. Para la compactación se necesitará agua.

Equipos y Herramientas

504.3 Los equipos y herramientas necesarios para la ejecución de esta actividad son: volquete, motoniveladora con escarificador, rodillo ó compactador vibratorio, cisterna de riego, lampas, rastrillos, carretillas, picos y una cámara fotográfica, etc.

Procedimiento de Ejecución

504.4 El procedimiento a seguir para la ejecución de los trabajos es el siguiente:

- Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, y en caso necesario operadores de PARE y SIGA.
- El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial de acuerdo con las normas establecidas.
- Asignar en el lugar, la cuadrilla de trabajadores, el equipo y los materiales necesarios.
- Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación inicial y en actividades de avance.
- Escarificar la superficie de rodadura mediante motoniveladora, humedecer ó airear hasta lograr la humedad de compactación, y proceder a compactar mediante rodillo o compactador vibratorio

definido según el material a emplear en el afirmado. En caso necesario, adicionar material de afirmado.

- Trasladar el material retirado, que no sea reutilizable, fuera de la vía a un depósito de excedentes o un sitio autorizado, de tal forma que conjugue con el entorno ambiental.
- Inspeccionar visualmente que la superficie de rodadura haya quedado uniforme, y que la pendiente transversal (bombeo) sea suficiente (2% a 4%) para facilitar el escurrimiento del agua lluvia superficial.
- Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.
- Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación final.

Aceptación de los trabajos

504.5 La Supervisión aceptará los trabajos cuando compruebe que la Reconformación de la Plataforma se ha realizado cumpliendo con esta especificación y que como resultado la plataforma ha quedado conformada, uniforme y debidamente compactada.

Medición

504.6 La unidad de medida para la Reconformación de la Plataforma es: metro cuadrado (m²) o la correspondiente al Indicador de Conservación o al Indicador de Nivel de Servicio, según el caso.

Aplicación de Sello asfáltico o imprimación con Emulsión asfáltico.

Ante las consecuencias ya mencionadas que viene perjudicando a la carretera Empalme PE 1N - Centro Poblado Santa Elena, se plantea como alternativa de solución la colocación de Emulsión Asfáltica en superficie de base a través de Micropavimento, para el cual el proceso constructivo seguirá la secuencia siguiente una vez concluida la colocación del afirmado en toda la vía:

- **IMPRIMACION:**

Consiste en la aplicación de un riego asfáltico sobre la superficie de una base debidamente preparada, con la finalidad de recibir una capa de pavimento asfáltico o de impermeabilizar y evitar la disgregación de la base construida, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto. Incluye la aplicación de arena cuando sea requerido.

Materiales

El material bituminoso a aplicar en este trabajo será el siguiente:

Emulsiones Asfálticas, de curado lento (CSS-1, CSS-1h), mezclado para la imprimación, de acuerdo a la textura de la Base y que cumpla con los requisitos de la **Tabla 416-01** del Manual de Carreteras-MTC.

Podría ser admitido el uso de Asfalto líquido, de grados MC-30, MC-70 ó MC-250 que cumpla con los requisitos de la **Tabla 416-02** del Manual de Carreteras-MTC.

El tipo de material a utilizar deberá ser establecido en el Proyecto. El material debe ser aplicado tal como sale de planta, sin agregar ningún solvente o material que altere sus características.

La cantidad por m² de material bituminoso, debe estar comprendida entre 0,7-1,5 l/m² para una penetración dentro de la capa granular de apoyo de 5 mm a 7 mm por lo menos, para el caso de asfaltos diluidos, y de 5.0 a 7.5 mm para el caso de las emulsiones, verificándose esto cada 25 m.

Equipo

Se aplica lo especificado en la Subsección 415.03 del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción vigente.

Adicionalmente se deberá cumplir lo siguiente:

Para los trabajos de imprimación se requieren elementos mecánicos de limpieza y camión imprimador y cisterna de agua.

El equipo para limpieza estará constituido por una barredora mecánica y/o una sopladora mecánica. La primera será del tipo rotatorio y ambas serán operadas mediante empuje o arrastre con tractor. Como equipo adicional podrán utilizarse compresores, escobas, y demás implementos.

El camión cisterna imprimador de materiales bituminosos deberá cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante de cualquier material bituminoso, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Sus dispositivos de irrigación deberán proporcionar una distribución transversal adecuada del ligante. El vehículo deberá estar provisto de un velocímetro calibrado en metros por segundo (m/s), visible al conductor, para mantener la velocidad constante y necesaria que permita la aplicación uniforme del asfalto en sentido longitudinal.

El camión cisterna deberá aplicar el producto asfáltico a presión y en forma uniforme, para ello deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, deberá estar provisto de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no podrá encontrarse cerca de un elemento calentador.

Requerimientos de Construcción

Clima

La capa de imprimación debe ser aplicada cuando la superficie se encuentre seca, que la temperatura ambiental sea mayor a 6°C, que las condiciones climáticas sean las apropiadas y sin presencia de lluvia.

Preparación de la superficie

La superficie de la base a ser imprimada (impermeabilizada) debe estar en conformidad con los alineamientos, gradientes y secciones típicas mostradas en los planos del Proyecto y con los requisitos de las Especificaciones relativas a la Base Granular.

Antes de la aplicación de la capa de imprimación, todo material suelto o extraño debe ser removido y eliminado por medio de una barredora mecánica y/o un soplador mecánico, según sea necesario.

Aplicación de la capa de imprimación

Durante la ejecución del trabajo, se deberá tomar las precauciones necesarias para evitar accidentes con la utilización de los materiales, equipo y personal.

El material bituminoso de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, por un distribuidor a presión que cumpla con los requisitos indicados anteriormente. Se dispondrá de material aislante, para evitar la superposición de riegos, sobre un área ya imprimada. El material debe ser aplicado

uniformemente a la temperatura y a la velocidad de régimen especificado. En general, el régimen debe estar entre 0,7 a 1,5 l/m², dependiendo de cómo se halle la textura superficial de la base.

La temperatura del material bituminoso en el momento de aplicación, debe estar comprendida dentro de los límites indicados en la Tabla **415-07**, ó la establecida de la carta viscosidad-temperatura.

Al aplicar la capa de imprimación, el distribuidor debe ser conducido a lo largo de un filo marcado para mantener una línea recta de aplicación. Se debe determinar la tasa de aplicación del ligante y hacer los ajustes necesarios.

Si las condiciones de tráfico lo permiten, la aplicación debe ser hecha sólo en la mitad del ancho de la superficie a imprimir. Debe tenerse cuidado de colocar la cantidad correcta de material bituminoso a lo largo de la junta longitudinal resultante. Inmediatamente después de la aplicación de la capa de imprimación, ésta debe ser protegida por avisos y barricadas que impidan el tránsito durante el período de curado que establezca el Proyecto.

Protección de las estructuras adyacentes

La superficie de todas las estructuras y árboles adyacentes al área sujeta a tratamiento, deben ser protegidas de manera tal, que se eviten salpicaduras o manchas. En caso de que estas ocurran; retirará el material y reparará todo daño ocasionado.

Apertura al tráfico y mantenimiento

El área imprimada debe airearse, sin ser arenada por un término de 24 horas, a menos que sea ordenado de otra manera. Si el clima es frío o si el material de imprimación no ha penetrado completamente en la superficie de la base, un período más largo de tiempo podrá ser necesario. Cualquier exceso de material bituminoso que quede en la superficie después de tal lapso debe ser retirado usando arena, u otro material aprobado que lo absorba, antes de que se reanude el tráfico.

La aplicación del riego de imprimación, deberá estar coordinada con la puesta en obra de la capa asfáltica, de manera que el ligante no haya perdido su efectividad como elemento de unión.

Se deberá conservar satisfactoriamente la superficie imprimada hasta que la capa de superficie sea colocada. La labor de conservación debe incluir, el extender cualquier cantidad adicional de arena u otro material aprobado necesario para evitar la adherencia de la capa de imprimación a las llantas de los vehículos y parchar las roturas de la superficie imprimada con mezcla bituminosa. En otras palabras,

cualquier área de superficie imprimada que haya perdido su efectividad adherente, resulte dañada por el tráfico de vehículos o por otra causa, deberá ser reparada antes de que la capa superficial sea colocada.

Todos los detalles para la Imprimación se pueden apreciar en la sección 416 del Manual de Carreteras – MTC.

3.6. Proteger la superficie de rodadura, con la colocación de un mortero asfáltico

✓ DISEÑO

I. CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

Referencia : Formular Slurry Seal III.
Observaciones : Agregado muestreado por los interesados.

Tabla 5: Análisis Granulométrico

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO (ASTM C-136) | | | |
|---|---------------------|-----------|--|
| SERIE AMERICANA | ABERTURA (mm) | PASA % | ESPECIFICACION SLURRY SEAL TIPO III |
| 3/8" | 9,525 | 100 | 100 |
| # 4 | 4,760 | 88 | 70 - 90 |
| # 8 | 2,380 | 66 | 45 - 70 |
| # 16 | 1,190 | 42 | 28 - 50 |
| # 30 | 0,590 | 27 | 19 - 34 |
| # 50 | 0,297 | 18 | 12 - 25 |
| # 100 | 0,149 | 12 | 7 - 18 |
| # 200 | 0,074 | 6 | 5 - 15 |
| < # 200 | (ASTM C-117) | 0 | |

Figura 4: Curva Granulométrica

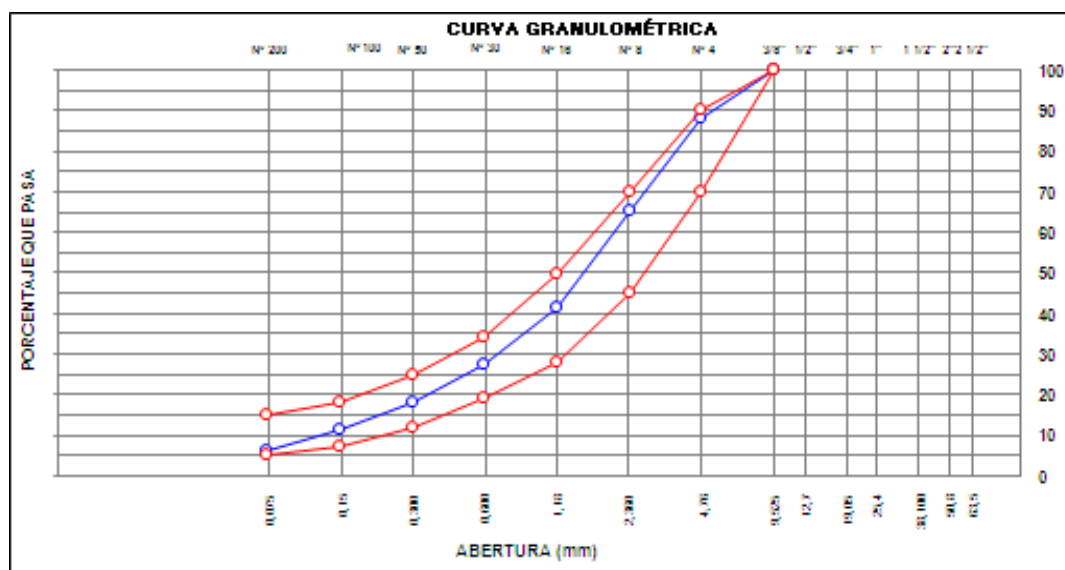


Tabla 6: Ensayos

| ENSAYO | ESPECIFICACIÓN | RESULTADO |
|------------------------------------|----------------|------------------------|
| EQUIVALENTE DE ARENA (ASTM D 2419) | MÍNIMO 45% | 78 % |
| AZUL DE METILENO (ISSA TB 145) | ----- | 23 mg/gr |
| PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29) | ----- | 1562 Kg/m ³ |

II. CARACTERÍSTICAS DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA

Tipo de emulsión: Emulsión Catiónica de Rotura Controlada Emultec CQS-1hp. Referencia : MINIPLANTA CQS-1hp.

Tabla 7: Características de la Emulsión Asfáltica

| ENSAYO | MÉTODO | UNIDADES | RESULTADO | ESPECIFICACIÓN |
|----------------------------------|-------------|----------|-----------|----------------|
| Residuo Asfáltico | ASTM D 6997 | % | 62.5 | Mínimo 62% |
| Penetración (25 °C, 100g, 5 seg) | ASTM D 5 | dmm | 62 | 40 - 90 dmm |
| Punto de ablandamiento | ASTM D 36 | °C | 57 | Mínimo 57 °C |

III. ANALISIS DE AGUA

Tabla 8: Análisis del agua

| PROCEDENCIA | ESPECIFICACIÓN | | RESULTADO | |
|--------------|----------------|----------------|-----------|---------|
| | PH | DUREZA | PH | DUREZA |
| AGUA POTABLE | (6 - 8) | MAXIMO 380 ppm | 7.68 | 262 ppm |

IV. CONTENIDO TEÓRICO DE ASFALTO

Asfalto teórico en base a la granulometría : 8.4%
Emulsión asfáltica teórica calculada : 13.4%

V. CALIDAD DE MEZCLA

A partir del contenido teórico de emulsión y teniendo en cuenta la manejabilidad de la mezcla con el agregado, se fabricaron moldes para someterlos a las pruebas de:

Rueda cargada (ISSA TB 109)

Abrasión en húmedo (ISSA TB 100)

Tabla 9: Calidad de la Mezcla

| Asfalto Teórico (%) | Emulsión Teórica (%) | Agua (%) | Aditivo (%) | Cemento (%) |
|---------------------|----------------------|----------|-------------|-------------|
| 8.4 | 13.4 | 8.5 | 0.5 | 0.5 |

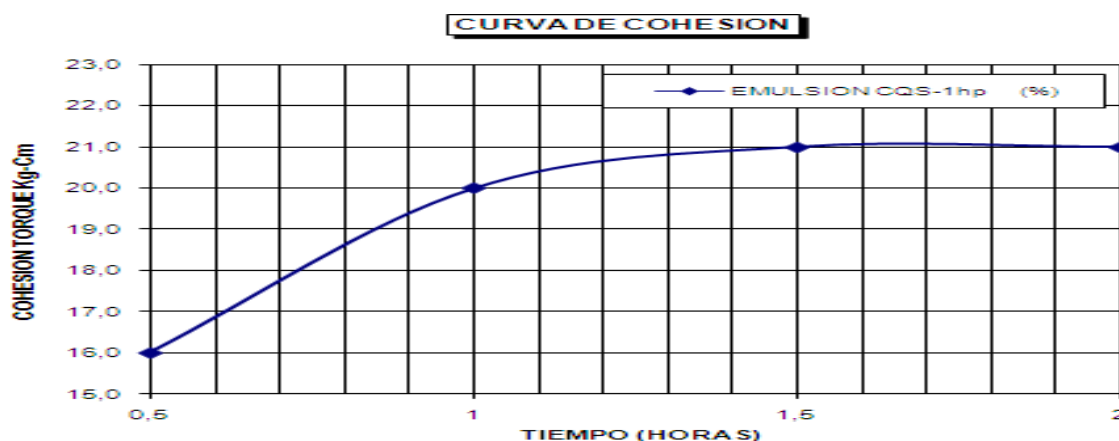
- El porcentaje de agua que se indica es la añadida al agregado.
- Filler : Cemento
- Tiempo de mezclado >180segundos.
- Porcentajes en peso del agregado seco.

VI. COHESION

Tabla 10: Cohesión

| TEMPERATURA LABORATORIO | % ASFALTO | % EMULSIÓN | % AGUA | % ADITIVO | % CEMENTO | TIEMPO DE MEZCLADO (Segundos) | COHESIÓN N (kg-cm) | |
|-------------------------|-----------|------------|--------|-----------|-----------|-------------------------------|--------------------|--------|
| | | | | | | | 30 min | 60 min |
| 22°C-25°C aprox | 8.4 | 13.4 | 8.5 | 0.5 | 0.5 | >180 | 16 | 20 |

Figura 5: Tiempo de rotura bajo condiciones de laboratorio: 4.0 horas



VII. ESPECIFICACIONES

Tabla 11: Especificaciones

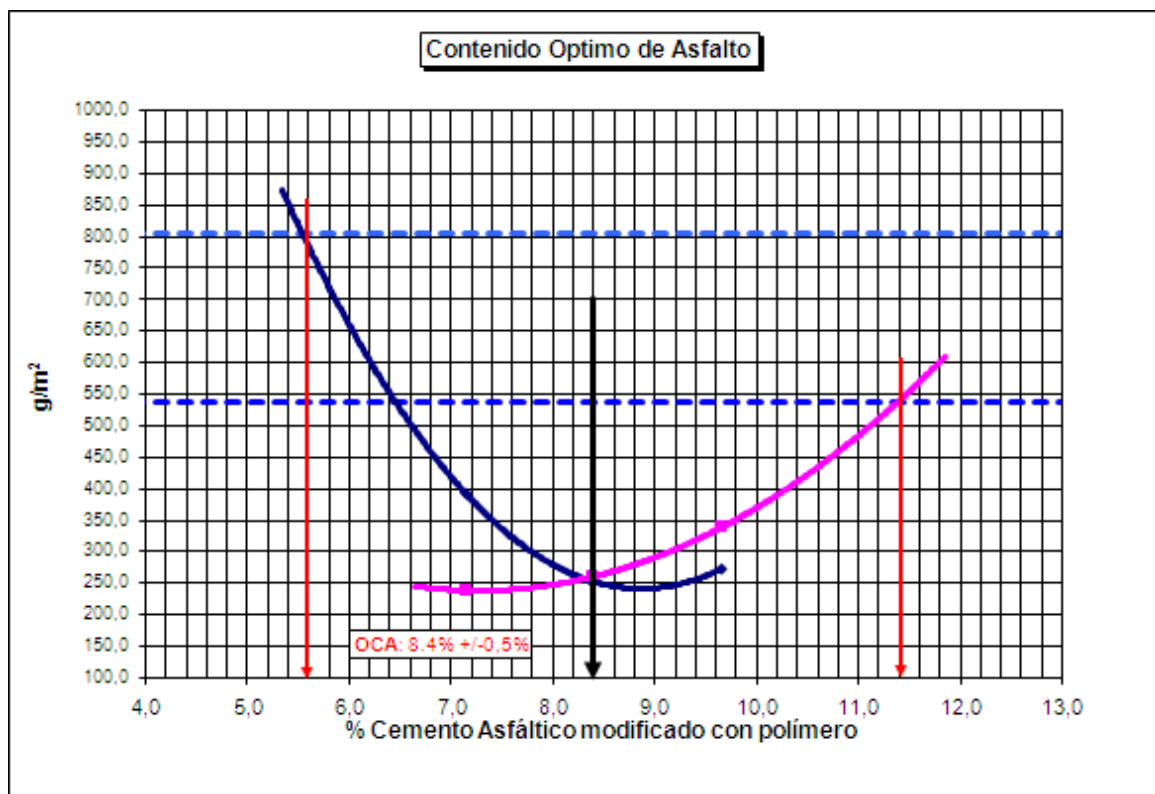
| ENSAYO | MÉTODO | ESPECIFICACIÓN |
|--------------------|------------|-----------------------------|
| Tiempo de mezclado | ISSATB 113 | Mínimo 180 seg. |
| WTAT | ISSATB 100 | Máximo 807 g/m ² |
| LWT | ISSATB 109 | Máximo 538 g/m ² |

VIII. RESULTADOS

Tabla 12: Resultados

| Cemento Asfáltico Mod. con Polímero | Emulsión (%) | WTAT (g/m ²) | LWT (g/m ²) |
|-------------------------------------|--------------|--------------------------|-------------------------|
| 7,2 | 11,4 | 391,8 | 238,7 |
| 8,4 | 13,4 | 251,9 | 260,7 |
| 9,7 | 15,4 | 272,8 | 338,3 |

Figura 6: Contenido Optimo de Asfalto



IX. DISEÑO FINAL COBERTURA PAVIMENTO.

Diseño de Slurry Seal TIPO III.

- Cantidad optima de emulsión asfáltica CQS-1hp : 13.4%
(Rango de tasa de aplicación: 12.6% a 14.2% aplicación)
- Cantidad de agua : 8.5%
(Agua añadida)
- Aditivo : 0.5%
- Cantidad de filler (Cemento Portland Tipo I) : 0.5%

Nota 1. *El agregado encaja dentro de la gradación TIPO III de la Especificación ISSA.*

Nota 2. *Las condiciones de diseño y evaluación de material fueron realizadas en condiciones de laboratorio. Se debe tomar en cuenta, que durante la aplicación en campo se puede requerir algunos ajustes al diseño.*

• COLOCACION DE MORTERO ASFALTICO

Este trabajo consiste en colocar una capa de mortero asfáltico, en espesores que varían de 3 a 10 mm. La colocación de mortero debe realizarse mediante equipo para la distribución del mortero asfáltico o similar, cumpliendo con los requisitos de material pétreo, material asfáltico estipulados en la Sección 420 del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción, observando la granulometría de cada tipo de mortero. La superficie terminada deberá estar limpia, presentar uniformidad y ajustarse a la rasante y pendientes establecidas.

Materiales

Los materiales a usar para la ejecución de este trabajo será: agregados pétreos y polvo mineral, material bituminoso, agua, aditivos para control de rotura y otros.

1. Agregados pétreos

Con respecto a este material, se les realizarán los siguientes ensayos que cumplan con los requerimientos para los agregados indicados en la Tabla 420-01, según el Manual de Carretera - EG 2013.

Tabla 13: Requerimientos para los agregados pétreos.

| Ensayos | Norma | Requerimiento |
|--------------------------|-----------------|---------------|
| Pérdida en Sulfato de Mg | MTC E 209 | 18% máx. |
| Desgaste Los Ángeles | MTC E 207 | 25% máx. |
| Índice de Plasticidad | MTC E 111 | NP |
| Equivalente de Arena | MTC E 114 | 40% mín. |
| Azul de metileno | AASTHO TP 57 | 8 máx. |
| Adherencia | MTC E 220 | 4 mín. |

Fuente: Manual de carreteras, EG 2013.

Elaboración: El Autor de la tesis

a) **Pérdida en Sulfato de Mg:** Para la determinación del ensayo para el agregado pétreo, se seguirá el procedimiento indicado en la norma MTC E 209 – 2000 del Manual de ensayos de carreteras.

❖ *Herramientas.*

- Juego de tamices: 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 2" y 2 1/2"
- Recipientes, para la inmersión de las muestras de los agregados en la solución
- Regulador de la temperatura, medio apropiado para regular la temperatura de la solución durante el periodo de inmersión.
- Balanzas, con capacidad de 5 kg y sensibilidad mínima de 1 g.
- Estufa, capaz de mantener la temperatura a 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F).
- Solución de sulfato de magnesio.

❖ *Procedimiento.*

- Se prepararon las muestras para el agregado grueso, la cuales deben ser un material del que se han eliminado todas las fracciones inferiores al tamiz de 4.75 mm (No. 4).

La muestra debe tener, como mínimo, el peso suficiente para obtener de ella, las cantidades de, las fracciones indicadas en la Tabla N°3, que estén presentes en cantidad de 5% como mínimo.

Tabla 14: Peso necesario del agregado grueso para Ensayo de Durabilidad
(Al Sulfato de Magnesio)

| Tamices mm (pulgadas) | | Peso g | |
|------------------------------|-------------------|--------|-------------|
| Compuesto de material: | | | |
| de 4.75 mm a 9.5 mm | Nº 4 a 3/8" | | 300 ± 5 |
| de 9.5 mm a 19.0 mm | (3/8" a 3/4") | | 1000 ± 10 |
| Compuesto de material: | | | |
| de 9.5 mm a 12.5 mm | (3/8" a 3/4") | 33% | 330 ± 5 |
| de 12.5 mm a 19.0 mm | (1/2" a 3/4") | 67% | 670 ± 10 |
| de 19.0 mm a 37.5 mm | (3/4" a 1 1/2") | | 5000 ± 300 |
| Compuesto de material: | | | |
| de 19.0 mm a 25.0 mm | (3/4" a 1") | 33% | 500 ± 30 |
| de 25.0 mm a 37.5 mm | (1" a 1/2") | 67% | 1000 ± 50 |
| de 37.5 mm a 63 mm | (1 1/2" a 2 1/2") | | 5000 ± 300 |
| Compuesto de material: | | | |
| de 37.5 mm a 50 mm | (1 1/2" a 2") | 40% | 2000 ± 200 |
| de 50 mm a 63 mm | (3/8" a 3/4") | 40% | 3000 ± 300 |
| Tamices mayores obtenidos en | | | |
| Incrementos de 25 mm (1") | | | 7000 ± 1000 |

Fuente: Manual de ensayos de carreteras-MTC (EM-2000)

- El agregado grueso se lavó y secó hasta peso constante, a una temperatura de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F) y se separó en las diferentes fracciones, por tamizado. La cantidad requerida de cada una de estas fracciones, se pesó y se colocó, por separado, en los recipientes para ensayo.
- Las muestras se sumergieron en la solución de sulfato de magnesio, durante un periodo no menor de 16 horas ni mayor de 18 horas, de manera que el nivel de la solución quede por lo menos 13 mm por encima de la muestra. El recipiente se cubrió para evitar la evaporación y la contaminación con sustancias extrañas.

Las muestras sumergidas en la solución, se mantuvieron a una temperatura de $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ($70 \pm 2^{\circ}\text{F}$), durante todo el tiempo de inmersión.

- Posterior a la inmersión, la muestra se sacó de la solución dejándola escurrir durante 15 ± 5 minutos y se la introdujo en el horno, cuya temperatura se habrá regulado previamente a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$).
- Se secaron las muestras hasta obtener un peso constante a la temperatura indicada. Durante el periodo de secado se sacaron las muestras del horno, enfriándolas a la temperatura ambiente, y se pesan a intervalos de tiempo no menores de 4 horas ni mayores de 18 horas. Se puede considerar que se ha alcanzado un peso constante, cuando dos pesadas sucesivas de una muestra, difieren menos de 1.0 g. Una vez alcanzado el peso constante, se sumergieron de nuevo las muestras en la solución, El proceso de inmersión y secado de las muestras se prosiguió, hasta completar el número de ciclos que se especifiquen.
- Después de terminado el último ciclo y de que la muestra se haya enfriado, se lavó hasta que quede exenta de sulfato de magnesio, lo cual se reconoce en las aguas de lavado por la reacción al contacto con Cloruro Bórico (BaCl_2).
- Luego de eliminar todo el sulfato de magnesio, cada fracción de la muestra se secó hasta obtener un peso constante, a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$), y se pesó. Se tamizó el agregado grueso sobre los tamices indicados a continuación, según el tamaño de las partículas.
- Se obtiene el peso de cada fracción de la muestra antes del ensayo y del material de cada fracción, más fino que el tamiz, en el cual quedó retenido el material después del ensayo, expresado como tanto por ciento con respecto al peso total de la fracción original.

❖ *Expresión de resultados:* se calcula la pérdida media, calculada por medio del tanto por ciento de pérdida de cada fracción, teniendo en cuenta la granulometría media del material del cual se obtuvo la muestra enviada al laboratorio.

b) Desgaste Los Ángeles: Para la determinación del ensayo para el agregado pétreo, se seguirá el procedimiento indicado en la norma MTC E 207 – 2000 del Manual de ensayos de carreteras.



❖ *Herramientas.*

- Balanza, con aproximación de 1 g.
- Estufa, que pueda mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F).
- Tamices.
- Máquina de Los Ángeles.
- Carga abrasiva, consistirá en esferas de acero o de fundición, de diámetro entre 46.38 mm (1 13/16") y 47.63 mm (1 7/8") y un peso comprendido entre 390 g y 445 g.

❖ *Procedimiento.*

- Se pesaron aproximadamente 10000 g de muestra seca, con una precisión de 5 g y se colocaron junto con la carga abrasiva dentro del cilindro, haciéndolo girar con una velocidad entre 30 y 33 rpm (188 y 208 rad/min), hasta completar 1000 vueltas. La velocidad angular debe ser constante.
- Se descargó el material de la máquina y se hizo una separación preliminar de la muestra sobre un tamiz más grueso que el de 1.7 mm (N° 12). El material más grueso se lava y se seca a temperatura de 105 a 110 °C (221 a 230 °F) hasta peso constante, con aproximación a 5 g.
- Se hizo la diferencia entre el peso inicial de la muestra seca y el peso del material seco retenido en el tamiz de 1.70 mm (N° 12), expresada como porcentaje del peso inicial, obteniendo el desgaste de la muestra.
- El coeficiente de variación de dos ensayos bien ejecutados sobre el mismo agregado grueso, no deberán diferir, el uno del otro en más del 5.7% de su promedio.

❖ *Expresión de resultados:* recibe el nombre de coeficiente de desgaste de Los Ángeles, calcúlese tal valor así.

$$\% \text{ Desgaste} = 100 (P1 - P2) / P1$$

P1 = Peso muestra seca antes del ensayo.

P2 = Peso muestra seca después del ensayo

c) **Índice de Plasticidad:** Para la determinación del índice de plasticidad para el agregado, se seguirá el procedimiento indicado en la norma MTC E 111 – 2000 del Manual de ensayos de carreteras.

❖ *Herramientas y materiales.*

- Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- Recipiente para Almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 ½") de diámetro.
- Balanza, con aproximación a 0.01 g.
- Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F).
- Tamiz, de 426 μm (N° 40).
- Agua destilada.
- Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.
- Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

❖ *Procedimiento.*

- Se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de acuerdo con la Norma MTC E 110 (determinación del límite líquido de los suelos).
- La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla
- Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.
- Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3.2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer una elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.
- La porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad de acuerdo con la norma MTC E 108.



- Se repite, con la otra mitad de la masa, el proceso indicado en los pasos anteriores y calcular el promedio de dos contenidos de humedad.
- ❖ *Expresión de resultados:* el Índice de plasticidad del agregado fino se expresará en porcentaje calculado de la siguiente manera.

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Dónde:

L.L. = Límite Líquido.

L.P. = Límite Plástico.

L.L. y L.P., son números enteros.

NOTA:

- Cuando el límite líquido o el límite plástico no puedan determinarse, el índice de plasticidad se informará con la abreviatura NP (no plástico).
- Así mismo, cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP (no plástico).

d) Equivalente de Arena: Para la determinación del Equivalente de Arena para el agregado, se seguirá el procedimiento indicado en la norma MTC E 114 – 2000 del Manual de ensayos de carreteras.

❖ *Herramientas.*

- Cilindro graduado de plástico, con diámetro interior de $31,75 \pm 0,381$ mm y altura de 431,8 mm (17") aproximadamente. La base del cilindro debe ser de plástico transparente de 101,6 x 101,6 x 12,7 mm (4" x 4" x 1/2").
- Tapón macizo de caucho o goma, que ajuste el cilindro.
- Tubo irrigador, de acero inoxidable, de cobre o de bronce (1/4 de diámetro exterior y 0,89 mm (0,035") de espesor, con longitud de 508 mm (20")), con uno de sus extremos cerrado formando una arista. Las caras laterales del extremo cerrado tienen dos orificios de 1 mm de diámetro.
- Tubo flexible (de plástico o caucho) de 4,7 mm (3/16") de diámetro y de 1,20 m de largo, aproximadamente, con una pinza que permita cortar el paso del líquido a través del mismo.

- Dos botellas de 3,785 l (1 galón) de capacidad.
- Dispositivo para tomar lecturas. Un conjunto formado por un disco de asentamiento, una barra metálica y una sobrecarga cilíndrica. Este dispositivo está destinado a la toma de lecturas del nivel de arena.
- Recipiente metálico, de diámetro 57 mm (2 1/4") aproximadamente, con una capacidad de 85 ± 5 ml.
- Embudo, de boca ancha, de 100 mm (4") de diámetro.
- Reloj o cronómetro, para lecturas de minutos y segundos.
- Un agitador, que puede ser: mecánico o de operación manual.

❖ *Procedimiento.*

- Obténganse al menos 1,500 g de material que pase el tamiz de 4,76 mm (No. 4).
- Viértase solución de trabajo de cloruro de calcio en el cilindro de plástico graduado, hasta una altura de $101,6 \pm 2,54$ mm ($4 \pm 0,1$ ").
- Con ayuda del embudo, viértase la muestra de ensayo en el cilindro graduado. Golpéese varias veces el fondo del cilindro con la palma de la mano para liberar las burbujas de aire. Déjese en reposo durante 10 ± 1 minuto.
- Al finalizar los 10 minutos (Periodo de humedecimiento), tápese el cilindro con un tapón y suéltese el material del fondo invirtiendo parcialmente el cilindro y agitándolo a la vez.
- Después de soltar el material del fondo, agítese el cilindro con cualquiera de ambos agitadores.
- Introducimos tubo irrigador al fondo de la muestra y ascendemos poco a poco. (permite el ascenso del material fino atrapado).
- Dejar reposar durante 20 minutos, léase y anótese el nivel de la parte superior de la suspensión arcillosa. Este valor se denomina "lectura de arcilla"
- Después de tomar la lectura de arcilla, introdúzcase dentro del cilindro el conjunto del disco, la varilla y el sobrepeso, y baje suavemente el conjunto hasta que llegue sobre la arena.
- Cuando el conjunto toque la arena, léase y anótese la altura, la cual se denominará "lectura de arena". (Si la lectura se hace con él disco indicador, la "lectura de arena" se obtendrá restando 254 mm (10") del nivel indicado).



- ❖ *Expresión de resultados:* el Equivalente de Arena se expresará en porcentaje (%), calculado de la siguiente manera.

$$\text{Equivalente de Arena (EA)} = \frac{\text{Lectura de arena}}{\text{Lectura de arcilla}} \times 100$$

- e) **Azul de Metileno:** Para la determinación del ensayo, se seguirá el procedimiento indicado en la norma AASHTO TP 57.

- ❖ *Herramientas y materiales.*

- Bureta, de color ámbar de por lo menos 50 ml de capacidad con graduaciones de 0.1 ml.
- Agitador magnético, con varilla revolvedora.
- Balanza de 200g de capacidad y 0.001g de sensibilidad.
- Varilla de vidrio, aproximadamente 250 mm (10") de largo y 8 mm (0.3") de diámetro.
- Cronómetro.
- Platón y tamiz de 75 μm (No 200).
- Matraz volumétrico, con capacidad de 1000 ml.
- Papel filtro.
- Tres vasos de precipitado de 500 ml.
- Azul de Metileno.
- Agua destilada.
- Horno – Capaz de mantener la temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ (60-77°F).

- ❖ *Procedimiento.*

- Colocar 10.0 g ($\pm 0.05\text{g}$) de material pasante del tamiz 75 μm (No 200), en un vaso volumétrico de 500 ml.
- Adicionar 30 ml de agua destilada y batir con el agitador hasta tener una lechada.
- Agregar con la bureta a la lechada de suelo 0.5 ml de solución de Azul de Metileno y agitar durante un minuto.
- Sacar con la varilla agitadora de vidrio una gota de lechada y dejarla caer sobre el papel filtro.

- Se observa la gota en el papel filtro. Si no se ha formado alrededor de la gota un anillo o aureola azul, se continúa el ensayo adicionando a la lechada de suelo incrementos de 0.5 ml de solución de Azul de Metileno, agitando durante un minuto para cada incremento y realizando de nuevo la prueba en el papel filtro hasta que se observe el aro azul alrededor de la gota.
 - Después de alcanzar este punto se continúa agitando durante 5 minutos y se repite la prueba en el papel filtro, como método de confirmación. Si se continúa presentando el aro azul se da por terminada el ensayo y se procede a realizar el cálculo de Valor de Azul. Si, por el contrario, desaparece el aro, se debe continuar con el procedimiento.
- ❖ *Expresión de resultados:* el Azul de Metileno del agregado fino se expresará en mg de azul por gramo de material seco pasa el tamiz de 75 μm (No 200), calculado de la siguiente manera.

$$V_a = \frac{C \times W}{W}$$

Dónde:

- VA = valor de Azul de Metileno en mg de azul por gramo de material seco pasa el tamiz de 75 μm (No 200).
 - C = concentración de la solución de Azul de Metileno, en mg de azul por ml de solución.
 - V = ml de solución de Azul de Metileno requerida en el procedimiento.
 - W = gramos de material seco utilizado en la prueba.
- f) **Adherencia:** Para la determinación del ensayo, se seguirá el procedimiento indicado en la MTC E 220 – 2000 del Manual de ensayos de carreteras.
- ❖ *Herramientas y materiales.*
- Tamices N° 30 y N° 70.
 - Balanza de 500g de capacidad y 0.01g de sensibilidad.
 - Estufa. Adecuada para alcanzar y mantener la temperatura de $145 \pm 5^\circ\text{C}$.
 - Tubos de ensayo.

- Material auxiliar y general de laboratorio: Cuarteador de agregado fino, cazos de porcelana, gradilla para los tubos de ensayo, vasos de cristal de unos 50 cm³ de capacidad, pinzas, varillas de cristal, etc.
- Disoluciones de carbonato sódico, de concentraciones molares crecientes, M/256 a M/1.

❖ *Procedimiento.*

- Las cantidades de carbonato sódico se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 15: Soluciones de Ensayo de Adherencia

| Molaridad | G de Na ₂ CO ₃ / 1 disolución |
|-----------|---|
| M/256 | 0.414 |
| M/128 | 0.828 |
| M/64 | 1.656 |
| M/32 | 3.312 |
| M/16 | 6.625 |
| M/8 | 13.25 |
| M/4 | 26.5 |
| M/2 | 53.0 |
| M/1 | 106.0 |

Fuente: Manual de carreteras, EG 2013.

Elaboración: El Autor de la tesis

- Se tamizan los 200 g del agregado fino, obtenidos anteriormente mediante cuarteo, por los tamices N° 30 y N° 70, desechando el material pasante la malla N° 70 y el retenido en la malla N° 30.
- La fracción de material así obtenido se lava sobre el tamiz N° 70, con agua para eliminar totalmente el polvo que pueda estar adherido a las partículas del agregado. Una vez lavada la muestra para ensayo, se seca ésta en la estufa a temperaturas de $145 \pm 5^\circ$ C durante 1 hora aproximadamente.
- El ligante bituminoso que se empleará en el ensayo será una emulsión bituminosa, la mezcla agregado – ligante se efectúa mezclando 71 volúmenes del agregado seco con 95 volúmenes de emulsión al 50%, a una mezcla de temperatura ambiente.
- Se agitarán los materiales con una varilla de vidrio hasta conseguir una masa y envuelta homogéneas. Una vez preparada la muestra se deja enfriar a temperatura ambiente.

- Cada una de las porciones de la mezcla se introducirán en cada uno de los tubos de ensayo. Estos tubos de ensayo se enumeran del 0 al 10.
- A continuación, en el tubo de ensayo marcado con el número 0 se vierten, sobre los 0,5 g de mezcla, 6 cm³ de agua destilada y se marca en el tubo el nivel que alcanza la superficie libre del agua en aquél. Se sujeta el tubo de ensayo con la pinza de madera y se calienta cuidadosamente, sobre la llama de un mechero de gas, hasta ebullición suave del agua, ebullición que se mantiene durante 1 minuto aproximadamente.
- Terminado el periodo de ebullición se restablecerá el volumen de líquido perdido por evaporación, añadiendo la cantidad de agua destilada bastante para que ésta alcance en el tubo de ensayo el nivel anterior, marcado previamente. Una vez realizado el ajuste del volumen, se agitará el tubo de ensayo con su contenido, vigorosamente, durante diez (10) segundos.
- En seguida, se procede a la observación visual del aspecto que ofrece la mezcla agregado – ligante dentro del tubo de ensayo, juzgándolo con los siguientes criterios:
 - El desplazamiento entre el ligante y el agregado se considera total cuando prácticamente todas las partículas del agregado aparecen limpias; en esta situación las partículas están sueltas y si se hace rodar entre los dedos del tubo de ensayo, deslizan libre e individualmente por la superficie interior del mismo.
 - El desplazamiento entre el ligante y el agregado se considera parcial cuando en las partículas del agregado aparecen zonas limpias, aunque se mantiene una cierta cohesión entre ellas; en este caso las partículas del agregado, todavía parcialmente envueltas por el ligante, permanecen aglomeradas en el fondo del tubo de ensayo.
- Si realizada la primera prueba, se observa que la adhesividad de la mezcla ligante-agregado es buena, es decir, que no hay desplazamiento del ligante por el agua destilada, se vuelve a repetir todo el proceso referido en los apartados anteriores, utilizando, ahora, el tubo de ensayo marcado con el número 1, añadiéndole 6 cm de la solución de carbonato sódico de concentración M/256. Se repiten las acciones especificadas en los apartados anteriores y finalmente, se comprueba si se ha producido o no desplazamiento total.

- Si el desplazamiento es sólo parcial se volverá a repetir todo el proceso, tal como se ha referido en los apartados precedentes, pero utilizando ahora el tubo de ensayo marcado con el número 2. Se prosigue de esta forma, utilizando, sucesivamente, las soluciones de carbonato sódico de concentración creciente, M/128, M/64, M/32..., y los tubos de ensayo marcados con los números 2, 3, 4..., que se les hace corresponder recíprocamente, hasta que se consiga alcanzar el desplazamiento total del ligante.
- ❖ *Expresión de resultados:* el Índice de Adhesividad correspondiente a la disolución de concentración menor de las utilizadas que haya producido el desplazamiento total del ligante que recubre la superficie de las partículas del agregado.
- La siguiente tabla relaciona las disoluciones de carbonato sódico de concentración molar creciente con los números asignados a cada una, y que determinarán, en cada caso, el mencionado índice de adhesividad.

Tabla 16: Índice de adhesividad.

| Solución de Ensayo | Índice de adhesividad Riedel – Weber |
|--|--------------------------------------|
| Desplazamiento total con: Agua destilada | 0 |
| Carbonato sódico. | |
| M/256 | 1 |
| M/128 | 2 |
| M/64 | 3 |
| M/32 | 4 |
| M/16 | 5 |
| M/8 | 6 |
| M/4 | 7 |
| M/2 | 8 |
| M/1 | 9 |
| Si no hay desplazamiento total con la solución M/1 | 10 |

Fuente: Manual de ensayos de carreteras-MTC (EM-2000)

Elaboración: El autor de la tesis.

2. Agua

Con respecto al agua que se usará para la mezcla asfáltica, ésta deberá cumplir ciertos requisitos estipulados por el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013), el mismo que indica que este material deberá estar limpio y libre de álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como SO₄ y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 3.000 ppm, determinado según la norma NTP 339.072. En general, *se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación antes indicados.*

3. Material bituminoso

La emulsión asfáltica a emplear será de grado CQS-1hp, de rápida rotura, que cumplirá con los requisitos indicados en la Tabla 415-04 del Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” (EG – 2013), que se presenta a continuación.

Tabla 17: Especificaciones para emulsiones asfálticas.

| Tipo | Rotura Rápida | |
|---|---------------|------|
| | CQS-1H | |
| Grado | min | max |
| Prueba sobre emulsiones | | |
| Viscosidad Saybolt Furol a 25°C | 20 | 100 |
| Estabilidad de Almacenamiento, 24h, % | | 1 |
| Carga de partícula | Positivo | |
| Prueba de tamiz % | - | 0.10 |
| Pruebas sobre el Residuo de destilación: | | |
| Penetración, 25°C , 100g, 5s | 40 | 90 |
| Ductilidad, 5°C, 5 cm/min, cm | 10 | |
| Solubilidad en Tricloretilo, % | 97.5 | |

Fuente: Manual de ensayos de carreteras-MTC (EM-2000)

Elaboración: El autor de la tesis.

- a) **Viscosidad Saybolt Furol:** Para la determinación del ensayo, se seguirá el procedimiento indicado en el ASTM D-244.

❖ *Herramientas y materiales.*

- Vaso de precipitado.
- Tamiz N° 20.
- Matraz aforado.
- Termómetro.
- Cronometro.

❖ *Procedimiento.*

- La muestra debe homogeneizarse en un recipiente para posteriormente colocar 100ml en un vaso de precipitado (evitar la formación de burbujas).
- Sumergir el vaso en el baño de agua durante 30 minutos a una temperatura de 25°C.
- Mezclar la muestra con el termómetro, a razón de 60 revoluciones por minuto aproximadamente.
- Vaciar la muestra en el tubo del viscosímetro a través del tamiz N° 20, hasta que rebase el nivel del tubo de derrame.
- Quitar rápidamente el tapón de la boquilla del tubo permitiendo que la muestra escurra hacia el matraz aforado.
- Tomar el tiempo (en segundos) en que tarde en llenarse el matraz especial estándar hasta la marca de aforo.

❖ *Expresión de resultados:* El dato del tiempo en segundos es el valor de la viscosidad Saybolt Furol a 25°C.

b) Residuo Asfáltico: Para la determinación del ensayo, se seguirá el procedimiento indicado en el ASTM D-244.

❖ *Herramientas y materiales.*

- Destilador aluminado. Con medidas aproximadas de 240 mm (9 1/2 pulg) de altura y 95 mm (3 3/4 pulg) de diámetro interno y con un quemador circular de 121 mm (5 pulg) de diámetro ajustado a la parte exterior del destilador.

- Tubo de conexión, de vidrio.
- Condensador de agua.
- Cilindro graduado.
- Dos termómetros, de baja destilación.
- Mechero.
- Balanza

❖ *Procedimiento.*

- Pesar exactamente $200 \pm 0,1$ g de la emulsión en el destilador aluminizado, el cual ha sido previamente pesado (incluyendo grapas, tapas, termómetros y empaques).
- Colocar los dos termómetros, a través de corchos, en cada uno de los pequeños agujeros provistos en la tapa, y ajustarlos de tal manera que el bulbo de un termómetro se encuentre a 6,4 mm del fondo del destilador, y el bulbo del otro a 165,1 mm aproximadamente del fondo del destilador.
- Puede colocarse un empaque del papel aceitado entre el destilador y la tapa, o limarse las caras de ambos y ajustarse la grapa para sellar herméticamente el destilador con la tapa.
- Adaptar el quemador alrededor de destilador a 152,4 mm (6 pulg) del fondo y calentar lentamente ajustando la llama; aplicar también, con el mechero Bunsen, suficiente calor en el tubo de conexión, para evitar la condensación de agua.
- Mover el quemador circular aproximadamente a nivel con el fondo, cuando en el termómetro que está ubicado a 6,4 mm del fondo se observe una temperatura de 215°C .
- Incrementar la temperatura a 260°C y mantenerla durante 15 minutos. La destilación será total cuando se completen 60 ± 15 minutos después de la primera aplicación de calor.
- Inmediatamente después de terminar el período de calentamiento, pesar nuevamente el destilador con sus accesorios y el residuo remanente; anotar el peso y calcular el residuo por destilación.
- Si es necesario realizar un análisis del residuo, se quitará la tapa del destilador, se agitarán y vaciarán suficientes porciones del residuo a

través de un tamiz de 300 μm (No. 50), dentro de recipientes de 240 cm^3 o moldes adecuados para los ensayos requeridos; se dejará que el residuo se enfríe hasta temperatura ambiente y se someterá a las pruebas necesarias.

- ❖ *Expresión de resultados:* Calcular el porcentaje de residuo por destilación de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Residuo} = \frac{(M_1 + 1.5) - M_2}{M_3 - M_2} \times 100$$

Dónde:

- M_1 = peso del residuo, destilador y accesorios al término del período de calentamiento, en gramos.
- M_2 = peso del destilador y accesorios, en gramos.
- M_3 = peso de la muestra, destilador y accesorios, en gramos.

- c) **Carga de Partícula:** Para la determinación del ensayo, se seguirá el procedimiento indicado en el ASTM D-244.

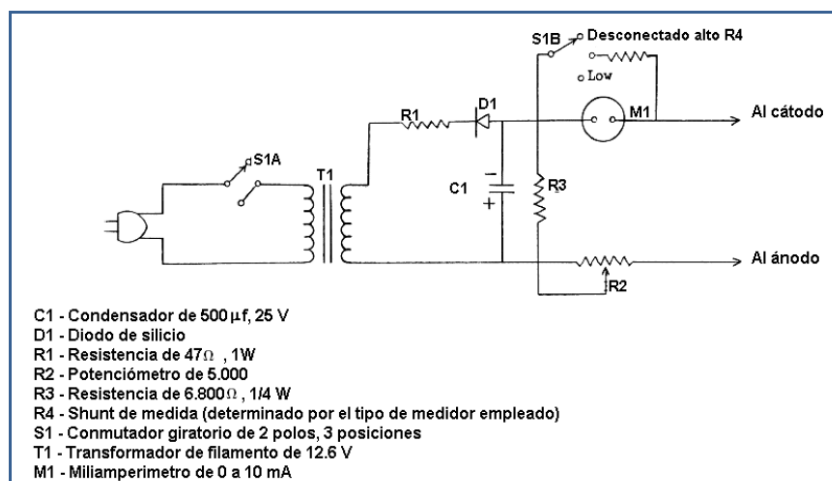
- ❖ *Herramientas y materiales.*

- Fuente de corriente continua. Dispositivo de alimentación eléctrica de corriente continua de 12 V, provisto de un miliamperímetro y una resistencia variable.
- Baño de Agua, capaces de mantener la temperatura de prueba requerida dentro de los límites específicos en este método de prueba.
- Electrodo. Dos placas de acero inoxidable, de 25 mm de ancho y 101,6 mm de largo, aisladas entre si y montadas en un dispositivo que las mantenga rígidamente paralelas, a una distancia de 13 mm.
- Vasos de vidrio. Vasos de vidrio de 150 ó 250 mL de capacidad.
- Varilla de vidrio, 101,6 mm de largo y 6,35 mm de grueso u otro material o aparato adecuado que sea capaz de aislar y suspender el ensamble de electrodo en emulsión.
- Emulsión asfáltica catiónica.

❖ *Procedimiento.*

- Caliente la emulsión a ser probada a $50 \pm 3^{\circ}\text{C}$, en un baño de agua de $71 \pm 3^{\circ}\text{C}$. Remueva completamente la emulsión para asegurar uniformidad de temperatura.
- La muestra de emulsión se vierte en un vaso de vidrio de 250 mL en cantidad tal que permita sumergir 25 mm los electrodos dentro de ella.
- Se montan los electrodos, previamente limpios y secos, y se introducen en la emulsión hasta la señal de enrase de 25 mm.
- Se conectan los electrodos a la fuente de alimentación y se ajusta la intensidad de la corriente, mediante la resistencia variable, hasta unos 8 mA, poniendo en marcha al mismo tiempo un reloj.

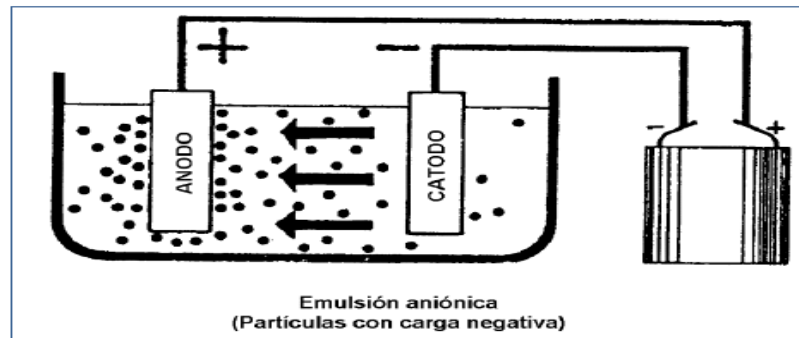
Figura 7: Esquema del circuito para el medidor de carga de las partículas



Fuente: Manual de ensayos de carreteras-MTC (EM-2000)

- Cuando la intensidad de la corriente baje a 2 mA o hayan transcurrido 30 minutos, se desconecta la corriente, desmontar los electrodos y se lava con agua.
- Finalmente, se observa el depósito que queda en los electrodos; una emulsión catiónica producirá un depósito apreciable de ligante en el cátodo (electrodo negativo), mientras que el ánodo (electrodo positivo), permanecerá limpio.

Figura 8: Emulsión aniónica (partículas con carga negativa)



Fuente: Manual de ensayos de carreteras-MTC (EM-2000)

- ❖ *Expresión de resultados:* Se expresará que la carga de la partícula es "positiva", si la película de ligante se deposita en el cátodo, y "negativa", si se deposita en el ánodo.

d) Tamizado de la Emulsión Asfáltica: La norma a seguir para el desarrollo del tamizado de la emulsión asfáltica es la ASTM D-244.

❖ *Herramientas y materiales.*

- Un tamiz de abertura 850 μm (N° 20).
- Agua destilada para realizar todas las operaciones de lavado y humectación.

❖ *Procedimiento.*

- Todo asfalto emulsionado debe ser adecuadamente removido para lograr su homogeneidad antes de su ensayo.
- Pesar el tamiz No 20 con fondo y tapa; valor que se denomina peso tara Pt
- Una muestra de emulsión homogeneizada se vierte en el vaso de 1000 cc
- Tamizar la muestra con la finalidad de retener los glóbulos mayores de 8 micras.
- Para evitar reacciones químicas se recomienda mojar el tamiz con la misma solución jabonosa de la emulsión asfáltica.
- Posteriormente lavar el tamiz con agua destilada.

- Colocar el fondo y la tapa, y el conjunto secar en el horno durante 2 horas a 100°C después de lo cual se saca del horno, dejar enfriar a temperatura ambiente y pesar (Pr).

❖ *Expresión de resultados:* Se calcula el porcentaje de muestra retenido en el tamiz de la manera siguiente:

$$\% R = \frac{P_r - P_t}{10}$$

e) **Penetración 25°C, 100g, 5s:** Para la ejecución del ensayo de penetración en el residuo asfáltico se utiliza la norma, ASTM D5 - 05

❖ *Herramientas y materiales.*

- Penetrómetro.
- Cronometro.
- Recipiente.
- Horno.

❖ *Procedimiento.*

- La muestra no debe ser calentada a menos de 60 °C y máximo por 60 minutos.
- La muestra se coloca en un recipiente lo suficientemente profundo, al menos un 120% la altura de la aguja.
- Se deja enfriar a temperatura ambiente entre 1 a 2 horas.
- Una vez encendido el equipo se coloca la muestra dentro de la bandeja del penetrómetro lleno con agua.
- Bajar la aguja hasta que la punta de la misma haga un mínimo contacto con la muestra.
- Soltar rápidamente el sostenedor de la aguja hasta cumplir con el periodo de tiempo establecido en la norma
- Ajustar el instrumento para su medición de penetración en decimas de milímetros.

- Realizar al menos 3 muestras para obtener un valor más cercano a la realidad.

❖ *Expresión de resultados:* Para la medición de penetración será en decimas de milímetros.

f) Ductilidad 5°C, 5 cm/min, cm: Para la ejecución del ensayo de penetración en el residuo asfáltico se utiliza la norma, ASTM D5 - 05

❖ *Herramientas y materiales.*

- Ductilómetro, consta de un tanque de agua en el que se sumergen los especímenes, provisto de un mecanismo de arrastre que no produzca vibraciones, capaz de separar a la velocidad especificada un extremo de la probeta del otro, que permanece fijo.
- Termómetro.
- Placa, para el alineamiento de los moldes, se dispondrá de una placa de bronce plana, provista de un tornillo lateral de sujeción.
- Baño de agua, que pueda mantener la temperatura de ensayo con una variación máxima de 0,1° C. Su volumen no será inferior a 10 litros y estará equipado con una placa perforada para la colocación de los especímenes, situada a una distancia mínima de 50 mm del fondo y 100 mm de la superficie.

❖ *Procedimiento.*

- Ensamble el molde en la placa de bronce. Cubra completamente la superficie de la plancha y superficies interiores de los lados a y a', Figura 1, del molde con una capa delgada de una mezcla de glicerina y dextrin, talco o caolín (arcilla de loza) para impedir que el material bajo la prueba se adhiera.
- Calentar cuidadosamente la muestra previniendo el sobrecalentamiento local hasta que se haya puesto suficientemente fluido para verter.
- Dejar el molde, conteniendo el material a una temperatura ambiente por un periodo entre 30 a 40 minutos y luego ponerlo en el baño de agua manteniéndolo a una temperatura de prueba especificada por 30 minutos.

- Eliminar el exceso de bitumen con un emparejador o espátula justo al ras del molde.
 - Manteniendo el espécimen a temperatura normal – Colocar la plancha de bronce y el molde, con el espécimen, en el baño de agua y mantener a temperatura especificada por un periodo de 85 a 95 minutos.
 - Luego quite la briqueta de la plancha, separe los trozos laterales, e inmediatamente ensaye la briqueta.
 - Ajuste los anillos de cada extremo de los sujetadores a los broches de la máquina de prueba y estire los dos sujetadores separadamente a una velocidad uniforme como lo especificado hasta la ruptura de la briqueta.
 - Mida la distancia en centímetros a través de la cual se han estirado los sujetadores produciendo la ruptura.
 - Mientras la prueba se realiza, el agua del tanque de la máquina de prueba cubrirá el espécimen por arriba y abajo, y deberá estar protegido continuamente a temperatura especificada.
- ❖ *Expresión de resultados:* La distancia en cm que se han separado desde su posición inicial hasta que se produce la rotura en un ensayo normal, es el valor de la ductilidad de una probeta, se debe calcular el promedio de tres pruebas normales.

Equipos y Herramientas

Por lo general el equipo requerido es motoniveladora con escarificadora, tractor con ripper, equipo para distribución de mortero asfáltico, mezcladora rotativa, barredora mecánica, compactadora, vehículo de escolta, cisterna de agua, equipo de bombeo y volquete. Así como las herramientas de mano y equipo de transporte necesarios.

Procedimiento de Ejecución

Antes de empezar los trabajos, se implementará el equipamiento y señalización correspondiente, para garantizar la seguridad del personal de la obra y los usuarios de la carretera según lo establecido en la **Sección 103** del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción, el cual menciona todas

las acciones, facilidades, dispositivos y operaciones que sean requeridos para garantizar la seguridad y confort del público usuario erradicando cualquier incomodidad o molestias que puedan ser ocasionados por deficientes servicios de mantenimiento de tránsito y seguridad vial.

El procedimiento de ejecución comprenderá las siguientes etapas:

1. Explotación de materiales y elaboración de agregados

Se aplica lo indicado en la **Subsección 415.04** del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción, vigente, en el cual menciona lo siguiente:

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados requeridos, deberán tener aprobación previa del Supervisor, la cual no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de cada especificación.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán ejecutar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá efectuarlos en la vía.

Los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras deberán ser conservados para la posterior recuperación de las excavaciones y de la recuperación ambiental de las áreas afectadas. Al concluirse los trabajos en las canteras temporales.

2. Diseño del mortero asfáltico y obtención de la fórmula de trabajo

Para elegir la clase de mortero asfáltico a utilizar, se podrá adoptar alguna de las granulometrías de agregados indicadas en la **Tabla 420-02** del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción, teniendo en cuenta lo siguiente:

- **Tipo 1:** Se aplica en zonas de bajo tránsito, donde el objetivo principal es el óptimo sellado de la superficie. Es adecuado para realizar sello de grietas, relleno de huecos y reparar la erosión en la superficie. El contenido de asfalto residual debe encontrarse entre el 10 y el 16% del peso del agregado seco. Se debe aplicar en una relación comprendida entre 3.3 a 5.4 kg/cm². Este tipo de mortero asfáltico debe ser utilizado donde la resistencia al deslizamiento sea la característica más importante a conseguir.
- **Tipo 2:** Este tipo de mortero protege la superficie subyacente del envejecimiento y daño por efecto del agua y mejora la fricción superficial. Se recomienda para realizar relleno de huecos, corregir daños graves en la superficie producidos por la erosión. El contenido de asfalto residual debe encontrarse entre el 7.5 y el 13.5% del peso del agregado seco. Se debe aplicar en una relación comprendida entre 5.4 y 8.2 kg/m². Este tipo de erosión o tengan numerosas grietas. También pueden ser utilizados para cubrir una superficie bituminosa desgastada o como sellador de bases estabilizadas.
- **Tipo 3:** Se utiliza para conseguir altos valores de fricción superficial, se recomienda su aplicación en vías con elevados niveles de tránsito. Es adecuado para realizar una renovación de la superficie. El contenido de asfalto residual deberá estar comprendido entre 6.5 y el 12% del peso del agregado seco. Debe ser aplicado en una relación de 8.2 o más kg/m². Por lo tanto la mezcla de agregados deberá ajustarse a una de las siguientes gradaciones:

Tabla 18: Granulometría de los agregados

| Tipo | I | II | III |
|------------------------------|--------|--------|--------|
| Tamaño del tamiz | % Pasa | % Pasa | % Pasa |
| 3/8" (9,50 mm) | 100 | 100 | 100 |
| N°4 (4,75 mm) | 100 | 90-100 | 70-90 |
| N°8 (2,36 mm) | 90-100 | 65-90 | 45-70 |
| N°16 (2,36 mm) | 65-90 | 45-70 | 28-50 |
| N°30 (0,60 μm) | 40-60 | 30-50 | 19-34 |
| N°50 (0,30 μm) | 25-42 | 18-30 | 12-25 |
| N°100 (0,15 μm) | 15-30 | 10-21 | 7-18 |
| N°200 (0,075 μm) | 10-20 | 5-15 | 5-15 |

Fuente: Manual de carreteras, EG 2013.

Elaboración: El Autor de la tesis

En cuanto al diseño, rige todo lo que resulte pertinente de la **subsección 415.05** del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción, donde indica lo siguiente:

Antes de iniciar el acopio de los materiales, se deberá verificar del producto bituminoso por emplear y de los eventuales aditivos, avaladas por los resultados de los ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en la mezcla asfáltica.

Se definirá una "Fórmula de Trabajo" que obligatoriamente deberá cumplir las exigencias establecidas en la especificación correspondiente. En dicha fórmula se consignará la granulometría de cada uno de los agregados pétreos y las proporciones en que deben mezclarse, junto con el polvo mineral (filler), de ser el caso, para obtener la gradación aprobada.

En mezclas asfálticas deberán indicarse, además, el porcentaje de ligante bituminoso en relación con el peso de la mezcla y el porcentaje de aditivo respecto al peso del ligante asfáltico, cuando su incorporación resulte necesaria. Si la mezcla es en frío y requiere la incorporación de agua, deberá indicarse la proporción de ésta.

Finalmente la consistencia apropiada del mortero se determinará en el laboratorio por medio de la prueba del cono de consistencia según la norma de ensayo MTC E 416.

El contenido óptimo de ligante se determinará mediante los ensayos mecánicos de abrasión en pista húmeda, según la norma MTC E 417 y absorción de arena en la máquina de rueda cargada. Para la elección del óptimo, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Pérdida máxima admisible en el ensayo de abrasión 0.065 g/cm²
- Cohesión en húmedo (MTC E 419)
 - 31 minutos; 12 kg/cm mínimo
 - 60 minutos; 20 kg/cm mínimo
- Contenido de asfalto 538 g/m² máximo (ISSA TB109)
- Desprendimiento en húmedo 90% mínimo (ISSA TB114)
- Absorción máxima admisible de arena en el ensayo de riega cargada (MTC E 418).

Tabla 19: Absorción admisible.

| Tránsito medio diario (vehículos) | Absorción admisible (g/cm ²) |
|-----------------------------------|--|
| Menos de 300 | 0.08 |
| 300-1500 | 0.07 |
| Más de 1500 | 0.06 |

Fuente: Manual de carreteras, EG 2013.

Elaboración: El Autor de la tesis

3. Preparación de la superficie existente

Antes de proceder a la aplicación del mortero asfáltico, la superficie que habrá de recibirla se limpiará de polvo, barro seco o cualquier material suelto que puede ser perjudicial, utilizando barredoras mecánicas o máquinas sopladoras. Sólo se permitirá el uso de escobas manuales en lugares inaccesibles a los equipos mecánicos.

La superficie debe ser regada las veces que sea necesario a fin de tener el óptimo contenido de humedad requerido para la aplicación del mortero asfáltico.

4. Elaboración y aplicación del mortero asfáltico

Una vez preparada y antes de iniciar la extensión del mortero, la superficie por tratar deberá ser humedecida con agua de manera uniforme en la cantidad especificada.

El mortero preparado en el cajón mezclador de la máquina pasará a través de una compuerta vertedero a la caja repartidora, la cual se encargará de distribuirla de manera uniforme sobre la superficie.

El avance del equipo se hará paralelamente al eje de la carretera y su velocidad se ajustará para garantizar una aplicación correcta del mortero y una superficie uniforme.

El mortero debe ser aplicado solamente cuando la temperatura atmosférica a la sombra este por encima de las 10 °C y la superficie del camino se encuentre seco y las condiciones climáticas sean favorables.

5. Juntas de Trabajo

Las juntas de trabajo longitudinales no podrán presentar traslapos ni áreas sin cubrir y las acumulaciones que se produzcan serán alisadas manualmente de manera inmediata, antes de la rotura de la emulsión. Los traslapos de las juntas transversales serán igualmente aislados antes de la rotura de la emulsión, de modo que no se presenten cambios apreciables en la uniformidad de la superficie.

6. Aplicación de la segunda capa de mortero

En caso de estar prevista una segunda aplicación de mortero, ésta no podrá efectuarse hasta cuando haya curado por completo el material extendido en la primera aplicación y haya sido sometido al tránsito vehicular al menos durante un día.

CAPITULO 4: CONCLUSIONES

- ✓ Se realizó el Levantamiento Topográfico del área en estudio obteniendo los datos para la elaboración de los planos de planta, perfil y secciones transversales, se obtuvo una topografía plana y ondulada.
- ✓ Mediante el mejoramiento de la capa de rodadura a nivel de afirmado con la reconformación de la base previo a recibir el riego de imprimación, se obtuvo una base debidamente preparada, con la finalidad de recibir una capa de pavimento asfáltico o de impermeabilizar y evitar la disgregación de la base construida
- ✓ Mediante la colocación del mortero asfáltico (slurry seal) a la carretera Empalme PE 1N - Centro Poblado Santa Elena, distrito de Virú – La Libertad, se logra dar una mejor durabilidad a la superficie de rodadura como se pudo verificar y al mismo tiempo se espera prolongar el tiempo de vida útil de la carretera en mención, al cumplir esta, el diseño planteado en concordancia con los requerimientos de diseño, exigidos por el Manual de Carreteras (EG-2013).

CAPITULO 5: RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a las autoridades locales y regionales darle la debida importancia al mantenimiento de nuestras vías de acceso.

- ✓ Se recomienda un buen proceso constructivo en la rehabilitación de la vía para así evitar futuros daños de la infraestructura vial, Cumpliendo con el control de calidad de la Norma Especificaciones Técnicas de Carreteras Del MTC.

- ✓ Las condiciones de diseño y evaluación de material fueron realizadas en condiciones de laboratorio. Se recomienda tomar en cuenta esto, y que durante la aplicación en campo se puede requerir algunos ajustes al diseño.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acaceres. (2010). *acaceres*. Recuperado el 9 de septiembre de 2016, de acaceres: http://www.acaceres.addr.com/student_access/Agregados.pdf
- Álvarez Dueñas, B. (2011). *Uso de los Morteros Asfálticos en Vías: Colocación del mortero asfáltico Slurry Seal en la vía La Armenia – Pacto tramo Gualea*. Quito.
- Amaya León, L. F. (2015). *Estudio de tratamiento superficial Slurry Seal para conservación de pavimentos flexibles incorporando gravas finas para mejorar características de textura superficial*. Bogota: ACA. Pregrado Civil.
- ARANDA GUERRERO, C. O. (2010). *DISEÑO Y CONTROL DE CALIDAD DE MICROREVESTIMIENTO DEL TRAMO 02 DEL EJE MULTIMODAL AMAZONAS NORTE: RIOJA - TARAPOTO*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- BARRIONUEVO ALDAZ, L. G. (2012). *DISEÑO DEL MICROPAVIMENTO UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA MODIFICADA CON POLÍMERO, CON AGREGADO PROCEDENTE DE LA CANTERA CALAGUA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, PROVINCIA DE BOLÍVAR*. QUITO: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- Barrionuevo Aldaz, L. G. (2012). *Diseño del Micropavimento utilizando emulsion asfaltica modificada con polimero, con agregado procedente de la cantera Calagua de la ciudad de San Miguel, provincia de Bolivar*. Quito, Ecuador.
- Calle, R. (2007). *Mejoramiento del Aeródromo de Puerto Esperanza. Arena – Emulsión*. Lima: <http://cybertesis.urp.edu.pe/handle/urp/143>.
- CARRARO, J J, & CINGOLANI, L. (1997-10). *COMO SOLUCIONAR EN FORMA RAPIDA Y ECONOMICA LAS DEFORMACIONES, HUELLAS CAUSADAS POR LAS CARGAS EN LAS RUTAS DE NUESTRO PAIS*. Buenos Aires - Argentina: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).
- Castiblanco, J. W. (2015). *USO DE MICROPAVIMENTO PARA ADECUACIÓN DE VÍAS MUNICIPALES*. Bogota: Universidad Militar Nueva Granada.
- civil, A. (noviembre de 2012). *blogger*. Recuperado el 9 de Septiembre de 2016, de blogger: <http://asfaltoingenieriacivil.blogspot.pe/2012/11/composicion-quimica-y-fisica-del-asfalto.html>
- comerio, d. e. (13 de noviembre de 2015). *diario el comercio*. Obtenido de comercio.pe/economia/peru/reconocen-cosapi-nueva-sede-banco-nacion-noticia-1856086

- COYAGO VEGA, M. (2015). "Evaluacion de un tratamiento superficial bituminoso con emulsion asfaltica como alternativa de mantenimiento en vias arteriales de Ecuador. . Quito.
- David, A. (2000). PAVIMENTO MICROAGLOERADO EN FRIO. asuncion.
- Davila, L. (2001). E Autor - d.yimg.com. Obtenido de litomdt@gmail.com , litomdt@yahoo.com , litomdt@hotmail.com.
- EcuRed. (s.f.). EcuRed. Obtenido de EcuRed: http://www.ecured.cu/EcuRed:Enciclopedia_cubana
- Fajardo, L. (10 de Junio de 2015). BBC. MUNDO. Obtenido de BBC. MUNDO: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150609_economia_mejores_peores_carreteras_lf
- Figueroa Infanate, A. S., Gonzalez Garcia, L. S., Osorio Torres, C., Ramos Niño, G. A., & Alberto Sanchez, J. (2006). Mejoramiento de granulares de desecho de la cantera Vista Hermosa con emulsiones asfálticas modificadas. Epsilon Revista de las facultades de Ingenieria, 15-27.
- GOYAGO VEGA, G. M. (2015). "EVALUACION DE UN TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO CON EMULSION ASFALTICA COMO ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO EN VIAS ARTERIALES DEL ECUADOR". Quito.
- Hernandez Mendoza, A. (2010). Ingenieria. Recuperado el 9 de septiembre de 2016, de Ingenieria: http://www.ingenieria.unam.mx/herescas/papime/alumnos_herecas/Materiales/PO-Tema4.7-Materiales%20Asfalticos_S2006-2_Presentacion.pdf
- Nuñez, P. (2013). MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE PAVIMENTOS CON CEMENTOS ASFÁLTICOS. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- PONTON, C., & Barrionuevo A, L. (2012). Diseño del micropavimento utilizando emulsión asfáltica modificada con polímero con agregado procedente de la Cantera Calagua de la Ciudad de San Miguel, Provincia de Bolívar. Tesis. Quito.
- QuimicaLatinoamericana. (s.f.). Quimica , Latinoamericana. Recuperado el 01 de Septiembre de 2016, de Quimica , Latinoamericana: <http://www.quimicalatinoamericana.cl/index.php/emulsiones-asfalticas>
- quimicalatinoamericana. (s.f.). www.quimicalatinoamericana.cl. Obtenido de www.quimicalatinoamericana.cl/images/laboratorio/.../CQS-1h.pdf.
- Ramirez Gutierrez, A. (2003). La geogrilla de vidrio en el marco de la mecanica de materiales, como alternativa para la reparacion de pavimentos. . Lima.
- RODRÍGUEZ, E. (ENERO 2012). BIMBIMBIM-4D: El tiempo añadido al modelado 4D: El tiempo añadido al modelado 4D: El tiempo añadido al modelado 4D: El tiempo añadido al modelado 4D: El tiempo añadido al modelado 4D: El tiempo añadido al modelado 4D: El tiempo añadido al modelado 4D: El tiempo añadido al modelado 4D: El tiempo añadido al modelado 4D: El . 5.



- Rolando Franco, F. E. (2002). *Estudio comparativo entre mezclas asfálticas con diluidos RC-250 Y emulsion. Piura.*
- Rolando, F. (2002). "Estudio comparativo entre mezclas asfálticas con diluido RC-250 y emulsión". Piura: Pirhua.
- RPP, N. (27 de Agosto de 2012). RPPNOTICIAS. Recuperado el 01 de Septiembre de 2016, de RPP NOTICIAS: <http://rpp.pe/lima/actualidad/pistas-en-mal-estado-contribuyen-al-caos-vehicular-en-lima-noticia-398486>
- S.A.C., B. d.-B. (Mayo de 2013). www.bituper.com. Obtenido de http://www.bituper.com/media/file/seccion/Ficha_T%C3%A9cnica._CQS-IHP-_2013_.pdf.
- Salgado Bocaz, C. (2008). *Diseño de Base tratada de Escoria de Vanadio con Asfalto espumado para Caminos Básicos. concepcion.*
- Salinas Reto, P. I. (2009). *Aplicacion de Micropavimento usando asfalto Modificado con polimero en la via Sullana- Aguas Verdes. Piura.*
- Salinas, P. (2009). "Aplicación de micropavimento usando asfalto modificado con polímero en la vía Sullana–Aguas Verdes". Piura: Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura.
- http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_130_181_83_1179.pdf.
- http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2951.pdf



ANEXOS



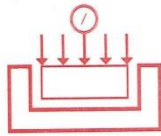
PLANO DE PLANTA Y PERFIL



PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES



ESTUDIO DE SUELOS



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

INFORME TÉCNICO

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

OBRA:

**MANTENIMIENTO PERIÓDICO DEL CAMINO VECINAL EMPALME.
PE 1N - CENTRO POBLADO SANTA ELENA, DISTRITO DE VIRÚ,
PROVINCIA DE VIRÚ - LA LIBERTAD**

SOLICITANTE:

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VIRU

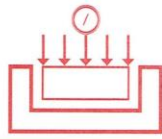
UBICACIÓN:

**LUGAR : Santa Elena
DISTRITO : Guadalupito
PROVINCIA : VIRU
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD**

AGOSTO del 2017

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Ing. José L. Huertas Martell
CIP: 99762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

INFORME DE MECANICA DE SUELOS

1.0 GENERALIDADES:

El objetivo del presente informe técnico, es realizar un estudio de suelos con fines de. Mantenimiento periódico del camino vecinal empalme. PE 1N SANTA ELENA.DSTRITO DE VIRU LA LIBERTAD.

El proceso seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

- Inspección y evaluación visual del área de estudio.
- Exploraciones de campo.
- Ensayos de laboratorio.
- Determinación de la resistencia de los suelos (Ensayo de CBR).
- Determinación de espesores del pavimento a proyectar.
- Conclusiones y recomendaciones.

1.2 NORMATIVIDAD:

Los trabajos de investigación se han realizado según Norma Peruana CE-10 del RNE (el Manual del Carreteras del MTC), la cual se basa en la aplicación de la Mecánica de Suelos que indica ensayos fundamentales y necesarios para predecir el comportamiento de un suelo bajo la acción de sistemas de carga.

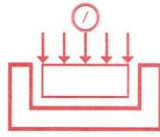
1.3 UBICACIÓN Y DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El are en estudio está ubicada Empalme.pe 1n – santa Elena – distrito de Virú provincia de Virú la libertad tiene un recorrido de 3 kilómetros aproximadamente, donde se proyecta

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Ing. José L. Huertas Martell

CP: 99762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

mantenimiento de un camino vecinal, para lo cual se realizaron los trabajos correspondientes.

Se realizaron ensayos estándar de laboratorio y de campo con fines de identificación y clasificación, así como ensayos de resistencia (C.B.R.), comprobando in situ que en el terreno donde se construirá esta pavimentación, existe un material de relleno inorgánico de color beige oscuro en un espesor promedio de 0.30 m. Se encontró diversos materiales, los cuales serán señalados más adelante, pero para el cálculo de los espesores del pavimento se tomó el más desfavorable, el cual lo constituye una grava arcillosa (A-2-4(0), de acuerdo al o al AASHTO) que se encuentra en estado semi denso, de partículas de forma sub angulosas.

2.0 INVESTIGACIONES DE CAMPO

2.1 CALICATAS REALIZADAS:

Se realizaron 05 sondajes de exploración subterránea, distribuidos en el terreno de acuerdo al proyecto. Las cotas del terreno están referenciadas a cotas absolutas que están referenciadas al plano topográfico alcanzado (ver plano de ubicación de calicatas).

| CALICATA | PROFUNDIDAD (m) |
|----------|-----------------|
| C-1 | 1.50 |
| C-2 | 1.50 |
| C-3 | 1.50 |
| C-4 | 1.50 |
| C-5 | 1.50 |

2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO:

Se realizaron los siguientes ensayos de Laboratorio

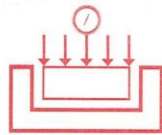
| | |
|--|-------------|
| Contenido de Humedad | NTP 339.127 |
| Análisis Granulométrico | NTP 339.128 |
| Clasificación Unificada de Suelos (ASTHO) | NTP 339.134 |
| Descripción Visual-Manual | NTP 339.150 |
| Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea | NTP 339.152 |
| Proctor Modificado | ASTM D-1557 |
| CBR | MTC 132 |

3.0 PERFILES ESTRATIGRAFICOS

3.1 RESUMEN DE ESTRATOS:

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

 Ing. Juan Carlos Martell
 CIP: 95762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

Sobre la base de los registros de calicatas, ensayos de laboratorio e información recopilada, se han elaborado los perfiles estratigráficos:

| MUESTRA | AASHTO | Prof. (m) | Cont. De Humedad (%) | Porcentaje en Muestra de: | | | Límites de Consistencia | | |
|---------|-----------|-------------|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|-------------------------|--------|--------|
| | | | | Grava (%) | Arena (%) | Finos (%) | LL (%) | LP (%) | IP (%) |
| C-1,M-1 | A-2-4 (0) | 0.30 - 3.00 | 1.00 | 69.40% | 17.54% | 13.07% | 16.78% | 8.92% | 7.85% |
| C-2,M-1 | A-2-4 (0) | 0.30 - 3.00 | 1.00 | 69.37% | 17.56% | 13.07% | 16.89% | 8.56% | 8.33% |
| C-3,M-1 | A-2-6 (0) | 0.35 - 3.00 | 0.90 | 51.16% | 30.38% | 18.46% | 21.25% | 10.00% | 11.25% |
| C-4,M-1 | A-2-6 (0) | 0.30 - 3.00 | 1.20 | 51.45% | 30.10% | 18.46% | 21.27% | 10.19% | 11.08% |
| C-5,M-1 | A-2-6 (0) | 0.40 - 3.00 | 1.20 | 64.27% | 24.34% | 11.39% | 17.61% | 6.78% | 10.83% |

Cuadro resumen de los estratos encontrados con sus principales propiedades

3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO:

Se realizaron los siguientes ensayos de Laboratorio

| | |
|--|-------------|
| Contenido de Humedad | NTP 339.127 |
| Análisis Granulométrico | NTP 339.128 |
| Clasificación Unificada de Suelos (SUCS) | NTP 339.134 |
| Descripción Visual-Manual | NTP 339.150 |
| Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea | NTP 339.152 |
| Proctor Modificado | ASTM D1557 |
| Prueba de CBR | MTC 132 |


3.3 JUSTIFICACION DE LA CANTIDAD DE EXPLORACIONES:

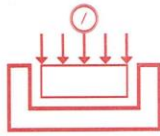
De acuerdo a la Tabla N° 2 de la norma C-10 del RNE, y debido al tipo de vía se realizó:

TABLA 2

| TIPO DE VÍA | NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN | ÁREA (m ²) |
|-------------|-----------------------------------|------------------------|
| Expresas | 1 cada | 1000 |
| Arteriales | 1 cada | 1200 |
| Colectoras | 1 cada | 1500 |
| Locales | 1 cada | 1800 |

Debido al tipo de vía, y que el área del terreno no supera los 1,800 m², se realizaron 05 puntos de investigaciones, siendo este el número mínimo de exploraciones recomendados por la norma.

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

 Ing. Juan Carlos Martell
 CIP: 99762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

De acuerdo al cuadro N° 4.1 del Manual de Carreteras del MTC, y debido al tipo de carretera se hizo:

Cuadro 4.1
Número de Calicatas para Exploración de Suelos

| Tipo de Carretera | Profundidad (m) | Número mínimo de Calicatas | Observación |
|---|--|--|--|
| Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido | Las calicatas se ubicarán longitudinalmente |
| Carreteras Duales o Multicarril, carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido | y en forma alternada |
| Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 vehículos, de una calzada de dos carriles. | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km | Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada |
| Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 vehículos, de una calzada de dos carriles. | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km | |
| Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 vehículos, de una calzada de dos carriles. | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km | |
| Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 vehículos, de una calzada. | 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km | |

Fuente: Elaboración propia teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 007-2009-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC

Debido al tipo de carretera, se realizaron 05 puntos de investigaciones.

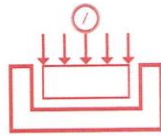
3.4 NIVEL FREÁTICO:

A la profundidad de estudio de -1.50 metros del nivel del terreno natural NO se encontró el nivel de aguas freáticas.

4.0 ANALISIS DEL TRÁFICO Y CALCULO DE CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE:

Se realizó el cálculo del tráfico de diseño, en una carretera de similares características, considerando un factor de crecimiento anual del 5%, se obtuvieron los siguientes resultados

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.
Ing. *[Firma]* Mercedes Martell
CP: 99762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

El valor señalado para el espesor total del pavimento, se deberá considerar desde el nivel del terreno natural, esto es desde el material identificado como Grava arcillosa.

Para el presente estudio NO se tuvo en cuenta la ubicación de la napa freática; la cual se encuentra a una profundidad mayor de 1.50 metros desde la superficie.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

El material de **BASE** (estructura de todo pavimento), deberá cumplir con las siguientes características:

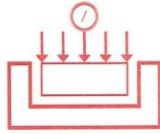
| Malla | Graduación, pasando (%) | | | |
|---------------------------|-------------------------|---------|---------|----------|
| | (A) | (B) | (C) | (D) |
| (2") | 100 | 100 | - | - |
| (1") | - | 75 - 95 | 100 | 100 |
| (3/8") | 30 - 65 | 40 - 75 | 50 - 85 | 60 - 100 |
| (N° 4) | 25 - 55 | 30 - 60 | 35 - 65 | 50 - 85 |
| (N° 10) | 14 - 40 | 20 - 45 | 25 - 50 | 40 - 70 |
| (N° 40) | 8 - 20 | 15 - 30 | 15 - 30 | 25 - 45 |
| (N° 200) | 2 - 8 | 5 - 15 | 5 - 15 | 8 - 15 |
| Límite Líquido (%) | 25 | | Máximo | |
| Índice de Plasticidad (%) | 6 | | Máximo | |
| Desgaste de Abrasión (%) | 50 | | Máximo | |

La base se compactará a humedad óptima hasta alcanzar una densidad seca de campo de por lo menos el 100 por ciento de la máxima densidad seca "Proctor Modificado" de Laboratorio.

La capa sub base (o mejoramiento de suelo) en los pavimentos flexibles, tiene como principal función abaratar el costo del pavimento. Los requisitos de calidad para este material se dan en el siguiente cuadro:

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

 Ing. José María Martell
 N° 39762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

| Malla | Graduación, pasando (%) | | |
|-------------------------------|-------------------------|----------|----------|
| | (1) | (2) | (3) |
| (2") | 100 | - | - |
| (1") | 59 - 100 | 100 | - |
| (3/8") | 40 - 65 | 65 - 100 | 100 |
| (N° 4) | 30 - 50 | 50 - 80 | 80 - 100 |
| (N° 10) | 20 - 38 | 38 - 60 | 60 - 100 |
| (N° 40) | 11 - 20 | 20 - 38 | 38 - 70 |
| (N° 200) | 5 - 10 | 10 - 19 | 19 - 25 |
| Contracción Lineal (%) | 6 máx. | 4.5 máx. | 3 máx. |
| Valor Relativo de Soporte (%) | 50 Mínimo | | |

La sub base se compactará a humedad óptima hasta alcanzar una densidad seca de campo de por lo menos el 95 por ciento de la máxima densidad seca "Proctor Modificado" de Laboratorio. A excepción de la granulometría, se cumplirá todo lo especificado para la capa de base granular.

6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

6.1 CONCLUSIONES:

El terreno estudiado arroja los siguientes valores para ser considerados en los planos de proyecto:

Suelos de Apoyo: A-2-4 (0) (Grava Arcillosa).

Desarrollo: **A partir de -0.30 m desde el nivel de terreno natural (NTN).**

Posición de la napa freática: **No se encontró a la profundidad de estudio.**

Material para ser usado como relleno compactado: **Bueno.**

EAL (diseño): **1.03 E+05**

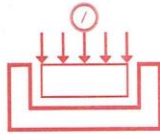
Densidad Seca Máxima: **2.15 g/cm³**

Óptimo Contenido de Humedad: **7.90 %**

CBR: **70%**

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

 Ing. José Huertas Mariell
 CIP: 99762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

Espesores del Pavimento Flexible:

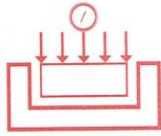
| | | | |
|----------------------------|----------|---|--------|
| Carpeta Asfáltica | 0.00 cm | = | 0 pulg |
| Base (Afirmado) | 15.00 cm | = | 6 pulg |
| Subbase (Mat. sub rasante) | 20.00 cm | = | 8 pulg |
| Sub rasante | | | |

6.2 RECOMENDACIONES:

- Las canteras de extracción de materiales que se utilizarán en este proyecto deberán satisfacer en su totalidad (previo ensayo de laboratorio), los requerimientos indicados en los diferentes cuadros que se anexan en el presente informe, los mismos que serán verificados antes de la colocación en las diferentes partidas de este proyecto.
- En los sectores de vías donde se apruebe utilizar los rellenos como subrasante, se deberán recomprimir estos materiales hasta alcanzar una densidad mayor al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Próctor Modificado en un espesor como mínimo de 0.20 m.
- Es necesario que el sistema de drenaje funcione adecuadamente para asegurar que el pavimento tenga la vida útil proyectada. Se recomienda programar acciones periódicas de limpieza integral, mantenimiento y verificación del funcionamiento de los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario de cada una de las vías.
- La pendiente mínima recomendada para proveer un área de circulación de rápido drenaje y secado y libre de charcos es del 1.0%. Los cambios en pendientes deben ser graduales para evitar que los vehículos dañen el pavimento.
- Se recomienda que la clave del tubo de desagüe (si existiera) tendrá que ir profundizada como mínimo a una altura de 1.20 metros, desde la superficie de la sub rasante considerada en el proyecto, dado que a ese nivel, los incrementos de los esfuerzos producidos por las capas externas son prácticamente nulos.

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

ING. José Huertas Martell
CP: 99762

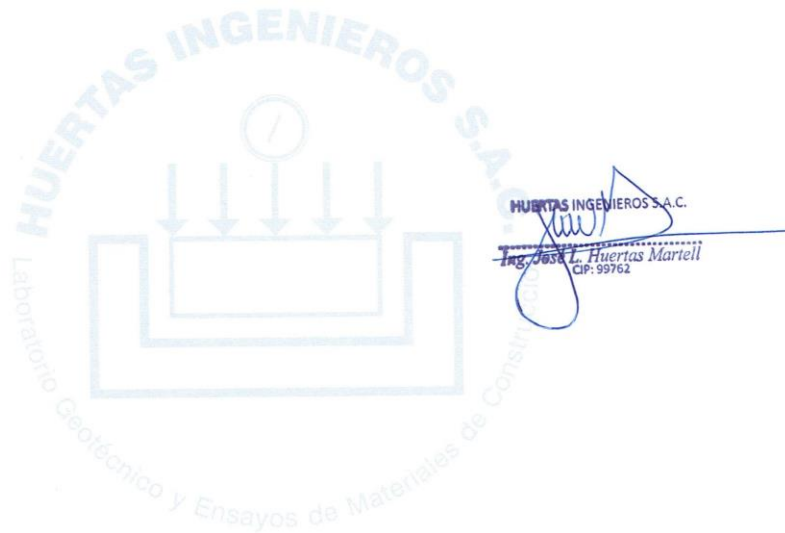


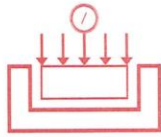
HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

- Una vez concluida esta obra de pavimentación, y después de 12 (doce) meses como mínimo, se recomienda sellar estos trabajos con la finalidad de impermeabilizar y vitalizar su superficie. Realizado este primer sellado, se deberá repetir estos trabajos en forma anual, a fin de conservarlo siempre en buen estado.

Trujillo, 28 de Agosto del 2017


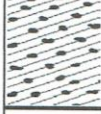




HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

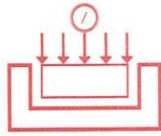
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

REGISTRO DE SONDAJES (NTP 339.150)

| Esc. | Prof.(m) | Esp.(mts) | Naturaleza del Terreno | Simbolo | Observ. |
|---------------------------------|----------|-----------|--|---------|---|
| CALICATA C-1 PROG. 2+000 | | | | | |
| | -0.30 | 0.30 | MATERIAL DE RELLENO ORGANICO | (OL) |  |
| 1 | | 1.20 | GRAVA ARCILLOSA, COLOR BEIGE OSCURO, ESTADO DE COMPACIDAD SEMI DENSA, PARCIALMENTE SECA, PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA. | (GC) |  |
| 2 | -1.50 | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA | | Excavacion a cielo abierto |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

[Handwritten Signature]
Ing. José H. Marielli
C.P. 5000



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

| | | | |
|-----------------|------------------|----------|-----|
| CANTERA: | MATERIAL IN SITU | Sondaje: | C-1 |
| CLASE DE SUELO: | GRAVA ARCILLOSA | Muestra: | M-1 |

PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

| ABERT. MALLA Pulg/malla | mm | Peso Retenido | % Retenido | % Ret Acumulado | % Pasa | Especificaciones | |
|----------------------------|--------|------------------|---------------|--------------------|-----------|------------------|--------------------------|
| | | | | | | Superior | Inferior |
| | | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | | |
| 1" | 25.400 | 320.16 | 16.01% | 16.01% | 83.99% | | |
| 3/4" | 19.050 | 192.52 | 9.63% | 25.63% | 74.37% | | |
| 1/2" | 12.700 | 330.78 | 16.54% | 42.17% | 57.83% | | |
| 3/8" | 9.525 | 207.56 | 10.38% | 52.55% | 47.45% | | |
| No 4 | 4.750 | 336.89 | 16.84% | 69.40% | 30.60% | | |
| No 8 | 2.381 | 134.52 | 6.73% | 76.12% | 23.88% | | |
| No 10 | 2.000 | 24.01 | 1.20% | 77.32% | 22.68% | | |
| No 16 | 1.191 | 48.88 | 2.44% | 79.77% | 20.23% | | |
| No 30 | 0.595 | 46.22 | 2.31% | 82.08% | 17.92% | | |
| No 40 | 0.420 | 17.67 | 0.88% | 82.96% | 17.04% | | |
| No 50 | 0.296 | 17.44 | 0.87% | 83.83% | 16.17% | | |
| No 100 | 0.149 | 35.15 | 1.76% | 85.59% | 14.41% | | |
| No 200 | 0.075 | 26.83 | 1.34% | 86.93% | 13.07% | | |
| Plato | | 261.37 | 13.07% | 100.00% | 0.00% | | Contenido de humedad (%) |
| Sumatoria | | 2000.00 | 100.00% | | | | 1.00 |

OBSERVACIONES:

Tamaño Maximo: 1 1/2"

Limites de Consistencia:

Limite Liquido: 16.78%

Limite Plastico: 8.92%

Limite de Contraccion: 8.05%

Indice de Plasticidad: 7.85%

Porcentaje en muestra:

% Grava: 69.40%

% Arena: 17.54%

% Finos: 13.07%

Características Granulométricas:

D₆₀: (mm): -

D₅₀: (mm): 10.31

D₃₀: (mm): -

D₁₀: (mm): -

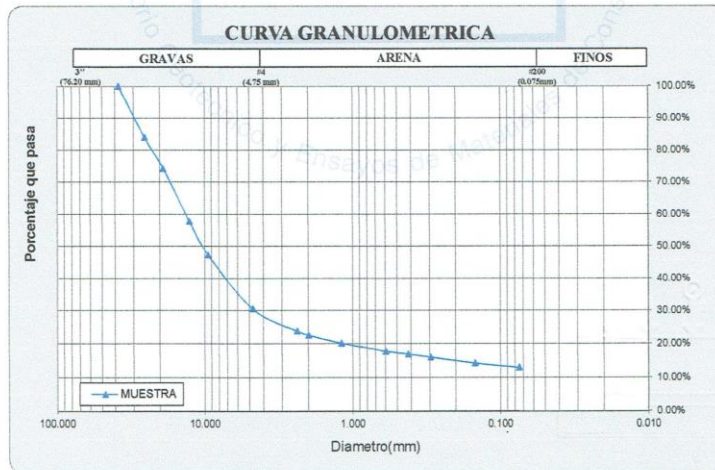
Cu: -

Cc: -

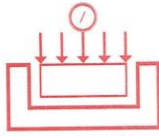
Clasificación:

SUCS: GC

AASHTO: A-2-4 [0]



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.
[Signature]
Ing. José L. Huertas Mariell



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:
CANTERA: MATERIAL IN SITU
CLASE DE SUELO: GRAVA ARCILLOSA (GC)

Prof (m) : 0.30 - 3.00
Sondaje: C-1
Muestra: M-1

LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

LIMITE LIQUIDO

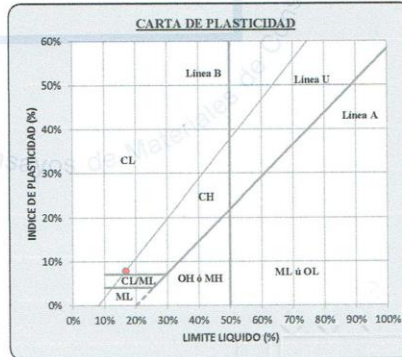
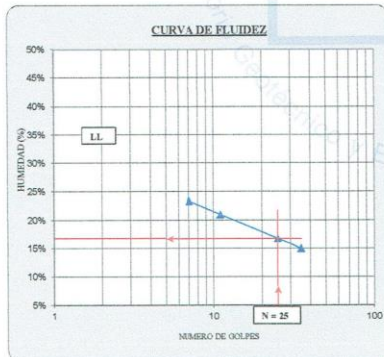
| ENSAYO N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|
| Tara + suelo húmedo | 46.05 | 55.45 | 56.15 | 51.25 |
| Tara + suelo seco | 41.15 | 49.53 | 51.00 | 46.98 |
| Agua | 4.90 | 5.92 | 5.15 | 4.27 |
| Peso de la tara | 20.20 | 21.40 | 20.30 | 18.60 |
| Peso del suelo seco | 20.95 | 28.13 | 30.70 | 28.38 |
| % humedad | 23.40% | 21.05% | 16.78% | 15.03% |
| No. golpes | 7 | 11 | 25 | 35 |
| LIMITE LIQUIDO | 16.78% | | | |

LIMITE PLASTICO

| ENSAYO N° | 1 | 2 | | |
|---------------------|-------|-------|--|--|
| Tara + suelo húmedo | 25.69 | 20.55 | | |
| Tara + suelo seco | 25.43 | 20.28 | | |
| Agua | 0.26 | 0.27 | | |
| Peso de la tara | 22.48 | 17.29 | | |
| Peso del suelo seco | 2.95 | 2.98 | | |
| % humedad | 8.81% | 9.03% | | |
| LIMITE PLASTICO | 8.92% | | | |

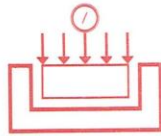
RESULTADOS:

| | |
|------------------------|--------|
| Límite Líquido: | 16.78% |
| Líquido Plástico: | 8.92% |
| Límite de Contracción: | 8.05% |
| Índice de Plasticidad: | 7.85% |



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.


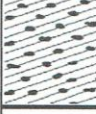
Ing. José L. Huertas Martell
CIP: 99762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

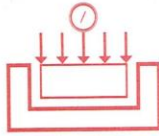
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

REGISTRO DE SONDAJES (NTP 339.150)

| Esc. | Prof.(m) | Esp.(mts) | Naturaleza del Terreno | Simbolo | Observ. |
|---------------------------------|----------|-----------|--|---------|---|
| CALICATA C-2 PROG. 4+000 | | | | | |
| | -0.30 | 0.30 | MATERIAL DE RELLENO ORGANICO | (OL) |  |
| 1 | | 1.20 | GRAVA ARCILLOSA, COLOR BEIGE OSCURO, ESTADO DE COMPACIDAD SEMI DENSA, PARCIALMENTE SECA, PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA. | (GC) |  |
| | -1.50 | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA | | Excavacion a cielo abierto |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.





HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

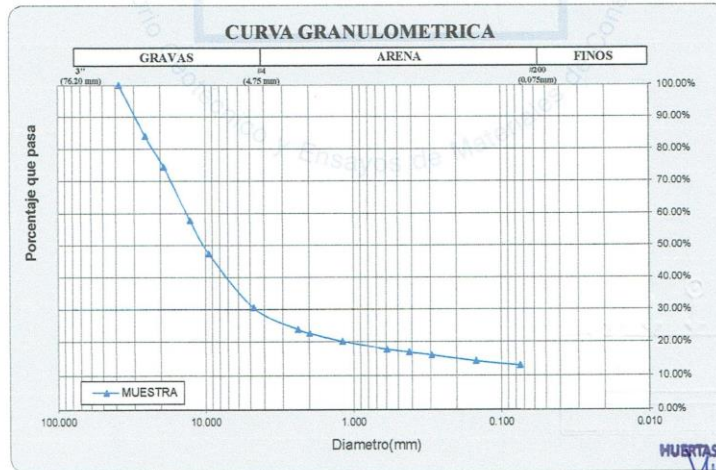
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

| | | | |
|-----------------|------------------|----------|-----|
| CANTERA: | MATERIAL IN SITU | Sondaje: | C-2 |
| CLASE DE SUELO: | GRAVA ARCILLOSA | Muestra: | M-1 |

PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

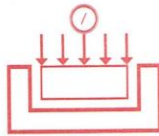
| Peso Original (gr) | 2000.00 | | | | Especificaciones | |
|--------------------|-----------------------|----------|----------|-----------|------------------|----------|
| | Pérd. por lavado (gr) | | | | Límites | |
| Peso Tamizado (gr) | 1738.68 | | | | Superior | Inferior |
| ABERT. MALLA | Peso | % | % Ret | % | % | % |
| Pulg/malla | mm | Retenido | Retenido | Acumulado | Pasa | Pasa |
| 2" | 50.800 | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| 1" | 25.400 | 319.95 | 16.00% | 16.00% | 84.00% | |
| 3/4" | 19.050 | 192.53 | 9.63% | 25.62% | 74.38% | |
| 1/2" | 12.700 | 330.85 | 16.53% | 42.16% | 57.84% | |
| 3/8" | 9.525 | 207.56 | 10.38% | 52.53% | 47.47% | |
| No 4 | 4.750 | 336.79 | 16.84% | 69.37% | 30.63% | |
| No 8 | 2.381 | 135.26 | 6.76% | 76.14% | 23.86% | |
| No 10 | 2.000 | 23.95 | 1.20% | 77.33% | 22.67% | |
| No 16 | 1.191 | 48.79 | 2.44% | 79.77% | 20.23% | |
| No 30 | 0.595 | 46.32 | 2.32% | 82.09% | 17.91% | |
| No 40 | 0.420 | 17.55 | 0.88% | 82.97% | 17.03% | |
| No 50 | 0.296 | 17.34 | 0.87% | 83.83% | 16.17% | |
| No 100 | 0.149 | 35.14 | 1.76% | 85.59% | 14.41% | |
| No 200 | 0.075 | 26.85 | 1.34% | 86.93% | 13.07% | |
| Plato | | 261.32 | 13.07% | 100.00% | 0.00% | |
| Sumatoria | | 2000.00 | 100.00% | | | |

| | |
|----------------------------------|-------------|
| OBSERVACIONES: | |
| Tamaño Maximo: | 1 1/2" |
| Límites de Consistencia: | |
| Límite Líquido: | 16.89% |
| Límite Plástico: | 8.56% |
| Límite de Contracción: | 7.70% |
| Índice de Plasticidad: | 8.33% |
| Porcentaje en muestra: | |
| % Grava: | 69.37% |
| % Arena: | 17.56% |
| % Finos: | 13.07% |
| Características Granulométricas: | |
| D ₆₀ (mm): | - |
| D ₅₀ (mm): | 10.30 |
| D ₃₀ (mm): | - |
| D ₁₀ (mm): | - |
| Cu: | - |
| Cc: | - |
| Clasificación: | |
| SUCS: | GC |
| AASHTO: | A-2-4 [0] |



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Ing. José L. Huertas Mariell
CIP: 99762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:
CANTERA: MATERIAL IN SITU
CLASE DE SUELO: GRAVA ARCILLOSA (GC)

Prof (m) : 0.30 - 3.00
Sondaje: C-2
Muestra: M-1

LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

LIMITE LIQUIDO

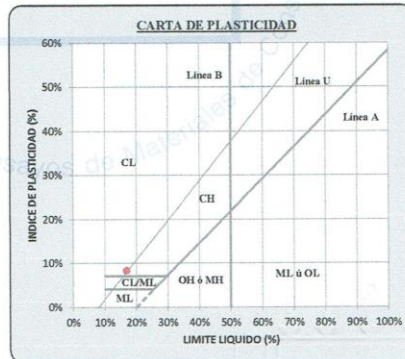
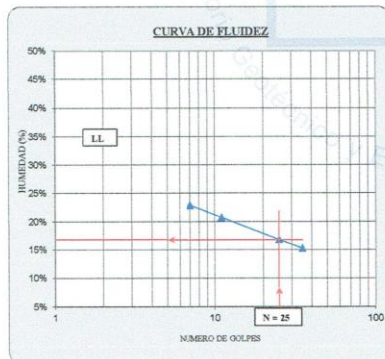
| ENSAYO N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------|---------------|--------|--------|--------|
| Tara + suelo húmedo | 57.34 | 60.40 | 60.20 | 49.04 |
| Tara + suelo seco | 50.60 | 54.55 | 55.02 | 45.60 |
| Agua | 6.74 | 5.85 | 5.18 | 3.44 |
| Peso de la tara | 21.22 | 26.42 | 24.35 | 23.12 |
| Peso del suelo seco | 29.38 | 28.13 | 30.67 | 22.48 |
| % humedad | 22.95% | 20.80% | 16.89% | 15.29% |
| No. golpes | 7 | 11 | 25 | 35 |
| LIMITE LIQUIDO | 16.89% | | | |

LIMITE PLASTICO

| ENSAYO N° | 1 | 2 | | |
|---------------------|--------------|-------|--|--|
| Tara + suelo húmedo | 30.70 | 22.56 | | |
| Tara + suelo seco | 30.44 | 22.31 | | |
| Agua | 0.26 | 0.25 | | |
| Peso de la tara | 27.49 | 19.30 | | |
| Peso del suelo seco | 2.95 | 3.01 | | |
| % humedad | 8.81% | 8.31% | | |
| LIMITE PLASTICO | 8.56% | | | |

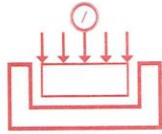
RESULTADOS:

| | |
|------------------------|---------------|
| Límite Líquido: | 16.89% |
| Límite Plástico: | 8.56% |
| Límite de Contracción: | 7.70% |
| Índice de Plasticidad: | 8.33% |


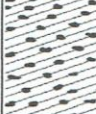


HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Ing. José A. Huertas Mariell
CIP: 99762

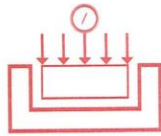


REGISTRO DE SONDAJES (NTP 339.150)

| Esc. | Prof.(m) | Esp.(mts) | Naturaleza del Terreno | Simbolo | Observ. |
|---------------------------------|----------|-----------|--|---------|---|
| CALICATA C-3 PROG. 6+000 | | | | | |
| | -0.35 | 0.35 | MATERIAL DE RELLENO ORGANICO | (OL) |  |
| 1 | | 1.15 | GRAVA ARCILLOSA, COLOR BEIGE OSCURO, ESTADO DE COMPACIDAD SEMI DENSA, PARCIALMENTE SECA, PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA. | (GC) |  |
| 2 | -1.50 | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA | | Excavacion a cielo abierto |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

 Ing. Asst. J. J. Martínez
 CIP: 99762



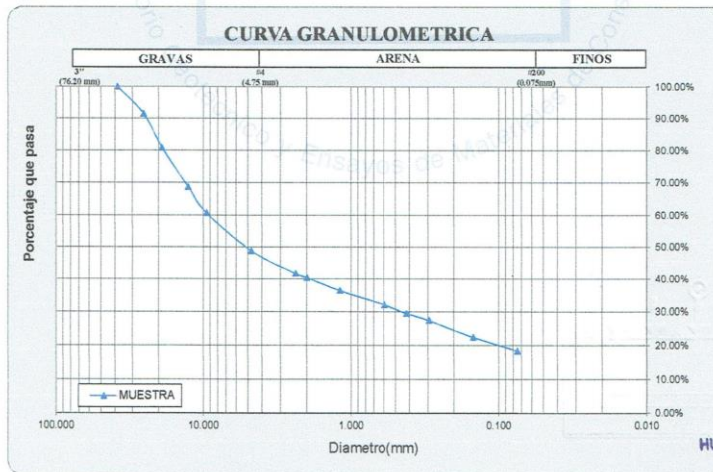
HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

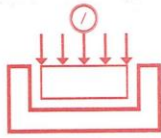
| | | | |
|-----------------|------------------|----------|-----|
| CANtera: | MATERIAL IN SITU | Sondaje: | C-3 |
| CLASE DE SUELO: | GRAVA ARCILLOSA | Muestra: | M-1 |

PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

| ABERT. MALLA Pulg/malla | mm | Peso Retenido | % Retenido | % Ret Acumulado | % Pasa | Especificaciones | | OBSERVACIONES: |
|----------------------------|---------|------------------|---------------|--------------------|-----------|--------------------------|----------|----------------------------------|
| | | | | | | Superior | Inferior | |
| | | | | | | | | Tamaño Máximo: 1 1/2" |
| | | | | | | | | Límites de Consistencia: |
| | | | | | | | | Límite Líquido: 21.25% |
| | | | | | | | | Límite Plástico: 10.00% |
| | | | | | | | | Límite de Contracción: 8.61% |
| | | | | | | | | Índice de Plasticidad: 11.25% |
| | | | | | | | | Porcentaje en muestra: |
| | | | | | | | | % Grava: 51.16% |
| | | | | | | | | % Arena: 30.38% |
| | | | | | | | | % Finos: 18.46% |
| | | | | | | | | Características Granulométricas: |
| | | | | | | | | D ₆₀ (mm): - |
| | | | | | | | | D ₅₀ (mm): 5.21 |
| | | | | | | | | D ₃₀ (mm): - |
| | | | | | | | | D ₁₀ (mm): - |
| | | | | | | | | Cu: - |
| | | | | | | | | Cc: - |
| | | | | | | | | Clasificación: |
| | | | | | | | | SUCS: GC |
| | | | | | | | | AASHTO: A-2-6 [0] |
| Peso Original (gr) | 2000.00 | | | | | Especificaciones | | |
| Pérd. por lavado (gr) | 369.21 | | | | | Límites | | |
| Peso Tamizado (gr) | 1630.79 | | | | | Superior | Inferior | |
| | | | | | | % | % | |
| | | | | | | Pasa | Pasa | |
| Plato | 369.21 | 18.46% | 100.00% | 0.00% | | Contenido de humedad (%) | | |
| Sumatoria | 2000.00 | 100.00% | | | | 0.90 | | |



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.
Ing. José L. Huertas Martell
 CIP: 99762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:
CANTERA: MATERIAL IN SITU
CLASE DE SUELO: GRAVA ARCILLOSA (GC)

Prof (m) : 0.35 - 3.00
Sondaje: C-3
Muestra: M-1

LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

LIMITE LIQUIDO

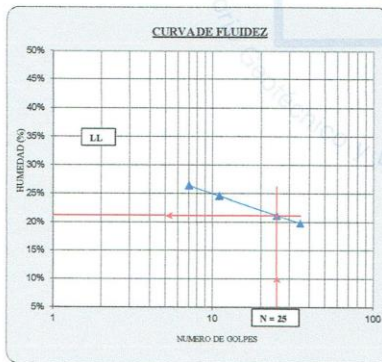
| ENSAYO N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------|---------------|--------|--------|--------|
| Tara + suelo húmedo | 55.91 | 54.50 | 56.22 | 54.88 |
| Tara + suelo seco | 48.11 | 47.21 | 49.70 | 49.02 |
| Agua | 7.80 | 7.29 | 6.52 | 5.86 |
| Peso de la tara | 18.65 | 17.60 | 19.02 | 19.00 |
| Peso del suelo seco | 29.46 | 29.61 | 30.88 | 30.02 |
| % humedad | 26.47% | 24.62% | 21.25% | 19.87% |
| No. golpes | 7 | 11 | 25 | 35 |
| LIMITE LIQUIDO | 21.25% | | | |

LIMITE PLASTICO

| ENSAYO N° | 1 | 2 | | |
|---------------------|---------------|--------|--|--|
| Tara + suelo húmedo | 23.42 | 22.99 | | |
| Tara + suelo seco | 23.13 | 22.69 | | |
| Agua | 0.29 | 0.30 | | |
| Peso de la tara | 20.20 | 19.72 | | |
| Peso del suelo seco | 2.93 | 2.97 | | |
| % humedad | 9.90% | 10.10% | | |
| LIMITE PLASTICO | 10.00% | | | |

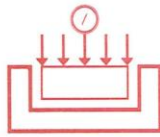
RESULTADOS:

| | |
|------------------------|---------------|
| Límite Líquido: | 21.25% |
| Líquido Plástico: | 10.00% |
| Límite de Contracción: | 8.61% |
| Índice de Plasticidad: | 11.25% |



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

 Ing. José A. Huertas Mariell
 CP: 99762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO D-1557 TIPO C

GOLPES/CAPA: 5 / 56

DIMENSIONES MOLDE:

Diametro: 15.24 cm

Altura: 11.70 cm

Volumen: 2134.26 cm³

DSM(g/cc): 2.15

OCH (%): 7.90

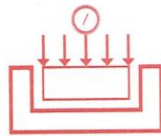
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

| MUESTRA No | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tara No | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso Tara + Suelo Húmedo (gr) | 81.00 | 83.50 | 85.40 | 86.44 | 88.88 |
| Peso Tara + Suelo Seco (gr) | 78.60 | 79.80 | 80.50 | 80.33 | 81.50 |
| Peso del Agua (gr) | 2.40 | 3.70 | 4.90 | 6.11 | 7.38 |
| Peso tara (gr) | 19.72 | 17.29 | 18.50 | 19.72 | 20.20 |
| Peso Suelo Seco (gr) | 58.88 | 62.51 | 62.00 | 60.61 | 61.30 |
| Contenido de humedad (%) | 4.08 | 5.92 | 7.90 | 10.08 | 12.04 |

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

| MUESTRA No | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr) | 7200 | 7600 | 7820 | 7600 | 7250 |
| Peso Molde (gr) | 2880 | 2880 | 2880 | 2880 | 2880 |
| Peso Suelo Húmedo (gr) | 4320 | 4720 | 4940 | 4720 | 4370 |
| Volumen Suelo Húmedo (gr) | 2134.26 | 2134.26 | 2134.26 | 2134.26 | 2134.26 |
| Densidad Humeda (gr/cm3) | 2.02 | 2.21 | 2.31 | 2.21 | 2.05 |
| Densidad Seca (gr/cm3) | 1.94 | 2.09 | 2.15 | 2.01 | 1.83 |





HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

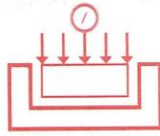
| METODO DE COMPACTACION | MOLDES | | | | | |
|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 1 | | 2 | | 3 | |
| Molde N° | 1 | | 2 | | 3 | |
| Número de Capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Número de golpes por capas | 56 | | 25 | | 12 | |
| Sobrecarga (gr) | 4530 | | 4530 | | 4530 | |
| Condiciones de la Muestra | Antes de Empapar | Desp. de Empapar | Antes de Empapar | Desp. de Empapar | Antes de Empapar | Desp. de Empapar |
| Muestra húmeda + Molde (gr.) | 9870.00 | 9895.00 | 9815.00 | 9885.00 | 9640.00 | 9755.00 |
| Peso del Molde (gr.) | 4895.00 | 4895.00 | 4945.00 | 4945.00 | 4880.00 | 4880.00 |
| Peso de la Muestra húmeda (gr.) | 4975.00 | 5000.00 | 4870.00 | 4940.00 | 4760.00 | 4875.00 |
| Volúmen de la Muestra (cm3) | 2141.21 | 2141.21 | 2085.23 | 2085.23 | 2085.23 | 2085.23 |
| Densidad húmeda (gr/cm3) | 2.32 | 2.34 | 2.34 | 2.37 | 2.28 | 2.34 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
| Tara N° | 4 | | 5 | | 6 | |
| Muestra húmeda + Tara (gr.) | 64.86 | 69.00 | 67.00 | 66.70 | 66.72 | 68.00 |
| Muestra seca + Tara (gr.) | 61.10 | 64.16 | 60.30 | 61.70 | 58.01 | 62.40 |
| Peso del Agua (gr.) | 3.76 | 4.84 | 6.70 | 5.00 | 8.71 | 5.60 |
| Peso de la Tara (gr.) | 21.40 | 22.48 | 20.38 | 21.40 | 17.29 | 20.38 |
| Muestra Seca (gr.) | 39.70 | 41.68 | 39.92 | 40.30 | 40.72 | 42.02 |
| Contenido de humedad (%) | 9.47% | 11.61% | 16.78% | 12.41% | 21.39% | 13.33% |
| DENSIDAD SECA (gr./cm3) | 2.12 | | 2.00 | | 1.88 | |

DATOS DE EXPANSION

| Molde N° | | | 1 | | 2 | | 3 | |
|-----------------|------------|----------------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
| Sobrecarga (gr) | | | 4530 | | 4530 | | 4530 | |
| Fecha | Hora | Tiempo (horas) | Lectura | Hincham. | Lectura | Hincham. | Lectura | Hincham. |
| | | | dial | mm. | dial | mm. | dial | mm. |
| AGOSTO | 07:30 p.m. | 0 | 0.00 | 0.0000 | 0.00 | 0.0000 | 0.00 | 0.0000 |
| AGOSTO | 07:30 p.m. | 24 | 2.00 | 0.0508 | 3.00 | 0.0762 | 4.00 | 0.1016 |
| AGOSTO | 07:30 p.m. | 48 | 4.00 | 0.2508 | 5.00 | 0.2762 | 6.00 | 0.3016 |
| AGOSTO | 07:30 p.m. | 72 | 10.00 | 0.8508 | 11.00 | 0.8762 | 12.00 | 0.9016 |

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

 Ing. José L. Huertas Martell
 CIP: 99762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

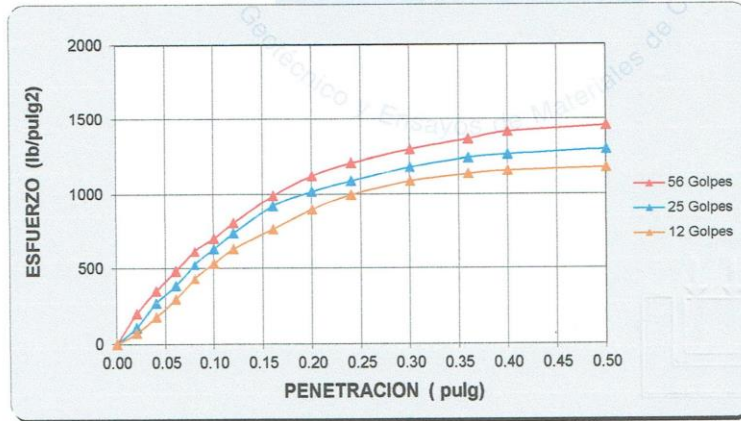
ENSAYO CARGA - PENETRACION

| Penetr. Deform. Rd | Penetr. pulg. (pulg) | Molde N° 01 | | | Molde N° 02 | | | Molde N° 03 | | |
|--------------------|----------------------|-----------------|---------|-----------|-----------------|---------|-----------|-----------------|---------|-----------|
| | | Ensayo de Carga | | | Ensayo de Carga | | | Ensayo de Carga | | |
| | | kg | lbs. | lbs/pulg2 | kg | lbs. | lbs/pulg2 | kg | lbs. | lbs/pulg2 |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | 0.02 | 280.00 | 617.29 | 196.49 | 150.00 | 330.69 | 105.26 | 100.00 | 220.46 | 70.18 |
| 40 | 0.04 | 500.00 | 1102.31 | 350.88 | 380.00 | 837.76 | 266.67 | 250.00 | 551.16 | 175.44 |
| 60 | 0.06 | 690.00 | 1521.19 | 484.21 | 550.00 | 1212.54 | 385.96 | 420.00 | 925.94 | 294.74 |
| 80 | 0.08 | 880.00 | 1940.07 | 617.54 | 750.00 | 1653.47 | 526.31 | 620.00 | 1366.87 | 435.09 |
| 100 | 0.10 | 1000.00 | 2204.62 | 701.75 | 900.00 | 1984.16 | 631.58 | 760.00 | 1675.51 | 533.33 |
| 120 | 0.12 | 1150.00 | 2535.32 | 807.02 | 1050.00 | 2314.85 | 736.84 | 900.00 | 1984.16 | 631.58 |
| 160 | 0.16 | 1410.00 | 3108.52 | 989.47 | 1310.00 | 2888.06 | 919.30 | 1090.00 | 2403.04 | 764.91 |
| 200 | 0.20 | 1600.00 | 3527.40 | 1122.81 | 1450.00 | 3196.70 | 1017.54 | 1280.00 | 2821.92 | 898.24 |
| 240 | 0.24 | 1720.00 | 3791.95 | 1207.02 | 1550.00 | 3417.17 | 1087.72 | 1420.00 | 3130.56 | 996.49 |
| 300 | 0.30 | 1850.00 | 4078.55 | 1298.24 | 1680.00 | 3703.77 | 1178.95 | 1550.00 | 3417.17 | 1087.72 |
| 360 | 0.36 | 1950.00 | 4299.01 | 1368.42 | 1770.00 | 3902.18 | 1242.10 | 1620.00 | 3571.49 | 1136.84 |
| 400 | 0.40 | 2020.00 | 4453.34 | 1417.54 | 1800.00 | 3988.32 | 1263.16 | 1650.00 | 3637.63 | 1157.89 |
| 500 | 0.50 | 2080.00 | 4585.62 | 1459.65 | 1850.00 | 4078.55 | 1298.24 | 1680.00 | 3703.77 | 1178.95 |

56
 CBR (0.1") $\frac{701.75 \times 100}{1000} = 70.18\%$
 CBR (0.2") $\frac{1122.81 \times 100}{1500} = 74.85\%$

25
 CBR (0.1") $\frac{631.58 \times 100}{1000} = 63.16\%$
 CBR (0.2") $\frac{1017.54 \times 100}{1500} = 67.84\%$

12
 CBR (0.1") $\frac{533.33 \times 100}{1000} = 53.33\%$
 CBR (0.2") $\frac{898.24 \times 100}{1500} = 59.88\%$

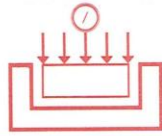


Correccion de cero (mm):
 56 golpes: 0
 25 golpes: 0
 12 golpes: 0

| GOLPES | 56 | 25 | 12 |
|------------|--------|--------|--------|
| C.B.R. 0.1 | 70.18% | 63.16% | 53.33% |
| 0.2 | 74.85% | 67.84% | 59.88% |

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

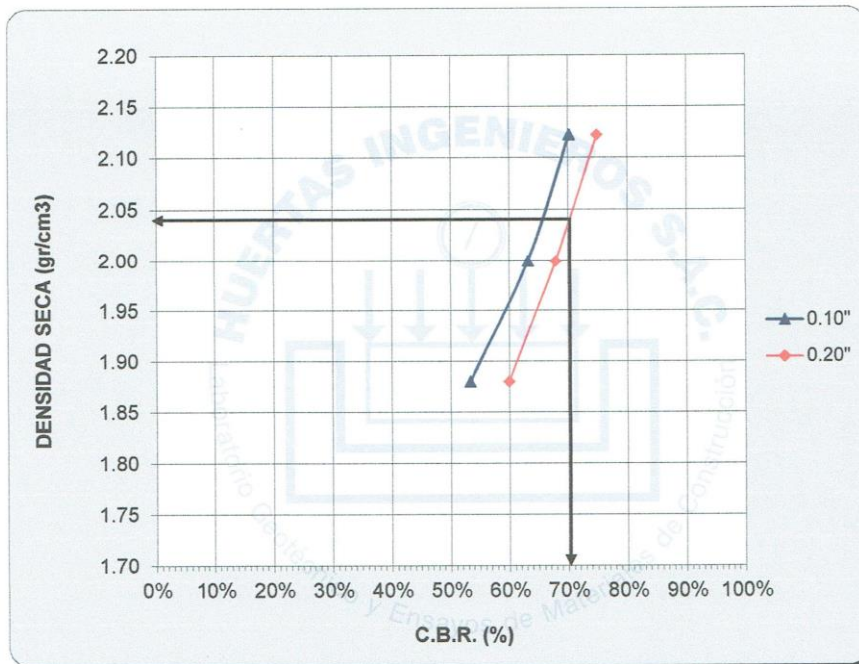
 Ing. Juan Huertas Martell
 CIP: 99762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

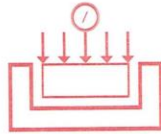
CURVA DENSIDAD SECA - CBR



VALORES PROCTOR MODIFICADO:
 DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3): 2.15
 HUMEDAD OPTIMA (%): 7.90

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3): 2.04
 C.B.R. (%): 70.00

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.
 Ing. José Huertas Mariell
 CP: 99762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO D-1557 TIPO C

GOLPES/CAPA: 5 / 56

DIMENSIONES MOLDE:

Diametro: 15.24 cm

Altura: 11.70 cm

Volumen: 2134.26 cm³

DSM(g/cc): 2.17

OCH (%): 7.86

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

| MUESTRA No | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tara No | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso Tara + Suelo Húmedo (gr) | 82.25 | 80.11 | 82.77 | 80.99 | 82.93 |
| Peso Tara + Suelo Seco (gr) | 79.96 | 76.99 | 78.22 | 75.85 | 76.65 |
| Peso del Agua (gr) | 2.29 | 3.12 | 4.55 | 5.14 | 6.28 |
| Peso tara (gr) | 19.02 | 18.65 | 20.30 | 20.20 | 20.38 |
| Peso Suelo Seco (gr) | 60.94 | 58.34 | 57.92 | 55.65 | 56.27 |
| Contenido de humedad (%) | 3.76 | 5.35 | 7.86 | 9.24 | 11.16 |

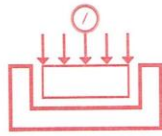
DETERMINACION DE LA DENSIDAD

| MUESTRA No | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr) | 7210 | 7540 | 7880 | 7750 | 7300 |
| Peso Molde (gr) | 2880 | 2880 | 2880 | 2880 | 2880 |
| Peso Suelo Húmedo (gr) | 4330 | 4660 | 5000 | 4870 | 4420 |
| Volumen Suelo Húmedo (gr) | 2134.26 | 2134.26 | 2134.26 | 2134.26 | 2134.26 |
| Densidad Humeda (gr/cm ³) | 2.03 | 2.18 | 2.34 | 2.28 | 2.07 |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.96 | 2.07 | 2.17 | 2.09 | 1.86 |



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Ing. José Huertas Martell
CIP: 99762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

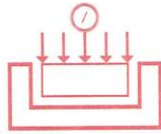
| METODO DE COMPACTACION | MOLDES | | | | | |
|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 1 | | 2 | | 3 | |
| Molde N° | 1 | | 2 | | 3 | |
| Número de Capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Número de golpes por capas | 56 | | 25 | | 12 | |
| Sobrecarga (gr) | 4530 | | 4530 | | 4530 | |
| Condiciones de la Muestra | Antes de Empapar | Desp. de Empapar | Antes de Empapar | Desp. de Empapar | Antes de Empapar | Desp. de Empapar |
| Muestra húmeda + Molde (gr.) | 9950.00 | 9920.00 | 9820.00 | 9883.00 | 9642.00 | 9756.00 |
| Peso del Molde (gr.) | 4895.00 | 4895.00 | 4945.00 | 4945.00 | 4880.00 | 4880.00 |
| Peso de la Muestra húmeda (gr.) | 5055.00 | 5025.00 | 4875.00 | 4938.00 | 4762.00 | 4876.00 |
| Volúmen de la Muestra (cm3) | 2141.21 | 2141.21 | 2085.23 | 2085.23 | 2085.23 | 2085.23 |
| Densidad húmeda (gr/cm3) | 2.36 | 2.35 | 2.34 | 2.37 | 2.28 | 2.34 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
| Tara N° | 4 | | 5 | | 6 | |
| Muestra húmeda + Tara (gr.) | 62.71 | 68.37 | 65.18 | 63.97 | 60.52 | 67.71 |
| Muestra seca + Tara (gr.) | 59.20 | 64.11 | 59.00 | 58.95 | 53.95 | 61.55 |
| Peso del Agua (gr.) | 3.51 | 4.26 | 6.18 | 5.02 | 6.57 | 6.16 |
| Peso de la Tara (gr.) | 23.49 | 21.22 | 20.85 | 20.22 | 20.77 | 20.69 |
| Muestra Seca (gr.) | 35.71 | 42.89 | 38.15 | 38.73 | 33.18 | 40.86 |
| Contenido de humedad (%) | 9.83% | 9.93% | 16.20% | 12.96% | 19.80% | 15.08% |
| DENSIDAD SECA (gr./cm3) | 2.15 | | 2.01 | | 1.91 | |

DATOS DE EXPANSION

| Molde N° | | | 1 | | 2 | | 3 | |
|-----------------|------------|----------------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
| Sobrecarga (gr) | | | 4530 | | 4530 | | 4530 | |
| Fecha | Hora | Tiempo (horas) | Lectura | Hincham. | Lectura | Hincham. | Lectura | Hincham. |
| | | | dial | mm. | dial | mm. | dial | mm. |
| AGOSTO | 07:30 p.m. | 0 | 0.00 | 0.0000 | 0.00 | 0.0000 | 0.00 | 0.0000 |
| AGOSTO | 07:30 p.m. | 24 | 4.00 | 0.1016 | 4.00 | 0.1016 | 3.00 | 0.0762 |
| AGOSTO | 07:30 p.m. | 48 | 6.00 | 0.3016 | 6.00 | 0.3016 | 7.00 | 0.4762 |
| AGOSTO | 07:30 p.m. | 72 | 11.00 | 0.8016 | 11.00 | 0.8016 | 13.00 | 1.0762 |

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

 Ing. J. J. Fabian Martelli
 CIP: 99762



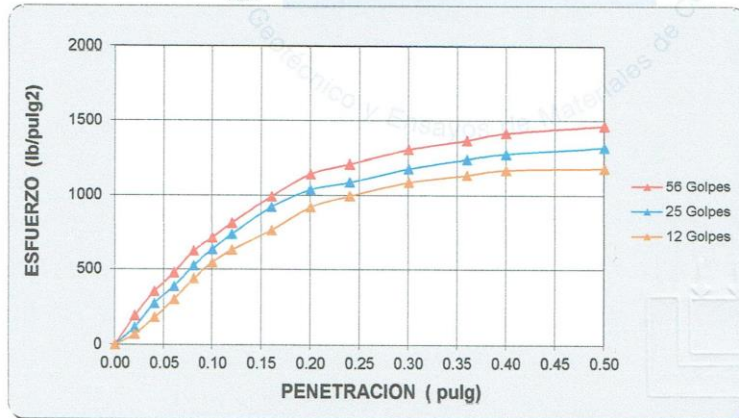
HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

ENSAYO CARGA - PENETRACION

| Penetr. Deform. Rd | Penetr. pulg. (pulg) | Moide N° 01 | | | Moide N° 02 | | | Moide N° 03 | | |
|--------------------|----------------------|-----------------|---------|-----------|-----------------|---------|-----------|-----------------|---------|-----------|
| | | Ensayo de Carga | | | Ensayo de Carga | | | Ensayo de Carga | | |
| | | kg | lbs. | lbs/pulg2 | kg | lbs. | lbs/pulg2 | kg | lbs. | lbs/pulg2 |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 20 | 0.02 | 270.00 | 595.25 | 189.47 | 160.00 | 352.74 | 112.28 | 99.00 | 218.26 | 69.47 |
| 40 | 0.04 | 505.00 | 1113.33 | 354.39 | 390.00 | 859.80 | 273.68 | 255.00 | 562.18 | 178.95 |
| 60 | 0.06 | 685.00 | 1510.17 | 480.70 | 555.00 | 1223.57 | 389.47 | 430.00 | 947.99 | 301.75 |
| 80 | 0.08 | 890.00 | 1962.11 | 624.56 | 750.00 | 1653.47 | 526.31 | 630.00 | 1388.91 | 442.10 |
| 100 | 0.10 | 1020.00 | 2248.72 | 715.79 | 905.00 | 1995.18 | 635.09 | 780.00 | 1719.61 | 547.37 |
| 120 | 0.12 | 1160.00 | 2557.36 | 814.03 | 1050.00 | 2314.85 | 736.84 | 900.00 | 1984.16 | 631.58 |
| 160 | 0.16 | 1415.00 | 3119.54 | 992.98 | 1310.00 | 2888.06 | 919.30 | 1090.00 | 2403.04 | 764.91 |
| 200 | 0.20 | 1630.00 | 3593.53 | 1143.86 | 1480.00 | 3262.84 | 1038.59 | 1310.00 | 2888.06 | 919.30 |
| 240 | 0.24 | 1725.00 | 3802.97 | 1210.52 | 1550.00 | 3417.17 | 1087.72 | 1420.00 | 3130.56 | 996.49 |
| 300 | 0.30 | 1860.00 | 4100.60 | 1305.26 | 1680.00 | 3703.77 | 1178.95 | 1550.00 | 3417.17 | 1087.72 |
| 360 | 0.36 | 1950.00 | 4299.01 | 1368.42 | 1770.00 | 3902.18 | 1242.10 | 1620.00 | 3571.49 | 1136.84 |
| 400 | 0.40 | 2020.00 | 4453.34 | 1417.54 | 1820.00 | 4012.41 | 1277.19 | 1670.00 | 3681.72 | 1171.93 |
| 500 | 0.50 | 2090.00 | 4607.66 | 1466.66 | 1880.00 | 4144.69 | 1319.30 | 1685.00 | 3714.79 | 1182.45 |

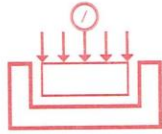
$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{array}{l} \text{CBR (0.1") } \\ \text{CBR (0.2") } \end{array} \right\} \begin{array}{l} 715.79 \times 100 = 71.58\% \\ \frac{1000}{1500} \\ 1143.86 \times 100 = 76.26\% \\ \frac{1500}{1500} \end{array} \\
 & \left. \begin{array}{l} \text{CBR (0.1") } \\ \text{CBR (0.2") } \end{array} \right\} \begin{array}{l} 635.09 \times 100 = 63.51\% \\ \frac{1000}{1500} \\ 1038.59 \times 100 = 69.24\% \\ \frac{1500}{1500} \end{array} \\
 & \left. \begin{array}{l} \text{CBR (0.1") } \\ \text{CBR (0.2") } \end{array} \right\} \begin{array}{l} 547.37 \times 100 = 54.74\% \\ \frac{1000}{1500} \\ 919.30 \times 100 = 61.29\% \\ \frac{1500}{1500} \end{array}
 \end{aligned}$$



Correccion de cero (mm):
 56 golpes: 0
 25 golpes: 0
 12 golpes: 0

| GOLPES | | 56 | 25 | 12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|
| C.B.R. | 0.1 | 71.58% | 63.51% | 54.74% |
| | 0.2 | 76.26% | 69.24% | 61.29% |

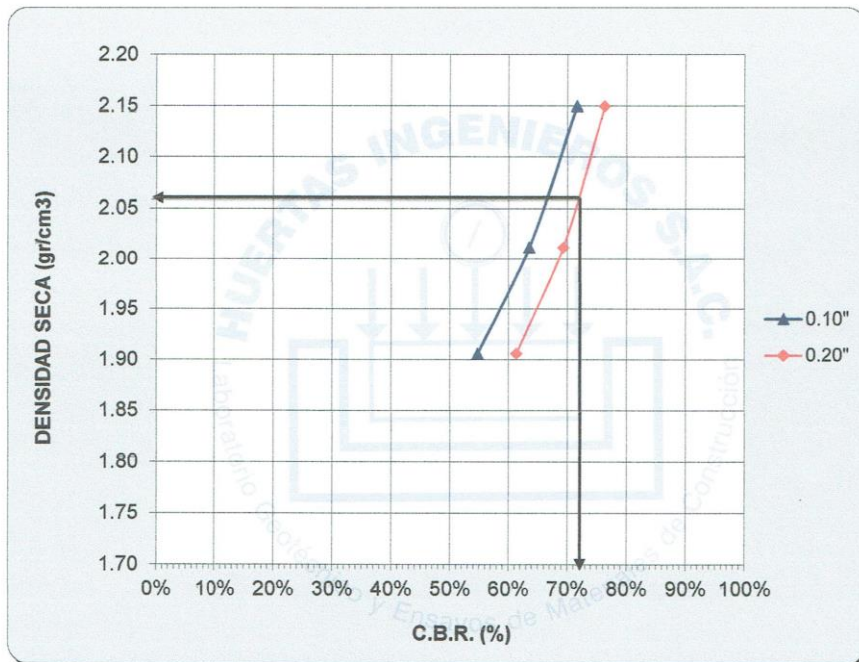
HUERTAS INGENIEROS S.A.C.
 Ing. Juan Huertas Marsell
 CIP: 99762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

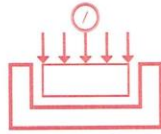
CURVA DENSIDAD SECA - CBR



VALORES PROCTOR MODIFICADO:
 DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3): 2.17
 HUMEDAD OPTIMA (%): 7.86

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3): 2.06
 C.B.R. (%): 72.00

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.
 Ing. J. Mariell
 CR: 99762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO D-1557 TIPO C

GOLPES/CAPA: 5 / 56

DIMENSIONES MOLDE:

Diametro: 15.24 cm

Altura: 11.70 cm

Volumen: 2134.26 cm³

DSM(g/cc): 2.16

OCH (%): 8.28

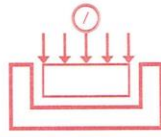
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

| MUESTRA No | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tara No | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso Tara + Suelo Húmedo (gr) | 83.21 | 76.26 | 79.56 | 78.56 | 79.63 |
| Peso Tara + Suelo Seco (gr) | 80.50 | 73.00 | 74.90 | 73.20 | 73.00 |
| Peso del Agua (gr) | 2.71 | 3.26 | 4.66 | 5.36 | 6.63 |
| Peso tara (gr) | 19.02 | 17.35 | 18.65 | 20.20 | 20.30 |
| Peso Suelo Seco (gr) | 61.48 | 55.65 | 56.25 | 53.00 | 52.70 |
| Contenido de humedad (%) | 4.41 | 5.86 | 8.28 | 10.11 | 12.58 |

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

| MUESTRA No | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr) | 7200 | 7540 | 7880 | 7690 | 7300 |
| Peso Molde (gr) | 2880 | 2880 | 2880 | 2880 | 2880 |
| Peso Suelo Húmedo (gr) | 4320 | 4660 | 5000 | 4810 | 4420 |
| Volumen Suelo Húmedo (gr) | 2134.26 | 2134.26 | 2134.26 | 2134.26 | 2134.26 |
| Densidad Humeda (gr/cm ³) | 2.02 | 2.18 | 2.34 | 2.25 | 2.07 |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.94 | 2.06 | 2.16 | 2.05 | 1.84 |





HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

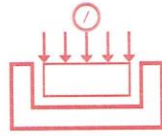
| METODO DE COMPACTACION | MOLDES | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 1 | | 2 | | 3 | |
| Molde N° | 1 | | 2 | | 3 | |
| Número de Capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Número de golpes por capas | 56 | | 25 | | 12 | |
| Sobrecarga (gr) | 4530 | | 4530 | | 4530 | |
| Condiciones de la Muestra | Antes de | Desp. de | Antes de | Desp. de | Antes de | Desp. de |
| | Empapar | Empapar | Empapar | Empapar | Empapar | Empapar |
| Muestra húmeda + Molde (gr.) | 9866.00 | 9890.00 | 9810.00 | 9882.00 | 9633.00 | 9750.00 |
| Peso del Molde (gr.) | 4895.00 | 4895.00 | 4945.00 | 4945.00 | 4880.00 | 4880.00 |
| Peso de la Muestra húmeda (gr.) | 4971.00 | 4995.00 | 4865.00 | 4937.00 | 4753.00 | 4870.00 |
| Volúmen de la Muestra (cm ³) | 2141.21 | 2141.21 | 2085.23 | 2085.23 | 2085.23 | 2085.23 |
| Densidad húmeda (gr/cm ³) | 2.32 | 2.33 | 2.33 | 2.37 | 2.28 | 2.34 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
| Tara N° | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 |
| Muestra húmeda + Tara (gr.) | 59.93 | 62.32 | 59.52 | 62.02 | 63.39 | 61.25 |
| Muestra seca + Tara (gr.) | 57.00 | 58.00 | 53.90 | 58.56 | 56.00 | 58.20 |
| Peso del Agua (gr.) | 2.93 | 4.32 | 5.62 | 3.46 | 7.39 | 3.05 |
| Peso de la Tara (gr.) | 22.48 | 21.22 | 19.02 | 19.72 | 20.30 | 23.12 |
| Muestra Seca (gr.) | 34.52 | 36.78 | 34.88 | 38.84 | 35.70 | 35.08 |
| Contenido de humedad (%) | 8.49% | 11.75% | 16.11% | 8.91% | 20.70% | 8.69% |
| DENSIDAD SECA (gr./cm ³) | 2.14 | | 2.01 | | 1.89 | |

DATOS DE EXPANSION

| Molde N° | | | 1 | | 2 | | 3 | |
|-----------------|------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Sobrecarga (gr) | | | 4530 | | 4530 | | 4530 | |
| Fecha | Hora | Tiempo (horas) | Lectura dial | Hincham. mm. | Lectura dial | Hincham. mm. | Lectura dial | Hincham. mm. |
| AGOSTO | 07:30 p.m. | 0 | 0.00 | 0.0000 | 0.00 | 0.0000 | 0.00 | 0.0000 |
| AGOSTO | 07:30 p.m. | 24 | 2.00 | 0.0508 | 3.00 | 0.0762 | 4.00 | 0.1016 |
| AGOSTO | 07:30 p.m. | 48 | 5.00 | 0.3508 | 6.00 | 0.3762 | 8.00 | 0.5016 |
| AGOSTO | 07:30 p.m. | 72 | 10.00 | 0.8508 | 11.00 | 0.8762 | 12.00 | 0.9016 |

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

 Ing. José Huertas Martell
 OP: 99762



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

ENSAYO CARGA - PENETRACION

| Penetr. Deform. Rd | Penetr. pulg. (pulg) | Molde N° 01 | | | Molde N° 02 | | | Molde N° 03 | | |
|--------------------|----------------------|-----------------|---------|-----------|-----------------|---------|-----------|-----------------|---------|-----------|
| | | Ensayo de Carga | | | Ensayo de Carga | | | Ensayo de Carga | | |
| | | kg | lbs. | lbs/pulg2 | kg | lbs. | lbs/pulg2 | kg | lbs. | lbs/pulg2 |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | 0.02 | 276.00 | 608.48 | 193.68 | 154.00 | 339.51 | 108.07 | 108.00 | 238.10 | 75.79 |
| 40 | 0.04 | 491.00 | 1082.47 | 344.56 | 382.00 | 842.17 | 268.07 | 253.00 | 557.77 | 177.54 |
| 60 | 0.06 | 688.00 | 1516.78 | 482.81 | 549.00 | 1210.34 | 385.26 | 422.00 | 930.35 | 296.14 |
| 80 | 0.08 | 856.00 | 1887.16 | 600.70 | 755.00 | 1664.49 | 529.82 | 621.00 | 1369.07 | 435.79 |
| 100 | 0.10 | 1010.00 | 2226.67 | 708.77 | 905.00 | 1995.18 | 635.09 | 766.00 | 1688.74 | 537.54 |
| 120 | 0.12 | 1145.00 | 2524.29 | 803.51 | 1080.00 | 2380.99 | 757.89 | 912.00 | 2010.62 | 640.00 |
| 160 | 0.16 | 1405.00 | 3097.49 | 985.96 | 1323.00 | 2916.72 | 928.42 | 1093.00 | 2409.65 | 767.02 |
| 200 | 0.20 | 1610.00 | 3549.44 | 1129.82 | 1452.00 | 3201.11 | 1018.95 | 1283.00 | 2828.53 | 900.35 |
| 240 | 0.24 | 1725.00 | 3802.97 | 1210.52 | 1560.00 | 3439.21 | 1094.73 | 1430.00 | 3152.61 | 1003.51 |
| 300 | 0.30 | 1855.00 | 4089.57 | 1301.75 | 1678.00 | 3699.36 | 1177.54 | 1555.00 | 3428.19 | 1091.23 |
| 360 | 0.36 | 1956.00 | 4312.24 | 1372.63 | 1775.00 | 3913.21 | 1245.61 | 1626.00 | 3584.72 | 1141.05 |
| 400 | 0.40 | 2019.00 | 4451.13 | 1416.84 | 1805.00 | 3979.34 | 1266.66 | 1653.00 | 3644.24 | 1160.00 |
| 500 | 0.50 | 2083.00 | 4592.23 | 1461.75 | 1855.00 | 4089.57 | 1301.75 | 1690.00 | 3725.81 | 1185.96 |

$$\text{CBR (0.1')} = \frac{708.77 \times 100}{1000} = 70.88\%$$

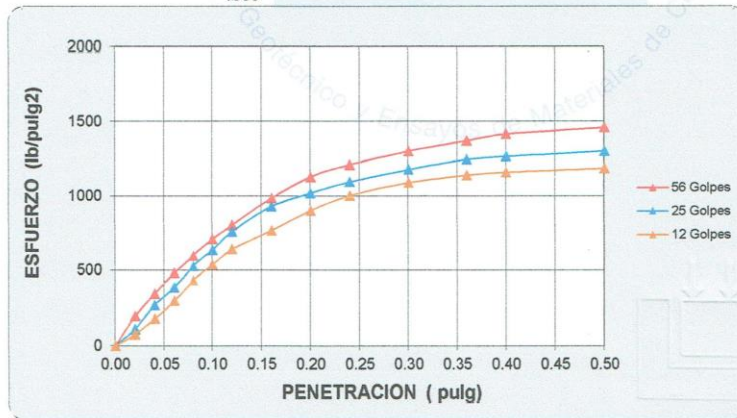
$$\text{CBR (0.2')} = \frac{1129.82 \times 100}{1500} = 75.32\%$$

$$\text{CBR (0.1')} = \frac{635.09 \times 100}{1000} = 63.51\%$$

$$\text{CBR (0.2')} = \frac{1018.95 \times 100}{1500} = 67.93\%$$

$$\text{CBR (0.1')} = \frac{537.54 \times 100}{1000} = 53.75\%$$

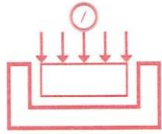
$$\text{CBR (0.2')} = \frac{900.35 \times 100}{1500} = 60.02\%$$



Correccion de cero (mm):
 56 golpes: 0
 25 golpes: 0
 12 golpes: 0

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.
 Ing. José V. Huertas Martell
 R.P.: 99762

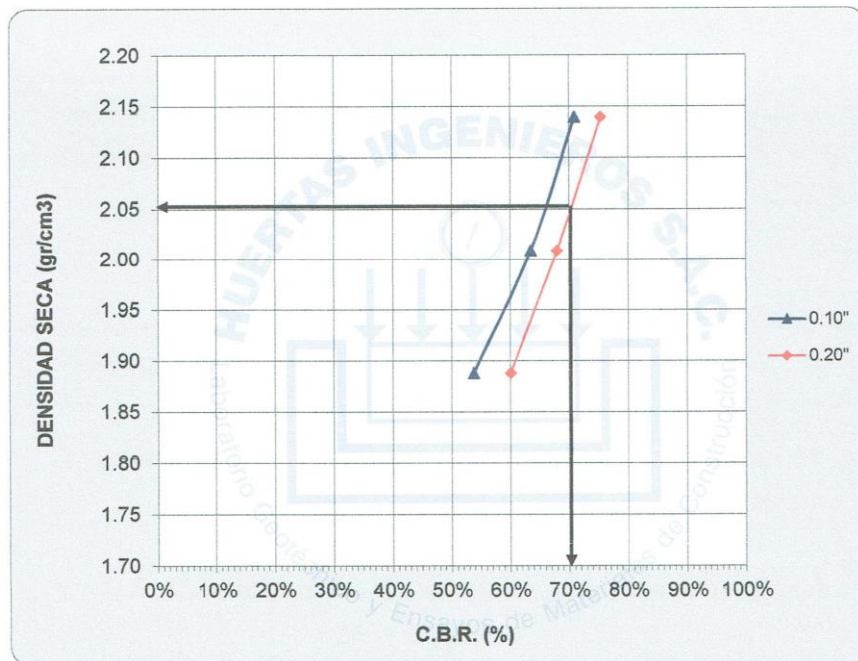
| GOLPES | | 56 | 25 | 12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|
| C.B.R. | 0.1 | 70.88% | 63.51% | 53.75% |
| | 0.2 | 75.32% | 67.93% | 60.02% |



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

CURVA DENSIDAD SECA - CBR

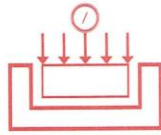


VALORES PROCTOR MODIFICADO:
 DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3): 2.16
 HUMEDAD OPTIMA (%): 8.28

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3): 2.05
 C.B.R. (%): 70.90

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

 Ing. José Hipólito Martel
 E-99762



DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

METODO DEL AASHTO 93

DATOS:

Tipo de Carretera:
Crecimiento Anual:
Funcion de la Carretera:
Tipo de Zona:
Calidad de Drenaje:
% de Tiempo de exposicion:
CBR subrasante:
CBR sub base (MIN):
CBR base (MIN):

| |
|-----------------------------|
| Revestidas con bajo volumen |
| 5.00% |
| Carretera Local |
| Rural |
| Aceptable |
| > 25 % |
| 70% |
| 70% |
| 80% |

CALCULO DEL EAL:

| Tipo de Vehículo | Veh/día | Veh/año | Factor camión | F. de crec. para tasa anual de crec. de 5% | EAL |
|-------------------------|---------|---------|---------------|--|---------------|
| Livianos | | | | | |
| Autos y camionetas | 50 | 18250 | 0.00004 | 33.06 | 24 |
| De 2 ejes, 4 ruedas | 25 | 9125 | 0.002 | 33.06 | 603 |
| De 2 ejes, 6 ruedas | 10 | 3650 | 0.24 | 33.06 | 28961 |
| De 3 ejes o más | 5 | 1825 | 1.02 | 33.06 | 61541 |
| Pesados | | | | | |
| Semi t. de 4 ejes | 2 | 730 | 0.48 | 33.06 | 11584 |
| Semi t. de 5 ejes | 0 | 0 | 1.17 | 33.06 | 0 |
| Semi t. de 6 ejes o más | 0 | 0 | 1.19 | 33.06 | 0 |
| Total | | | | | 102713 |

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

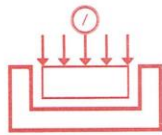
- a. Periodo de Diseño (Años)
- b. Numero de Ejes Equivalentes Total (W18)
- c. Serviciabilidad Inicial (pi)
- d. Serviciabilidad Final (pt)
- e. Factor de Confiabilidad (R)
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)

| |
|----------|
| 18 |
| 1.03E+05 |
| 4.2 |
| 2.0 |
| 65% |
| -0.385 |
| 0.45 |

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

- a. Modulo de Resiliencia de la Base (KIP/plg²)
- b. Modulo de Resiliencia de la Sub-Base (KIP/plg²)
- c. Modulo de Resiliencia de la Sub-Rasante (KIP/plg²)

| | |
|-------------------------------------|-------|
| HUERTAS INGENIEROS S.A.C. | 29.05 |
| <i>Ing. José L. Huertas Martell</i> | 19.03 |
| CIP: 59762 | 20.53 |



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL

Hoja 2/2

$$\text{Log } W_{18} = ZR \times S_0 + 9.36 \text{ Log}(SN+1) - 0.20 + \frac{\text{Log}(\Delta PSI / 4.2 - 1.5)}{0.40 (1.094 / (SN+1)^{5.19})} + 2.32 \text{ Log } M_r - 8.07$$

| SN Requerido | G _t | N18 NOMINAL | N18 CALCULO |
|--------------|----------------|-------------|-------------|
| 1.34 | -0.08894 | 5.01 | 5.01 |

4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

| | |
|-------------------------|------|
| Concreto Asfáltico (a1) | 0.39 |
| Base granular (a2) | 0.13 |
| Subbase (a3) | 0.13 |

b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

| | |
|--------------------|------|
| Base granular (m2) | 0.80 |
| Subbase (m3) | 0.80 |

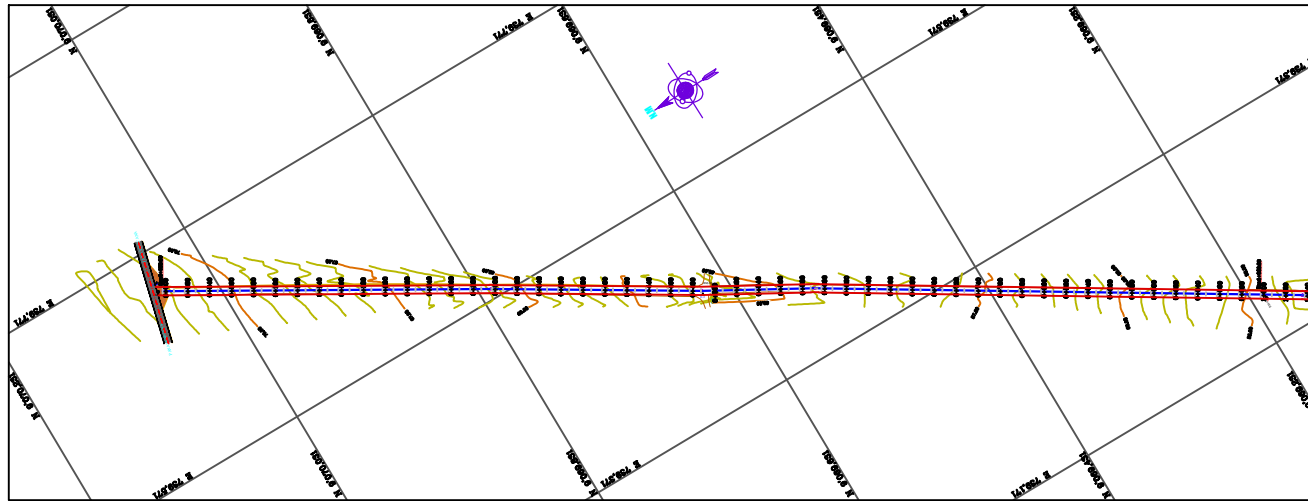
| ALTERNATIVA | SNreq | SNresul | D1(cm) | D2(cm) | D3(cm) |
|-------------|-------|---------|--------|--------|--------|
| 1 | 1.34 | 1.26 | 0.00 | 15.00 | 15.00 |
| 2 | 1.34 | 1.47 | 0.00 | 15.00 | 20.00 |

5. DISEÑO PROPUESTO:

| | | | |
|----------------------------|----------|---|--------|
| Carpeta Asfáltica | 0.00 cm | = | 0 pulg |
| Base (Afirmado) | 15.00 cm | = | 6 pulg |
| Subbase (Mat. sub rasante) | 20.00 cm | = | 8 pulg |
| Sub rasante | | | |

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Ing. José E. Huertas Martell
CIP: 99762



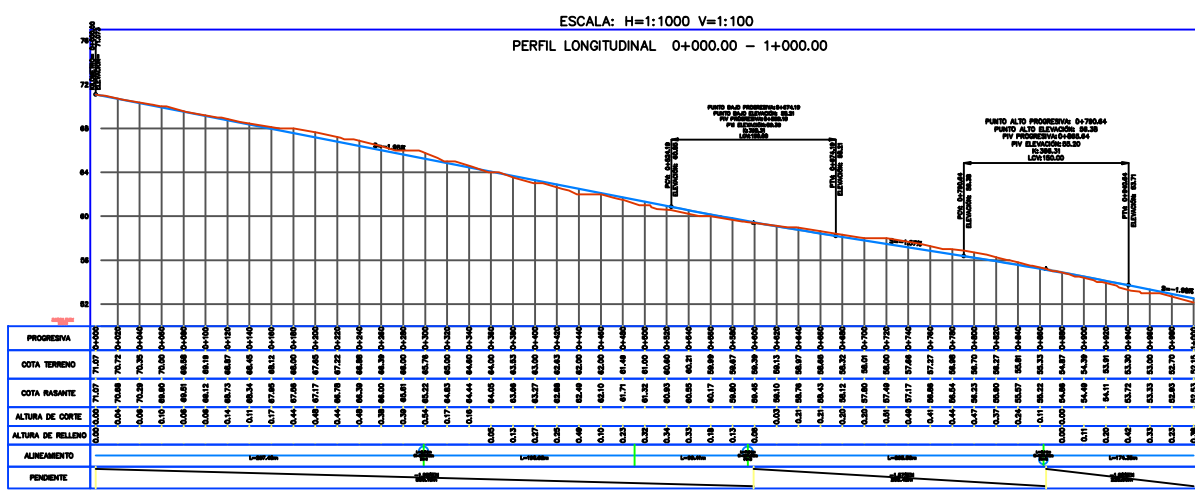
LEYENDA

| | |
|-----------------------------------|------|
| CURSOS MEJOR | 8.00 |
| CURSOS MEJOR | |
| ALCANTARILLADO | |
| PUNTO DE CONTROL (COTA C- ENLACE) | |

LEYENDA

| | |
|---|---|
| — | AUTOPISTA PISTA CON ASFALTO PAVIMENTADA |
| — | ANCHO DE PISTA PROYECTADA |
| — | EJE DE PAVIMENTO EN PROceso |
| — | EJE DE PISTA CON ASFALTO PAVIMENTADA |
| — | BORDE DE PISTA |

PLANTA (KM 00+000 - KM 01+000) ESCALA 1/1000



PERFIL LONGITUDINAL (KM 01+000 - KM 01+000) ESC. HORZ. 1:1000 ESC. VERT. 1:100

CUADRO DE DATOS TECNICOS - COORDENADAS UTM-WGS-84-17S

| PUNTO BM | NORTE | ESTE | COTA | DESCRIPCION |
|----------|------------|------------|--------|-------------|
| 1 | 9070081.18 | 739733.475 | 71.121 | BM |
| 2 | 9069645.05 | 739477.653 | 61.032 | BM |
| 3 | 9069217.69 | 739210.35 | 52.023 | BM |
| 4 | 9068749.22 | 738931.031 | 46.132 | BM |
| 5 | 9068339.69 | 738675.043 | 42.856 | BM |
| 6 | 9067936.4 | 738441.273 | 41.204 | BM |
| 7 | 9067661.37 | 738270.712 | 39.658 | BM |
| 8 | 9067554.24 | 738418.763 | 37.876 | BM |

CUADRO DE DATOS TECNICOS - COORDENADAS UTM-WGS-84-17S

| PUNTO BM | NORTE | ESTE | COTA | DESCRIPCION |
|----------|------------|------------|--------|-------------|
| 0 | 9070078.5 | 739740.857 | 71.101 | EST |
| 1 | 9070074.31 | 739728.782 | 71.027 | EST |
| 2 | 9069656.65 | 739476.724 | 61.231 | EST |
| 3 | 9068836.84 | 738978.609 | 47.152 | EST |
| 4 | 9067670.52 | 738263.769 | 39.723 | EST |

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO - UPRIT

PROYECTO DE OBRAS DE MANEJO Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE DEL CANTON DE SAN CARLOS, PROVINCIA DE TRUJILLO, PERU

INFORMACION GENERAL

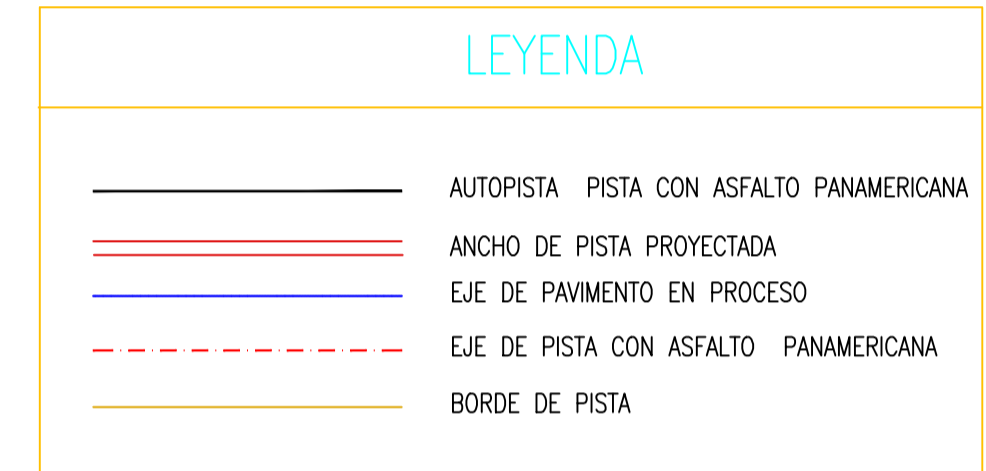
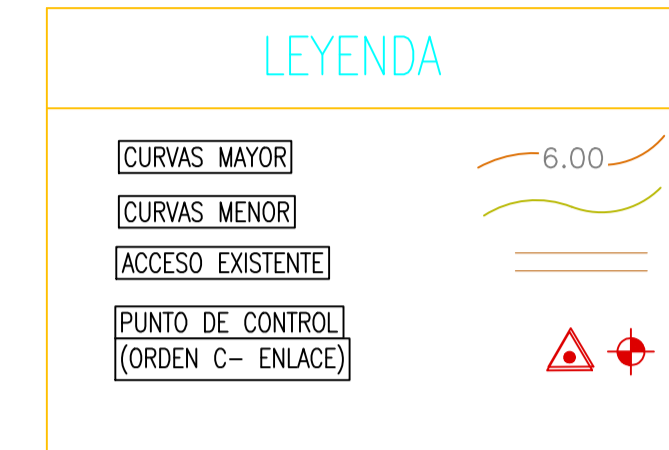
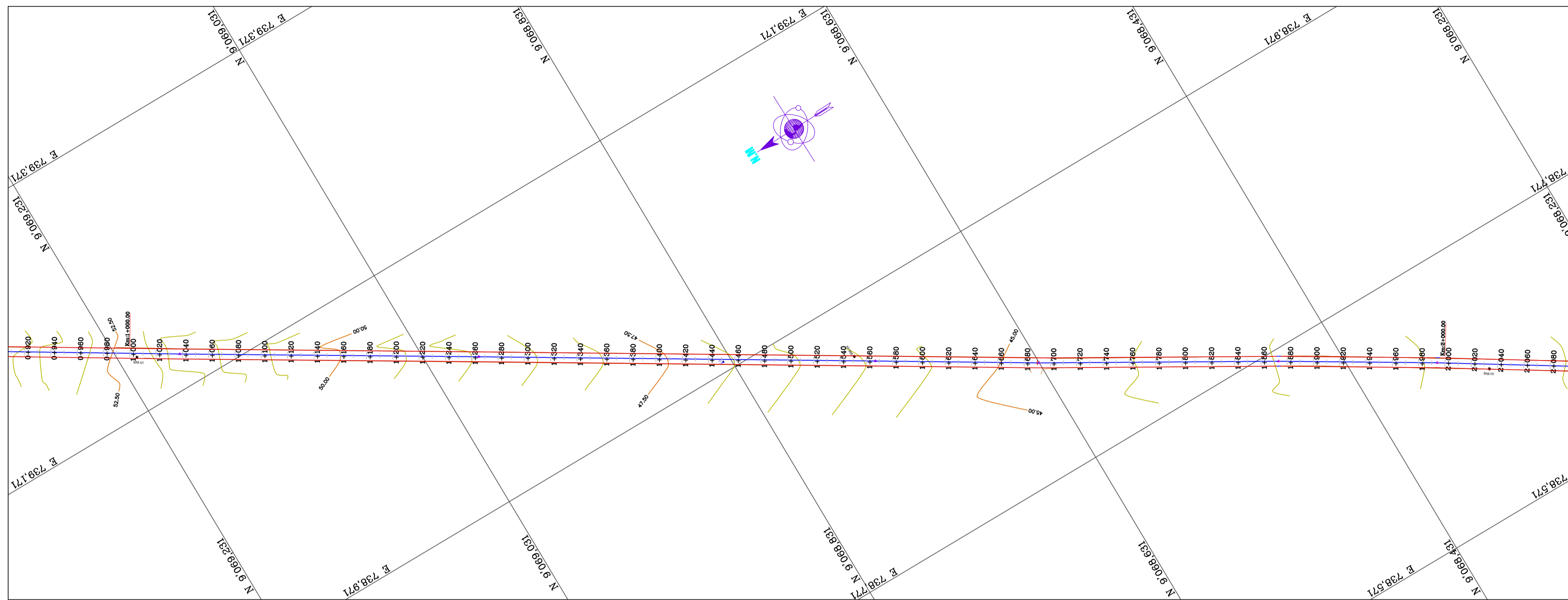
FECHA DE ELABORACION: 2024

PROYECTO: PP-01

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

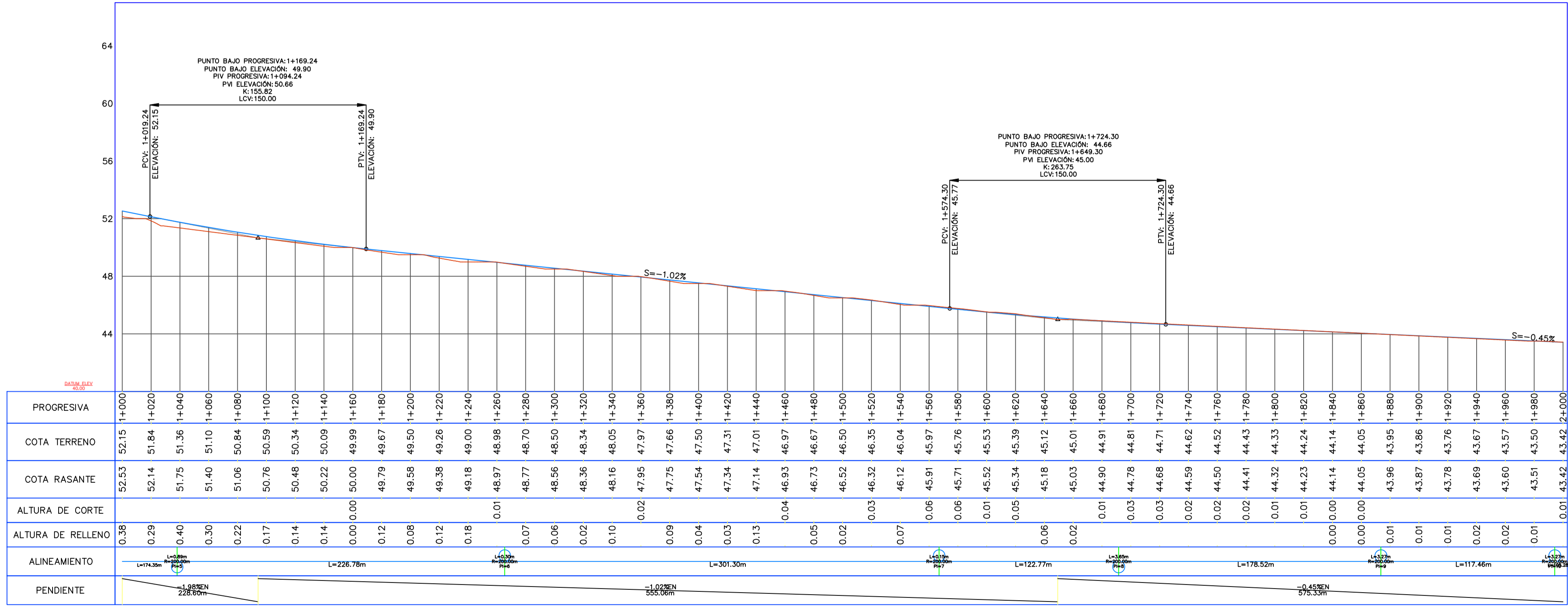
ESCALA: 1:1000

PROYECTISTA: [Logo]



PLANTA (KM 01+000 - KM 02+000)
 ESCALA: 1/1000

PERFIL LONGITUDINAL 1+000.00 - 2+000.00
 ESCALA: H=1:1000 V=1:100



PERFIL LONGITUDINAL (KM 01+000 - KM 02+000)
 ESC. HORZ.: 1:1000
 ESC. VERT.: 1:100

CUADRO DE DATOS TECNICOS - COORDENADAS UTM-WGS-84-17S

| PUNTO BM | NORTE | ESTE | COTA | DESCRIPCION |
|----------|------------|------------|--------|-------------|
| 1 | 9070081.18 | 739733.475 | 71.121 | BM |
| 2 | 9069645.05 | 739477.653 | 61.032 | BM |
| 3 | 9069217.69 | 739210.35 | 52.023 | BM |
| 4 | 9068749.22 | 738931.031 | 46.132 | BM |
| 5 | 9068339.69 | 738675.043 | 42.856 | BM |
| 6 | 9067936.4 | 738441.273 | 41.204 | BM |
| 7 | 9067661.37 | 738270.712 | 39.658 | BM |
| 8 | 9067554.24 | 738418.763 | 37.876 | BM |

CUADRO DE DATOS TECNICOS - COORDENADAS UTM-WGS-84-17S

| PUNTO BM | NORTE | ESTE | COTA | DESCRIPCION |
|----------|------------|------------|--------|-------------|
| 0 | 9070078.5 | 739740.857 | 71.101 | EST |
| 1 | 9070074.31 | 739728.782 | 71.027 | EST |
| 2 | 9069656.65 | 739476.724 | 61.231 | EST |
| 3 | 9068836.84 | 738978.609 | 47.152 | EST |
| 4 | 9067670.52 | 738263.769 | 39.723 | EST |

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO - UPRIT

TRABAJO DE INVESTIGACION
 PROPUESTA PARA EL MANTENIMIENTO PERIODICO DEL CAMINO VECINAL EMP.PE. IN. CENTRO PUEBLO SANTA ELENA, DISTRITO DE VIRU, PROVINCIA DE VIRU - LA LIBERTAD 2018

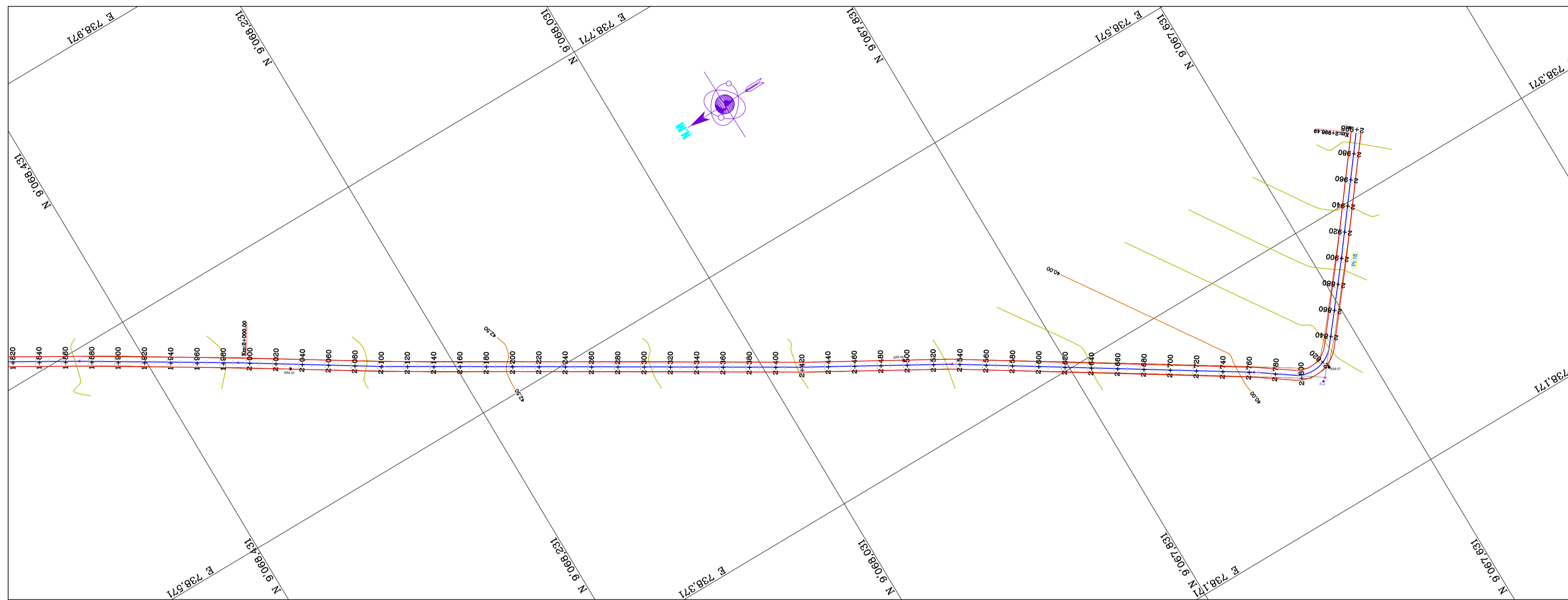
ALUMNO: [Nombre]
 DE INGENIERIA
 TRABAJO DE SUFFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROFESOR: DR. MARIBEL BARBAS CONTRERAS

INDICADA: JULIO 2018
 ASISTENTE: ING. ENRIQUE DURAN BAZAN

PP-02

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
 KM 01+000 A KM 02+000



LEYENDA

| | |
|------------------------------------|------|
| CURVAS MAYOR | 6.00 |
| CURVAS MENOR | |
| ACCESO EXISTENTE | |
| PUNTO DE CONTROL (ORDEN C- ENLACE) | |

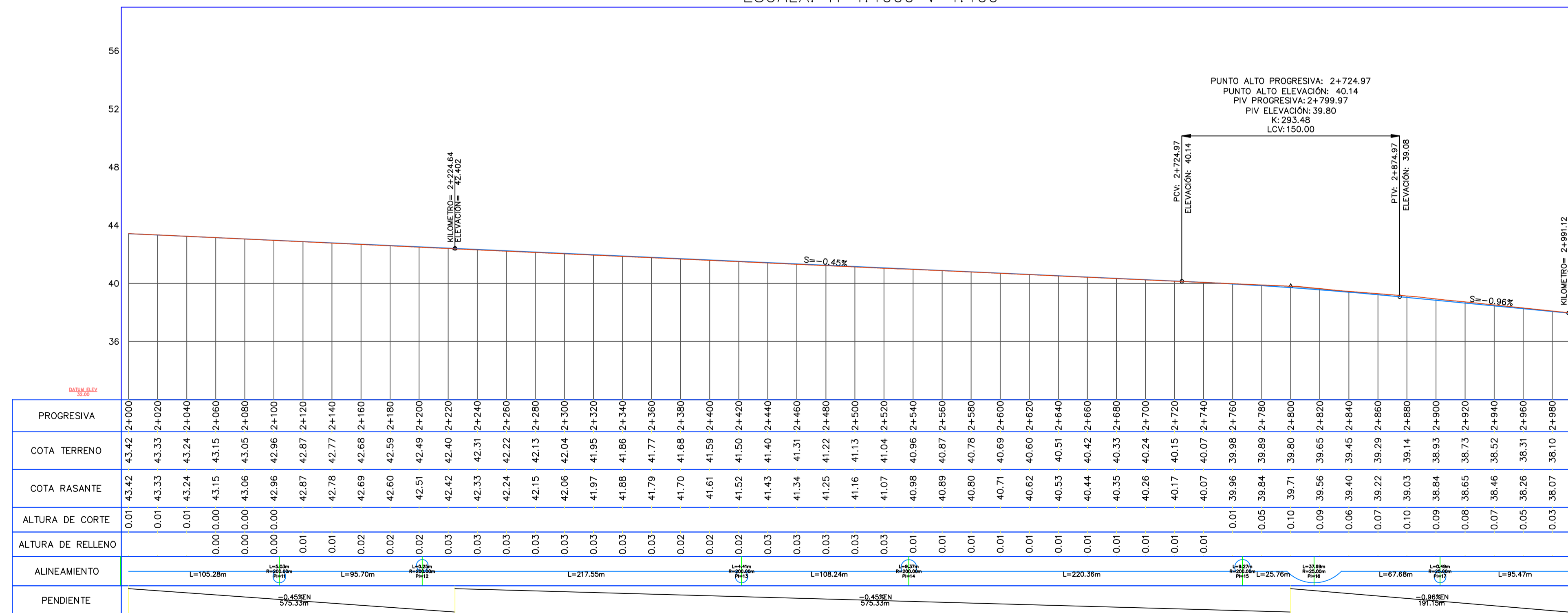
LEYENDA

| | |
|-------|--|
| — | AUTOPISTA PISTA CON ASFALTO PANAMERICANA |
| — | ANCHO DE PISTA PROYECTADA |
| — | EJE DE PAVIMENTO EN PROCESO |
| - - - | EJE DE PISTA CON ASFALTO PANAMERICANA |
| — | BORDE DE PISTA |

PLANTA (KM 02+000 - KM 03+000)

ESCALA: 1/1000

PERFIL LONGITUDINAL 2+000.00 - 3+000.00
ESCALA: H=1:1000 V=1:100



PERFIL LONGITUDINAL (KM 01+000 - KM 01+000)

ESC. HORIZ: 1:1000
ESC. VERT: 1:100

CUADRO DE DATOS TECNICOS - COORDENADAS UTM-WGS-84-17S

| PUNTO BM | NORTE | ESTE | COTA | DESCRIPCION |
|----------|------------|------------|--------|-------------|
| 1 | 9070081.18 | 739733.475 | 71.121 | BM |
| 2 | 9069645.05 | 739477.653 | 61.032 | BM |
| 3 | 9069217.69 | 739210.35 | 52.023 | BM |
| 4 | 9068749.22 | 738931.031 | 46.132 | BM |
| 5 | 9068339.69 | 738675.043 | 42.856 | BM |
| 6 | 9067936.4 | 738441.273 | 41.204 | BM |
| 7 | 9067661.37 | 738270.712 | 39.658 | BM |
| 8 | 9067554.24 | 738418.763 | 37.876 | BM |

CUADRO DE DATOS TECNICOS - COORDENADAS UTM-WGS-84-17S

| PUNTO BM | NORTE | ESTE | COTA | DESCRIPCION |
|----------|------------|------------|--------|-------------|
| 0 | 9070078.5 | 739740.857 | 71.101 | EST |
| 1 | 9070074.31 | 739728.782 | 71.027 | EST |
| 2 | 9069656.65 | 739476.724 | 61.231 | EST |
| 3 | 9068836.84 | 738978.609 | 47.152 | EST |
| 4 | 9067670.52 | 738263.769 | 39.723 | EST |

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO - UPRIT

TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:
PROPUESTA PARA EL MANTENIMIENTO PERIÓDICO DEL CAMINO VECINAL EMP.PE IN-CENTRO POBLADO SANTA ELENA, DISTRITO DE VIRI, PROVINCIA DE VIRI - LA LIBERTAD 2018

FECHA: DE INGENIERIA TRABAJO DE SUFFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PROFESOR: ENO MARIAN BARRAS CONTRERAS

ALUMNO: PP-03

TÍTULO: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

FECHA: JULIO 2018

INDICADA: INGENIERO DURAN BAZAN

KM 02+000 AL KM 03+000

