

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Diseño estructural del pavimento de la carretera EMP Piura – Obrilla – Santa Ana
– Tambogrande, tramo La Obrilla – Progreso Bajo, departamento Piura**

Línea de Investigación: Ingeniería de Transportes

Sub Línea de Investigación: Transportes

Autor:

Avilés Gutiérrez, Félix Christian

Jurado Evaluador:

Presidente : Hurtado Zamora, Oswaldo

Secretario : Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

Vocal : Sánchez Malpica, Carmen Esperanza

Asesor:

Rodríguez Ramos, Mamerto

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

PIURA - PERÚ

2023

Fecha de Sustentación: 2023/10/07

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Diseño estructural del pavimento de la carretera EMP Piura – Obrilla – Santa Ana
– Tambogrande, tramo La Obrilla – Progreso Bajo, departamento Piura**

Línea de Investigación: Ingeniería de Transportes

Sub Línea de Investigación: Transportes

Autor:

Avilés Gutiérrez, Félix Christian

Jurado Evaluador:

Presidente : Hurtado Zamora, Oswaldo

Secretario : Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

Vocal : Sánchez Malpica, Carmen Esperanza

Asesor:

Rodríguez Ramos, Mamerto

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

PIURA - PERÚ

2023

Fecha de Sustentación: 2023/10/07

Diseño estructural del pavimento de la carretera EMP Piura - Obrilla - Santa Ana - Tambogrande, tramo La Obrilla - Progreso Bajo, departamento Piura

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

2

repositorio.utea.edu.pe

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Excluir bibliografía

Activo

Activo



Excluir coincidencias < 1%

.....
Rodríguez Ramos, Mamerto

CIP: 3689

DECLARACION DE ORIGINALIDAD

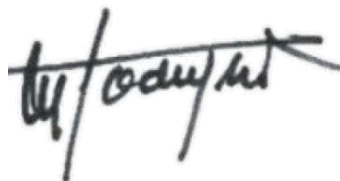
Yo, Mamerto Rodríguez Ramos, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **“Diseño estructural del pavimento de la carretera EMP Piura – Obrilla - Santa Ana – Tambogrande, tramo La Obrilla-Progreso Bajo, departamento Piura”**, del autor Félix Christian Avilés Gutiérrez, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 3%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 22 de setiembre de 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis “Diseño estructural del pavimento de la carretera EMP Piura – Obrilla Santa Ana – Tambogrande, tramo La Obrilla-Progreso Bajo, departamento de Piura”, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Ciudad y fecha: Trujillo 22 de setiembre del 2023



.....
Avilés Gutiérrez Félix Christian
DNI: 72302442



.....
Mamerto Rodríguez Ramos
DNI: 18034417
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>



DEDICATORIA

Esta tesis, que es un reflejo de la información que me brinda la universidad, mi alma mater, y su recomendación para realizar esta investigación, está dedicada a mi madre y padre, quienes siempre estuvieron ahí para mí en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis profesores, quienes compartieron conmigo sus conocimientos y experiencia, transformándome en un profesional que puede beneficiar a la sociedad aplicando los conocimientos de ingeniería que acumularon a través de su tesón y tenacidad.

A mis hermanos, quienes siempre han apoyado mi decisión de ejercer esta hermosa profesión de ingeniería civil.

AGRADECIMIENTO

Muchas gracias a mis padres y cada uno de los expertos que forman el equipo técnico de la universidad y que siempre me han ayudado con cualquier duda que necesitaba ser resuelta

RESUMEN

La investigación presentada a continuación se realizó en la carretera EMP PIURA – OBRILLA – SANTA ANA – TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA – PROGRESO BAJO DEPARTAMENTO PIURA”

Presentando como principal objetivo la determinación del diseño de pavimento más adecuado para su infraestructura, tomando en cuenta su durabilidad, su presupuesto de ejecución y mantenimiento.

Para lograrlo, se realizaron diferentes procedimientos, iniciando con un estudio de tráfico y un estudio de suelo. En el primero, se determinó el IMDA de 118 vehículos/día, Así mismo en el segundo, se encontró el terreno que se ubica en una clasificación S₂ (sub rasante regular) con un CBR a la sub rasante de 9% (se eligió como CBR de diseño el menor de todas).

De manera seguida, se procedió a realizar el diseño estructural del pavimento asfáltico. En esta etapa de la investigación se obtuvo que la carpeta asfáltica del pavimento en su diseño estructural está compuesta por una base granular de 25 cm y la sub base de 15 cm. y el asfalto de 8 cm.

Para el diseño del pavimento rígido, de concreto $f'c=280$ kg/cm² y un $M_r = 40$ kg/cm², con pasadores para un rango de $\leq 5'000,000$ EE, siendo nuestro tipo de tráfico el $T_{p5} = <1'000,000$ EE $\leq 1'500,000$ EE.

Finalmente, en esta investigación se concluyó que el diseño de pavimento rígido de concreto $M_r= 40$ kg/cm², $f'c=280$ kg/cm², espesor de losa de concreto de 18 cm, y sub base de 15 cm, CBR 40% formaría parte del diseño estructural del pavimento rígido por ser este la mejor alternativa para la carretera EMP PIURA-OBRILLA-SANTA ANA-TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA-PROGRESO BAJO, DEPARTAMENTO PIURA.

Palabras claves: Pavimento flexible, Pavimento rígido, Diseño estructural y transitabilidad

ABSTRACT

The investigation presented below was carried out on the EMP PIURA – OBRILLA – SANTA ANA – TAMBOGRANDE LA OBRILLA SECTION – PROGRESO BAJO PIURA DEPARTMENT highway.

Presenting as its main objective the determination of the most appropriate pavement design for its infrastructure, taking into account its durability, its execution and maintenance budget.

To achieve this, different procedures were carried out, starting with a traffic study and a soil study. In the first, the IMDA of 118 vehicles/day was determined. Likewise, in the second, the land was found that is located in an S2 classification (regular subgrade) with a CBR at subgrade of 9% (it was chosen as CBR design the smallest of all).

Next, the structural design of the asphalt pavement was carried out. At this stage of the investigation, it was obtained that the asphalt pavement layer in its structural design is composed of a 25 cm granular base and a 15 cm subbase. and the asphalt of 8 cm.

For the design of the rigid pavement, made of concrete $f'c=280$ kg/cm² and a $M_r = 40$ kg/cm², with pins for a range of $\leq 5'000,000$ EE, our type of traffic being $Tp5= <1' 000,000$ EE $\leq 1,500,000$ US

Finally, in this investigation it was concluded that the design of rigid concrete pavement $M_r= 40$ kg/cm², $f'c=280$ kg/cm², concrete slab thickness of 18 cm, and sub base of 15 cm, CBR 40% It would be part of the structural design of the rigid pavement as this is the best alternative for the EMP PIURA-OBRILLA-SANTA ANA-TAMBOGRANDE LA OBRILLA-PROGRESO BAJO SECTION, PIURA DEPARTMENT.

Keywords: Flexible pavement, Rigid pavement, Structural design and trafficability

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Se han cumplido y aprobado los requisitos del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad particular Antenor Orrego y del Reglamento Interno de la Facultad de Ingeniería para obtener el Título profesional de Ingeniero Civil, por lo que pongo a su disposición la siguiente tesis titulada:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP
PIURA – OBRILLA – SANTA ANA – TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA –
PROGRESO BAJO DEPARTAMENTO PIURA**

Para llevarlo a cabo, utilice como guía la información que he adquirido durante mi desarrollo profesional, investigaciones pasadas y la asesoría del Ing. Rodríguez Ramos Mamerto.

Atentamente,

Br. Avilés Gutiérrez Félix Christian

Piura, setiembre del 2023

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
I. INTRODUCCION.....	14
1.1 Plan de Investigación.....	14
1.1.1 Problema de Investigación.....	14
1.1.1.1 Realidad Problemática.....	14
1.1.1.2 Enunciado del problema.....	16
1.1.1.3 Objetivos.....	17
1.1.1.3.1 Objetivo general.....	17
1.1.1.3.2 Objetivos específicos.....	17
1.1.1.4 JUSTIFICACIÓN.....	17
2 MARCO DE REFERENCIA.....	19
2.1 ANTECEDENTES.....	19
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	19
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	20
2.1.3 Antecedentes regionales y locales.....	21
2.2 MARCO TEÓRICO.....	22
2.2.1 Pavimentos.....	22
2.2.2 Función del pavimento.....	22
2.2.3 Tipos de pavimentos.....	22
a) Rígido.....	22
b) Flexible.....	23
c) Articulado.....	23
2.2.4 Partes del pavimento.....	23
2.2.5 Diseño de pavimento.....	24
2.2.5.1 Estudio Topográfico.....	24
2.2.5.2 Estudio de Suelos.....	25
2.2.5.2.1 Ensayos de laboratorio.....	25
2.2.5.3 Estudio de Trafico.....	25
2.2.5.4 Método AASHTO – 93.....	26
.....	27
2.2.5.5 Hidrología y drenaje.....	30
2.2.5.5.1 Drenaje transversal de la carretera.....	30
2.2.5.5.2 Cunetas.....	30

2.2.5.5.3	Badenes.....	30
a)	Diseño hidráulico de badén.....	31
2.3	MARCO CONCEPTUAL	31
2.3.1	Diseño estructural de Pavimento.....	31
2.4	HIPÓTESIS	32
2.4.1	Hipótesis general.....	32
2.5	VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	32
3	METODOLOGIA EMPLEADA	33
3.1	MATERIALES Y MÉTODO	33
3.3.1	Materiales	33
3.3.1.1	Población.....	33
3.3.1.2	Muestra	33
3.3.2	Métodos	33
3.3.2.1	Diseño de contrastación	33
3.3.2.2	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.3.3	Procesamiento y análisis de datos.....	34
4	PRESENTACION DE LOS RESULTADOS	35
4.1	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	35
4.1.1	Estudio topográfico	35
4.1.1.1	Ubicación geográfica	35
4.1.1.2	Trabajo de Campo	35
4.1.1.3	Levantamiento Topográfico.....	35
4.1.1.4	Trabajos de gabinete.....	36
4.1.2	Estudio de trafico	36
4.1.2.1	Conteo Vehicular	36
4.1.2.2	Cálculo del (IMDA).....	37
4.1.2.3	Factor de Corrección Estacional.....	39
4.1.2.4	Cálculo Factor Vehículo (Fv) según el tipo de vehículo	39
4.1.2.5	Cálculo de ESALs.....	41
4.1.2.6	Periodo de diseño y proyección de tráfico vehicular	41
4.1.3	Estudio de suelos	43
4.1.3.1	Excavación de calicatas:.....	43
4.1.3.2	Perfil estratigráfico	43
4.1.3.3	Evaluación de la capacidad de soporte del suelo	44
4.1.3.4	Relación densidad humedad NTP 339.141.1999:.....	46
4.1.4	Diseño de pavimento	46

4.1.4.1	Diseño de pavimento flexible	46
4.1.4.2	Diseño de pavimento rígido Concreto $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$, $Mr=40 \text{ kg/cm}^2$ 52	
4.1.5	Hidrología	60
4.1.6	Cálculo hidráulico	61
4.1.6.1	Diseño de baden	62
4.1.6.2	Diseño de Cuneta	64
4.1.7	Comparativo de diseño estructural de pavimento más adecuado	69
4.1.7.1	Presupuesto de pavimento flexible	70
4.1.7.2	Presupuesto de pavimento rígido (concreto $Mr 40$, $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.	71
4.1.8	Docimasia de hipótesis	72
4.1.9	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	72
5	CONCLUSIONES	75
6	RECOMENDACIONES	77
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
8	ANEXOS	116

I. INTRODUCCION

1.1 Plan de Investigación

1.1.1 Problema de Investigación

1.1.1.1 Realidad Problemática

Las redes viales inadecuadas mal implementadas en todo el mundo se caracterizan por un diseño inadecuado, la incapacidad de satisfacer las necesidades de transporte y la falta de una buena planificación de mantenimiento, lo que lleva al deterioro progresivo de la infraestructura vial. Además, la conectividad internacional insuficiente debido a la burocracia y el control fronterizo ineficaz, así como la falta de estándares uniformes para la construcción y mantenimiento de carreteras, dificulta la integración regional. Por lo tanto, existe una creciente preocupación por la seguridad vial, la falta de transporte sostenible y el acceso desigual a las redes viales en las zonas rurales y las comunidades marginadas.

La red vial en Latinoamérica enfrenta desafíos debido a la congestión del tráfico, el crecimiento poblacional y el aumento de vehículos. Esto resulta en retrasos, tiempo de viaje prolongados y mayor contaminación del aire. Para abordar estos desafíos, se necesita invertir más en infraestructura vial, adoptar un enfoque integral en la planificación y diseño de carreteras, mejorar el mantenimiento y promover políticas de transporte eficientes para garantizar la seguridad vial y la conectividad en toda la región latinoamericana.

En Perú, el sistema de carreteras se divide en tres niveles: la Red Vial Nacional (27,109 km), la Red Vial Departamental (25,500 km) y la Red Vial Vecinal (113,857 km). En lo que respecta a la Red Vial Nacional, se observó mejoras significativas, aproximadamente el 83% de la Red Vial Nacional están pavimentada. Sin embargo, la situación es diferente en la Red Vial Departamental, que tiene un total de 3,825 km pavimentada (15%). En cuanto a la Red Vial Vecinal, en 2018, solo el 2% de sus carreteras están pavimentadas.

Según datos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC),

Que comprende a su vez un abundante número de carreteras de penetración que en su mayoría parten de puertos o ciudades y que se dirigen hacia algún centro de producción o destino turístico.

Las condiciones ambientales varían en diferentes zonas y afectan la red vial. En algunas áreas por encima de 3,500 metros de altura, se producen cambios volumétricos debido a ciclos de calentamiento y enfriamiento rápidos, lo que conduce a fallas en las vías a lo largo del tiempo. Además, el crecimiento demográfico y el aumento del tráfico automotor inadecuado contribuyen al deterioro de las carreteras. También se suma la deficiencia en la infraestructura vial, las cargas excesivas del tránsito y la falta de mantenimiento oportuno.

Todo lo anteriormente mencionado, está generando pérdidas económicas, contaminación ambiental y accidentes de tránsito. El uso de materiales de baja calidad, un diseño de mezcla incorrecto, agregados inadecuados, sub bases y bases deficientes, así como un mal diseño de juntas y procedimientos constructivos deficientes, son causas comunes de deterioro prematuro. Para retardar este deterioro, el enfoque vial actual se centra en un mantenimiento adecuado y oportuno para conservar el nivel óptimo de los pavimentos.

En Piura el 26,6% de la Red Vial Regional está pavimentado, de un total de 634.5 kilómetros. En lo que respecta a la Red Vial Vecinal o Rural, solo el 5,1% se encuentra pavimentado, de 6,494.9 kilómetros. (Estadística MTC)

De este pequeño porcentaje se suman los problemas de lluvias frecuentes durante la época de primavera y verano (diciembre, enero, febrero y marzo). Así estas originan grandes deterioros en la estructura del pavimento como:

La saturación de estructuras viales debido al agua subterránea, suelos urbanos compuestos de arenas arcillosas y cargas de tráfico que puede causar hundimiento y consolidación del suelo. Esto provoca fallas en el pavimento debilitamiento de la infraestructura vial y colapso en casos extremos. Es crucial gestionar el agua subterránea y diseñar pavimentos adecuados para garantizar la durabilidad y seguridad de las vías.

Actualmente la carretera EMP Piura-Obrilla-Santa Ana-Tambogrande Tramo la Obrilla-Progreso Bajo departamento Piura (cuya longitud es de 10.4 km, ancho de 6 m. y una cuneta a ambos lados de 0.50 m.) se encuentra a nivel de sub rasante, es decir en suelo natural. Asimismo el suelo es encalaminado y se puede observar que se le realizó un tratamiento superficial, el mismo que ya cumplió con su ciclo de vida útil debido, probablemente, a las condiciones climatológicas, registrando temperaturas altas que fluctúan entre 36° y 39° y las temperaturas más bajas de 16°, con precipitaciones en los meses de diciembre a marzo; y a las lluvias causadas por el Fenómeno del Niño costero del 2017 que dejaron grandes daños a nivel vial en todo este departamento, lo que determina por consecuencia en que la vía seleccionada no presente condiciones para la adecuada transitabilidad. Por lo tanto, el presente trabajo de investigación es desarrollado ante la evidente necesidad de determinar el diseño estructural del pavimento más adecuado para esta carretera, mejorando así la transitabilidad de la misma.

1.1.1.2 Enunciado del problema

¿Cuál es el diseño estructural del pavimento más adecuado para la carretera EMP Piura – Obrilla - Santa Ana - Tambogrande Tramo la Obrilla - Progreso Bajo departamento Piura?

1.1.1.3 Objetivos

1.1.1.3.1 Objetivo general

Realizar el diseño estructural del pavimento de la carretera EMP Piura - Obrilla - Santa Ana - Tambogrande tramo la Obrilla - Progreso Bajo departamento Piura

1.1.1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar las características geotécnicas del terreno mediante un estudio de suelos.
- Estudio hidrológico (diseño de drenaje vial urbano)
- Determinar la carga vehicular
- Establecer, mediante el método AASHTO-93, los espesores de cada una de las capas.
- Determinar el costo del pavimento propuesto.
- Seleccionar el tipo de pavimento para mejorar la transitabilidad en la vía de estudio.

1.1.1.4 JUSTIFICACIÓN

El estudio actual es sólido desde el punto de vista académico, ya que nos permitirá conocer el diseño estructural y sus ventajas, a través de la aplicación de diferentes métodos, sirviendo así a futuras investigaciones y aumentando los antecedentes en nuestra localidad.

Su justificación económica se centra en las ventajas que trae consigo la elección oportuna de un diseño estructural de pavimento para las condiciones que presenta nuestra localidad, evitando pérdidas económicas innecesarias al utilizar un diseño estructural erróneo que en un periodo de tiempo específico necesitará cambios o mantenimiento.

La relevancia social de esta investigación descansa en la promoción de una buena infraestructura vial, la cual depende básicamente de un buen diseño estructural, que cumpla con los

requisitos exigidos, de acuerdo a la normativa del manual del MTC-05-14, permitiendo, de esta manera, aplicar los conocimientos adquiridos en favor de la sociedad. Además, al realizar un correcto diseño estructural y brindar los resultados a las autoridades correspondientes para su posible ejecución, le permitirá a la población de los alrededores beneficiarse en cuanto a la utilidad en sus actividades económicas propias.

2 MARCO DE REFERENCIA

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Antecedentes internacionales

Investigadores han buscado mejorar la transitabilidad de caminos y carreteras mediante un diseño adecuado de su estructura, generando beneficios y publicando manuales con metodologías para elaborar pavimentos, acordes a las condiciones específicas encontradas.

Omar Felipe Amaya Alfonso (2019) realiza una investigación denominada “Diseño de la estructura de un pavimento Flexible Aplicando el Método AASHTO-93, para el corredor Vial comprendido entre la Diagonal 65-Cai Boston – Cruce vía Yuma en Barrancabermeja, Santander.”. En dicha investigación utilizó el método AASHTO 93, en el cual destaca la importancia de un sistema de drenaje de calidad para garantizar la vida útil y durabilidad del pavimento, al permitir el adecuado manejo de las aguas superficiales. Siendo relevante la información que aporta, destacando que, para la conservación y durabilidad del paquete estructural del pavimento, es de vital importancia el diseño del sistema de drenaje de las aguas superficiales.

Richard Fabricio Prada Usme (2021) realiza una investigación denominada “Diseño de un pavimento flexible por el método AASHTO y racional, aplicado en la variante del Municipio de Armero Guayabal”, se empleó la metodología AASHTO 93 y el método racional, el objetivo del presente estudio es comparar y seleccionar la alternativa más económica y viable para la pavimentación de la vía. Teniendo como resultado que el método AASHTO permite ajustar el espesor de la capa después de los cálculos estructurales, mientras que el método Racional requiere rediseñar por completo si se desea cambiar el espesor. El estudio destaca la eficiencia de la metodología AASHTO 93 para el diseño estructural del pavimento, siendo un aporte relevante.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Oscar Alejandro Sánchez Vásquez (2019) en su investigación realizó el “Diseño de pavimento empleando el método AASHTO 93 para el mejoramiento de la carretera Ayacucho – Abancay. Tramo: Ayacucho Km 0+000 – Km 50+000”. Su investigación tuvo como propósito diseñar la estructura de pavimento flexible por la metodología de la AASHTO 93 del tramo Ayacucho Km 0+000 – Km 50+000, de la carretera Ayacucho – Abancay. Concluyó que es necesario realizar una evaluación de la superficie del pavimento después de 10 años, incluyendo la medición de la rugosidad, daños y reflectancia, para tomar acciones correctivas. Como aporte la investigación destaca la importancia de realizar evaluaciones periódicas en carreteras para garantizar una mayor vida útil del pavimento y proporciona información relevante al respecto.

Evert Rubén Valverde Villares, Williams Calisaya Musaja (2019) realizaron una investigación, la misma que fue denominada “Diseño estructural del pavimento flexible para la carretera Panamericana Sur – Tramo Km 1300+00 de la Ciudad de Tacna”. En esta investigación deseaban encontrar la significancia de su diseño estructural. Para ello, utilizaron el método AASHTO 93 y se realizó el diseño de pavimento flexible, encontrando que el diseño era significativo para mejorar la transitabilidad de dicha carretera. Esta investigación resulta de gran relevancia como antecedente nacional, ya que aporta mucha información que permite generar mejoras no solo en la población de los alrededores, sino también la experiencia de los turistas que diariamente ingresan o salen de nuestro País por dicha carretera.

Osnayo Marcos, Arline Saleth (2021), en su investigación titulada “Diseño Estructural en pavimento optimizando la transitabilidad vehicular en la carretera Tomas Km 185+000 al Km 186+000, provincia Yauyos”. Tuvo como objetivo el desarrollo del diseño de pavimento de la carretera del distrito de Tomas en los tramos Km 185+000 al

186+000, mediante la metodología AASHTO-93. Concluyendo que el diseño estructural de pavimento flexible era la mejor opción para esta carretera y además contrastando con los antecedentes tomados en su investigación, corroboro su hipótesis general, cumpliendo con mejorar la transitabilidad de la carretera. El aporte de la investigación permite conocer que el pavimento flexible, es la mejor opción de pavimento en carreteras.

2.1.3 Antecedentes regionales y locales

Ayala Macalupu David Arom, Timana Sandoval, Josué Daniel (2021), desarrollaron su investigación titulada “Diseño geométrico y estructural del pavimento flexible para la carretera PI-1040/Sechura, en la Provincia de Sechura, Piura”, en ella utilizo el método AASHTO 93, teniendo como diseño estructural el pavimento flexible, con capas de sub base de 25 cm, una base de 20 cm y finalmente una carpeta asfáltica de 9 cm. El aporte es la implementación del método AASHTO para el diseño de las diferentes capas de la estructura del pavimento flexible.

Huertas Mendoza, Cristian Omar, Torres Palacios, Diana Carolina (2020) en su investigación realizo el “Diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad tramo 0+000 Km – 4+000 Km entre el Pedregal Chico y Lateral 50 en Tambogrande – Piura 2020”. Utilizaron la metodología AASHTO 93 y se basaron en estudio de ingeniería, como conteo de vehículos y análisis de suelos, para diseñar el pavimento. Concluyeron que el pavimento requería una carpeta de asfalto de 4”, una capa de base de 6” y una capa de sub base de 6”. Esta investigación es relevante, ya que emplea la metodología AASHTO 93 para el diseño del pavimento flexible en el tramo específico estudiado.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Pavimentos

En la historia del pavimento, se conoce que el primero fue construido únicamente de concreto, en el año 1891, en Ohio y fue llamado por primera vez bajo la denominación de “piedra artificial”, ya que para la época el término “concreto” tampoco estaba muy generalizado. (Monroy,2017).

Actualmente, se conoce al pavimento como “una estructura constituida por varias capas sobre la sub rasante para resistir y distribuir esfuerzos generados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito” (Ministerio de transportes y Comunicaciones, 2014)

2.2.2 Función del pavimento

Las principales funciones del pavimento, según Calle (2014), son: soportar, propagar y repartir las cargas causadas por los vehículos, ofrecer seguridad y confortabilidad y soportar condiciones climáticas.

2.2.3 Tipos de pavimentos

a) Rígido

El pavimento rígido se encuentra hecho de material granulado y cemento hidráulico, además estructuralmente se encuentra conformado principalmente por una losa de concreto- puede ser simple o armado-sobre la base o sub base (Flores y Valverde, 2019).

Las categorías que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). Reconoce son: Pavimento de concreto simple con juntas, y refuerzo de acero de fibras o mallas y finalmente de concreto con refuerzo continuo.

b) Flexible

El pavimento flexible contiene un revestimiento asfáltico, el mismo que descansa sobre una base granular. En este tipo de pavimento sus tensiones son absorbidas por la base y su capa de revestimiento (Burgos, 2014).

Este tipo de pavimento se divide en distintas categorías.

c) Articulado

El tipo de pavimento articulado según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013, p. 211), consta de “una capa asfáltica y bases tratadas con asfalto, cemento y cal”. También se les conoce como semirrígidos e incluye los adoquines. Generalmente, se recomienda utilizarlos en zona en las que la vía cruce por lugares poblados y, por lo tanto, el tráfico sea bajo.

2.2.4 Partes del pavimento

- a) **Sub-rasante.** – Se le llama así, al terreno natural sobre el que descansara las próximas diferentes capas que conforman el pavimento (Hurtado-Acuña, 2016)
- b) **Subbase.** – Esta capa se coloca entre la sub rasante y la base, esta capa tiene diferentes funciones dentro de las principales se encuentran el drenaje del agua y capa anticontaminante (Monsalve, Giraldo y Maya, 2012).
- c) **Base.** – Considerando que (Laura, 2019). La base es una capa estructural de material granular compuesto de agregado grueso y agregado fino, se coloca en la parte superior de la sub-base. Tiene una alta resistencia a la deformación soportando cargas que se producen por los vehículos.
- d) **Capa de rodadura.** – Sobre la base de (Farinango, 2014). Es la parte superior de un pavimento que proporcionará el soporte, es utilizado en el pavimento flexible y se elabora con dos tipos de materiales según el tipo de vía que se ejecutará.

2.2.5 Diseño de pavimento

Desde la perspectiva de (Menéndez, 2009, p.9, Citado por Bazán y Vargas, 2020). El diseño de pavimento es el conjunto de actividades por medio de las cuales se determinan las partes que conforman un determinado tramo vial. Para lograrlo, se realiza el estudio de tráfico, estudio de mecánica de suelos (CBR), parámetros de diseño, las condiciones ambientales y otros factores, tales como su mantenimiento, entre otros.

2.2.5.1 Estudio Topográfico

Conviene destacar que, para los proyectos de ingeniería en el rubro de obras civiles, la topografía es aquella que se ejecuta teniendo en cuenta las características del terreno y los elementos propios del terreno donde se construirá la infraestructura.

El resultado del trabajo desarrollado se refleja de forma gráfica mediante la presentación de Planos topográficos, curvas de nivel, Perfiles Longitudinales y Secciones Transversales del área en estudio.

Puede afirmarse que Según él (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018), argumenta que un estudio topográfico consiste en una serie de actuaciones realizadas sobre el terreno, entre las que se encuentran la georreferenciación de los puntos inicial y final del tramo de carretera a proyectar para realizar el trazado geométrico, la utilización de las herramientas adecuadas para crear un plano de diseño, el conocimiento de la longitud del proyecto y el establecimiento de una red de puntos situados a una distancia de 10 metros para los tramos curvos y de 20 metros para los tramos rectos. Utilizando como guía los hitos de control vertical del IGN.

2.2.5.2 Estudio de Suelos

Por tal motivo (Laura, 2019). Realizo estudio que permitió determinar, las condiciones del terreno, estratigrafía, capacidad portante, CBR, granulometría, proctor modificado, proctor estándar, el índice plástico, limite líquido, limite plástico, porcentaje de humedad del suelo. Mediante ensayos, estos estudios permitirán conocer el material del que se componen las capas que conforman el paquete estructural.

Como se señala en otra parte del (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014). Tanto para determinar las características del terreno como para la correcta construcción de la estructura del pavimento, la exploración e investigación del terreno son cruciales.

2.2.5.2.1 Ensayos de laboratorio

Puede afirmarse que los ensayos a los que son sometidas las muestras representativas que se obtienen en los trabajos de campo son realizados mediante ensayos NTP, método MTC y ensayo ASTM.

Las pruebas a las que se someten las muestras representativas obtenidas en el trabajo de campo son las pruebas NTP, el método MTC y la prueba ASTM.

Hay que tener en cuenta que los ensayos físicos se refieren a aquellos que nos permiten conocer las propiedades físicas de las diferentes capas del suelo, de esta manera nos permite clasificarlas, brindando a detalle el tipo de suelo sobre el cual se diseñará y construirá el pavimento flexible.

2.2.5.3 Estudio de Trafico

Desde la posición del (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018) el estudio de tráfico es primordial para realizar el diseño del paquete estructural del pavimento flexible y la capacidad de este, ya que esté de acuerdo a lo establecido en

el, proporcionara la información del índice medio diario anual (IMDA) por tramo vial objeto del estudio.

De esta manera nos permitirá conocer el volumen de tráfico vehicular para determinar la capacidad constante del terreno en un horizonte de 20 años. Siendo así se realizará el análisis de las cargas a las cuales estará sometida la estructura del pavimento.

Para ello se realizará el conteo vehicular durante el periodo de 7 días consecutivos, el cual nos proporcionará la clasificación por tipo de vehículo, se deberá contar con los índices de variación mensual, los cuales se podrán obtener a través del Ministerio del trabajo y comunicaciones o mediante los peajes existentes.

2.2.5.4 Método AASHTO – 93

Por las razones expresas (Torres, 2007, p.56, Citado por Espinoza y Vargas, 2020). El método de diseño AASHTO “se basa en el uso de una ecuación empírica”, el mismo que a través de tablas y gráficos, estudia el comportamiento de las estructuras del pavimento, específicamente de los espesores de sus capas. Considerando que (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Según el Manual de carreteras (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014). precisa que el objetivo del cálculo del Número Estructural requerido (SN), es identificar y determinar el espesor de las capas del paquete estructural del pavimento flexible, las cuales deberán ser construidas posterior a la sub rasante, teniendo el diseño adecuado para soportar las cargas volumétricas vehiculares con un índice de serviciabilidad admisible durante el periodo para el cual fue diseñado el pavimento, siendo 20 años la vida útil de un pavimento.

a) Variables para su diseño

Para el diseño del paquete estructural del pavimento se empleará la siguiente fórmula (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014).

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN+1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Hurtado-Acuña (2016), describe cada una de las variables con las que se logra realizar el diseño de pavimentos mediante el método AASHTO-93, estas son:

a) Ejes Equivalentes (ESAL):

Para obtener la sumatoria total que transitan por un mismo tramo anualmente, debido a la diversidad de ejes existentes, es necesario transformar a un valor único. A este valor único se le llama eje equivalente de 18 kips (8200kg)

b) Índice de servicio (PSI):

Como lo hace notar él (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014). El (PSI) Es una señal de la condición funcional del pavimento. Este determina el nivel confortabilidad de determinado pavimento el P0 indica el inicio de la vida útil del pavimento que suele ser 5 siendo un pavimento de características excelente y el Pt que indica el final del pavimento siendo ello el grado de desgaste y la baja funcionalidad en la que un pavimento llega a degradarse.

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

c) Módulo resiliente:

Empleando las palabras del (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014), módulo resiliente se refiere a la

capacidad del pavimento de recuperar las deformaciones causadas por las cargas constantes que se le aplican, sin embargo, estas cargas tienen la característica de ser pequeñas, pero repetidas un gran número de veces. Este valor se obtiene mediante un ensayo de laboratorio.

d) Índice de soporte de california (CBR):

Como señala el (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014), el (CBR) es el ensayo mediante el cual es medida la capacidad de un tipo de material para resistir la penetración.

e) Coeficiente de Drenaje:

El (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014), precisa que, para determinar este coeficiente se consideran las consecuencias del agua en cada una de las películas que conforman el pavimento y está en función del drenaje, ya que determinará el tiempo en el que se drenará el pavimento.

f) Confiabilidad (R):

Como plantea (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014). Esta variable muestra la posibilidad de lograr el índice de servicio esperado, al terminar el período de diseño.

De acuerdo con la tabla AASHTO – 93 (p. 99).

g) Desviación estándar S_o :

Con base al (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014). Este valor está determinado por la totalidad de los errores estadísticamente considerados en las ecuaciones al momento de realizar el diseño. Representa la discrepancia entre el rendimiento real vs el rendimiento pronosticado.

h) Coeficiente estructural a_i :

Desde el punto de vista del (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014). Este coeficiente determina la capacidad de un material para no variar su resistencia.

i) Número estructural SN:

Teniendo en cuenta al (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014). Este valor se basa en especificar la habilidad que posee una de las películas del pavimento o su totalidad en desgastarse, tomando como algunos de los factores influyentes en su desgaste las condiciones climáticas y la humedad.

j) Módulo de reacción (K):

Como lo hace notar él (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014). Este valor es de suma importancia en el diseño, y se concentra en la cara inferior de la losa de concreto. Mide de ella “su capacidad de soporte” (p. 19)

k) Módulo de elasticidad del concreto:

Este valor evidencia la capacidad del pavimento para ser comprimido. Mientras menor sea su valor, más capacidad deformable presenta dicho pavimento.

l) Módulo de ruptura del concreto (S’c):

Este indicador determina la capacidad del pavimento para resistir la flexión, después de 28 días.

m) Coeficiente de transmisión de carga (J):

A juicio de (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014). Esta variable es usada específicamente para los pavimentos rígidos, determinando su habilidad para poder distribuir las cargas que recibe.

2.2.5.5 Hidrología y drenaje

2.2.5.5.1 Drenaje transversal de la carretera

Citando al (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014). “El drenaje transversal de la carretera tiene como finalidad evacuar correctamente las aguas superficiales que discurren por la estructura del pavimento, con el objetivo de garantizar su estabilidad.”

Es decir, el drenaje tiene la finalidad de evacuar las aguas que discurren en la carretera para evitar el impacto negativo en el paquete estructural de diseño, evitando así las infiltraciones de agua y la socavación, permitiendo a través del drenaje transversal la estabilidad, durabilidad y transitabilidad.

Estas estructuras pueden ser badenes cuando el nivel del fondo de canal o quebradilla coincida con el nivel del pavimento en el cruce de las mismas, y cuando este nivel está por debajo del nivel de la carretera en la intersección correspondería diseñar una alcantarilla.

2.2.5.5.2 Cunetas

Según él (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014), “se define como cuneta a las zanjas longitudinales revestidas o sin revestir abiertas en el terreno, ubicadas a ambos lados o a un solo lado de la carretera, con el objeto de captar, conducir y evacuar adecuadamente los flujos del agua superficial”.

2.2.5.5.3 Badenes

Como señala el (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014), “indica que las estructuras tipo badén son soluciones efectivas cuando el nivel de la rasante de la carretera coincide con el nivel de fondo del cauce del curso natural que intercepta su alineamiento, además le permite dejar

pasar flujos de sólidos, que se presentan con mayor intensidad en periodos de lluvia”.

Los badenes se construyen con concreto, el cual es colocado por paños, formando parte de la superficie de rodadura de la carretera.

Por tal motivo el diseño de badenes considera, la construcción de obras de protección contra la socavación de la estructura del pavimento.

a) Diseño hidráulico de badén

De acuerdo al (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014), Para el diseño hidráulico del badén se emplea la ecuación del Manning.

$$V = (R^{(2/3)} S^{(1/2)})/n$$

$$R = A/P$$

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Diseño estructural de Pavimento.

Consiste en determinar el espesor de las capas que forman parte de la estructura del pavimento.

- a) **Estudio de suelos.** – Dicho con palabras de (Laura, 2019). El estudio de suelo permite determinar las condiciones del terreno. Mediante ensayos, este estudio permite conocer el material del que se componen los diferentes estratos del suelo (sub rasante) específicamente el CBR que cumple un rol importante en el diseño estructural de pavimento.
- b) **Estudio de tráfico.** – Desde la posición de (Castro-Vásquez, 2020). Estudio que ayuda a determinar el tráfico existente, evidenciándolo en un índice medio semanal para finalmente calcular el Índice Medio Anual (IMDA).

- c) **Pavimento Flexible (Asfalto).** – Teniendo en cuenta a (Briceño y Tello, 2019). El pavimento flexible es la capa superficial del pavimento asfáltico.

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1 Hipótesis general

De acuerdo a las condiciones encontradas, el diseño estructural del pavimento más adecuado para la carretera EMP Piura – Obrilla – Santa Ana – Tambogrande Tramo La Obrilla – Progreso Bajo departamento Piura, sería un pavimento flexible; Sin embargo, durante el desarrollo de la presente investigación, se determinará el pavimento más adecuado para la mejor transitabilidad de la carretera.

2.5 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable independiente:

Variables	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
Diseño del paquete estructural del pavimento	Estudio de suelos	<ul style="list-style-type: none"> - CBR% - Granulometría - Perfil stratigráfico 	<ul style="list-style-type: none"> - Normas MTC E 132. - Normas MTC E 107. - Normas C10 PAVIMENTOS.
	Estudio hidrológico	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño drenaje vial 	<ul style="list-style-type: none"> - Normas MTC Hidrología
	Estudio de tráfico	<ul style="list-style-type: none"> - Conteo de vehiculos (IMDA) 	<ul style="list-style-type: none"> - Normas MTC
	Método AASHTO 93	<ul style="list-style-type: none"> - Período de diseño - Cálculo de EAL de diseño - Módulo de resiliencia - Nivel de confiabilidad - Desviación Estándar - Coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr) - Índice de serviciabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Guía AASHTO 93 "Diseño de estructuras de pavimentos"

		<ul style="list-style-type: none"> - Cálculo de espesores - Coeficiente de drenaje 	
--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia 2023

3 METODOLOGIA EMPLEADA

3.1 MATERIALES Y MÉTODO

3.3.1 Materiales

3.3.1.1 Población

Carretera EMP Piura – Obrilla – Santa Ana – Tambogrande departamento Piura.

3.3.1.2 Muestra

Se seleccionó el tramo La Obrilla – Progreso Bajo de la carretera. El tramo en mención tiene una longitud de 10 km. Para determinar su ubicación temporal se obtuvieron coordenadas UTM tomadas con GPS. (Tabla 12).

Tabla 12:

Ubicación temporal de la muestra

Punto Inicial:	0+000
Este	547676 E
Norte	9449015 N
Punto Final:	10+000
Este	553835 E
Norte	9452439 N

Fuente: Elaboración propia 2023

3.3.2 Métodos

3.3.2.1 Diseño de contrastación

En esta investigación se realizarán estudios y ensayos para conocer las características del terreno seleccionado y utilizar

esos datos para diseñar una solución acorde a las condiciones del terreno.

3.3.2.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas: Se empleará el uso principal de la observación directa

Instrumentos: Guía topográfica, guía de geotecnia y suelos

3.3.3 Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de datos se usaron los siguientes programas:

AutoCAD: servirá para dibujar el perfil del terreno o muestra de la investigación

Civil 3D: servirá para medir los niveles del terreno de estudio, planta perfil longitudinal secciones transversales y movimiento de tierras área y volúmenes

Microsoft Excel: se usará para el diseño del cálculo y para el diseño del pavimento

Microsoft Word: se usará para la edición del informe de investigación

4 PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1 Estudio topográfico

Para la elaboración de los planos topográficos, se procedió a procesar la información obtenida en campo.

4.1.1.1 Ubicación geográfica

La zona en estudio se encuentra ubicada en el distrito de Tambogrande, ubicándose al Norte este de la provincia de Piura, con una distancia de 300 kilómetros con la frontera del Ecuador, y con una distancia de 28 km con la ciudad de Piura.

El distrito de tambogrande se encuentra entre los 50 y 1,500 metros sobre el nivel del mar.

4.1.1.2 Trabajo de Campo

Se procedió con las actividades de campo, partiendo con el reconocimiento del terreno, a fin de identificar o determinar el aérea donde se proyectará la estructura del pavimento y las estructuras de las obras de arte, las cuales permitirán que las aguas superficiales sean evacuadas.

4.1.1.3 Levantamiento Topográfico

Al realizar los trabajos de levantamiento topográfico se empleó códigos para la descripción de los puntos topográficos.

Se da inicio a las actividades, ubicando con GPS las coordenadas de los puntos de control de inicio, para realizar el levantamiento se empleó códigos para la descripción de los puntos topográficos que nos permitan identificar el estado actual del terreno.

Para estos trabajos se utilizó como instrumento la estación total, se instaló la estación total y se procedió al levantamiento topográfico, para luego ser procesada.

4.1.1.4 Trabajos de gabinete

a) Cálculo del Perímetro y Área

Se procedió a procesar los datos, mediante el programa Autodesk Civil 3D. para de esta manera poder obtener los planos topográficos del terreno.

b) Trazo de la Curvas de Nivel

Se genero las curvas de nivel mediante el programa Autodesk Civil 3D, para ello se editó la red triangular (TIN), la cual permite editar y configurar las curvas de tal manera, que permitan la representación del terreno natural lo más real posible tal como se encuentra en campo.

4.1.2 Estudio de trafico







4.1.2.1 Conteo Vehicular

Para el presente estudio de tráfico, se realizó las actividades de campo, que consistieron en el conteo de tráfico vehicular, ubicando la estación (E1). La cual nos permitió realizar el conteo vehicular por un periodo de 7 días consecutivos en un promedio de 8 horas diarias.

Una vez obtenida la información del conteo vehicular, estas fueron procesadas y registradas según su clasificación.

Tabla 13:

Volumen diario clasificado

Día		Automóvil 	S. Wagon 	Camionetas		Omnibus	Camion
				Pick Up 	Rural 	2E 	2E 
Domingo 10/07/2022	OBRILLA - PROGRESO BAJO	15	2	8	4	12	3
	PROGRESO BAJO - OBRILLA	18	3	7	5	14	6
	Total	33	5	15	9	26	9
Lunes 11/07/2022	OBRILLA - PROGRESO BAJO	27	3	4	5	12	9
	PROGRESO BAJO - OBRILLA	20	4	9	4	12	8
	Total	47	7	13	9	24	17
Martes 12/07/2022	OBRILLA - PROGRESO BAJO	22	1	4	4	12	6
	PROGRESO BAJO - OBRILLA	32	2	8	4	14	8
	Total	54	3	12	8	26	14
Miércoles 13/07/2022	OBRILLA - PROGRESO BAJO	34	2	6	5	12	9
	PROGRESO BAJO - OBRILLA	28	2	9	4	12	9
	Total	62	4	15	9	24	18
Jueves 14/07/2022	OBRILLA - PROGRESO BAJO	19	1	7	4	12	8
	PROGRESO BAJO - OBRILLA	17	1	4	5	12	9
	Total	36	2	11	9	24	17
Viernes 15/07/2022	OBRILLA - PROGRESO BAJO	19	3	4	4	14	9
	PROGRESO BAJO - OBRILLA	16	4	3	4	12	7
	Total	35	7	7	8	26	16
Sábado 16/07/2022	OBRILLA - PROGRESO BAJO	15	3	5	4	12	7
	PROGRESO BAJO - OBRILLA	16	3	9	4	12	4
	Total	31	6	14	8	24	11

Fuente: Elaboración propia 2023

4.1.2.2 Cálculo del (IMDA)

Una vez procesados y clasificados los datos obtenidos en campo, como primer paso se procedieron a calcular el Índice Medio Diario, el cual corresponde al mes de julio del 2022 durante el periodo del 10 de julio del 2022 hasta el 16 de julio del 2022, calculándose el promedio del volumen de tráfico que transito durante el conteo de los 7 días consecutivos.

De esta manera, una vez obtenido el volumen de tráfico diario, se procedió con el cálculo del Índice Medio Diario Anual, empleando la siguiente formula:

$$IMDa = IMDs \times FCE$$

IMDs = Índice medio diario semanal



IMDa = Índice medio anual.

Vi = Volumen vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC = Factores de corrección estacional

Tabla 14:

Clasificación y cálculo del Índice Medio Diario (IMDa)

Factor de corrección estacional		Veh. Livianos		fe:	1.0252			
		Veh. Pesados		fe:	1.1955			
Día		Automóvil	S. Wagon	Camionetas		Omnibus	Camion	
				Pick Up	Rural	2E	2E	
Domingo 10/07/2022	OBRILLA - PROGRESO BAJO	15	2	8	4	12	3	
	PROGRESO BAJO - OBRILLA	18	3	7	5	14	6	
	Total	33	5	15	9	26	9	
Lunes 11/07/2022	OBRILLA - PROGRESO BAJO	27	3	4	5	12	9	
	PROGRESO BAJO - OBRILLA	20	4	9	4	12	8	
	Total	47	7	13	9	24	17	
Martes 12/07/2022	OBRILLA - PROGRESO BAJO	22	1	4	4	12	6	
	PROGRESO BAJO - OBRILLA	32	2	8	4	14	8	
	Total	54	3	12	8	26	14	
Miércoles 13/07/2022	OBRILLA - PROGRESO BAJO	34	2	6	5	12	9	
	PROGRESO BAJO - OBRILLA	28	2	9	4	12	9	
	Total	62	4	15	9	24	18	
Jueves 14/07/2022	OBRILLA - PROGRESO BAJO	19	1	7	4	12	8	
	PROGRESO BAJO - OBRILLA	17	1	4	5	12	9	
	Total	36	2	11	9	24	17	
Viernes 15/07/2022	OBRILLA - PROGRESO BAJO	19	3	4	4	14	9	
	PROGRESO BAJO - OBRILLA	16	4	3	4	12	7	
	Total	35	7	7	8	26	16	
Sábado 16/07/2022	OBRILLA - PROGRESO BAJO	15	3	5	4	12	7	
	PROGRESO BAJO - OBRILLA	16	3	9	4	12	4	
	Total	31	6	14	8	24	11	
IMDs	OBRILLA - PROGRESO BAJO	21.6	2.1	5.4	4.3	12.3	7.3	
	PROGRESO BAJO - OBRILLA	21.0	2.7	7.0	4.3	12.6	7.3	
	Total	42.6	4.9	12.4	8.6	24.9	14.6	
IMDa	OBRILLA - PROGRESO BAJO	22.12	2.20	5.57	4.39	14.69	8.71	
	PROGRESO BAJO - OBRILLA	21.53	2.78	7.18	4.39	15.03	8.71	
	Total	43.64	4.98	12.74	8.79	29.72	17.42	
IMDa	2022	Total vehículos	44.00	5	13	9	30	17
Tasa anual de crecimiento Vehículos livianos				r:	0.87 %			
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados				r:	3.23 %			
Tiempo que pasa del estudio de proyecto hasta la ejecución (años)				n:	4			
IMDa	2026	Total	45.15842005	5.131638643	13.34226047	9.236949557	33.00190705	18.70108066

Fuente: Elaboración propia 2023

Tabla 14:

(IMDA)

Vehículos	IMDA
Auto	44
Pick up	5
S. WAGON	13
C.rural	9
B2E	30
C2E	17
TOTAL, IMDA	118

4.1.2.3 Factor de Corrección Estacional

El volumen de tráfico vehicular que transita por la Carretera EMP Piura – Obrilla – Santa Ana – Tambogrande, departamento Piura, varía mensualmente, dependiendo de las condiciones climáticas, y festividades, etc.; teniendo la necesidad de aplicar el factor de corrección, eliminando así las fluctuaciones.

Para la presente zona de estudio, se obtuvo información de la estación del peaje de Tambogrande. Adoptándose los siguientes valores de factor de corrección estacional tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 15:

Factor de corrección estacional

FACTOR DE CORRECCIÓN ESTACIONAL	Veh. Livianos	fe:	1.0252
	Veh. Pesados	fe:	1.1955

Fuente: Elaboración propia 2023

4.1.2.4 Cálculo Factor Vehículo (Fv) según el tipo de vehículo

Para el presente cálculo, se procedió a clasificar las cargas por eje de acuerdo al tipo de vehículo, teniendo como base el Reglamento Nacional de Vehículos MTC/ DS-058-2003-MTC (Anexo IV: Pesos y Medidas).

Asimismo, se convirtió la carga por eje a ejes equivalentes, de acuerdo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014), para lo cual se empleó la tabla 3.

Tabla 3:

Cargas por eje para determinar ejes equivalentes.

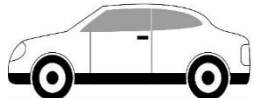
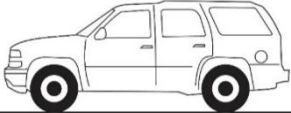

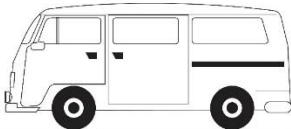
Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 ton})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Sección: suelos y pavimentos (2014)

Tabla 16:

Factor de Vehículos

VEHÍCULOS	VEHÍCULO	E1	E2	EE1	EE2	Fv
Auto		1	1	0.00052702	0.00052702	0.00105403
Pick up		2	2	0.00843226	0.00843226	0.01686453
STATION WAGON		1	1	0.00052702	0.00052702	0.00105403
C.rural		2	2	0.00843226	0.00843226	0.01686453

B2E		7	11	1.26536675	3.23828696	4.50365371
C2E		7	11	1.26536675	3.23828696	4.50365371

Fuente: Guía de diseño de estructuras de pavimento AASHTO 93.

4.1.2.5 Cálculo de ESALs

Se procedió a realizar el cálculo ESALs, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 17:

Resultado del ESALs

Vehículos	IMDA	Fv	Fp	Fd	Fc	Dias	Fca	Ejes Eqiv
Auto	45.16	0.00	1	0.5	1	365	21.74	188.88
Pick up	13.34	0.02	1	0.5	1	365	21.74	892.70
S. WAGON	5.13	0.00	1	0.5	1	365	21.74	21.46
C.rural	9.24	0.02	1	0.5	1	365	21.74	618.33
B2E	33	4.50	1	0.5	1	365	27.51	746,105.12
C2E	18.7	4.50	1	0.5	1	365	27.51	422,792.90
EJES EQUIVALENTES								1'170,619.38

Fuente: Elaboración propia, 2023

Debido a que la carretera se encuentra afirmado y es el único acceso a la población de Progreso Bajo y Santa Ana se aplicara un 20% más a los ejes equivalentes quedando como resultado 1'404,743.26 para el diseño

4.1.2.6 Periodo de diseño y proyección de tráfico vehicular

Para la proyección de tráfico se consideró una tasa de crecimiento de vehículos livianos de 0.87% y una tasa de crecimiento de vehículos pesados del 3.23%.

Para el cálculo de factor de crecimiento, se aplicó la siguiente formula:

$$FC = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

$$FC = \frac{(1 + 0.87)^{20} - 1}{0.87}$$

$$FC = 0.07$$

Para el cálculo del IMDA en un periodo de diseño de 20 años, se empleó la siguiente formula:

$$T_n = T_o \times (1 + R_i)^n$$

T_n = Trafico en año n.

T_o = Trafico en el año base.

R_i = Tasa anual de crecimiento.

n = Periodo de diseño.

Tabla 17:

Proyección tráfico vehicular

Vehículos	IMDA - 2022	Tasa de crecimiento %	IMDA - 2042
Auto	44	0.87	51.87
Pick up	5	0.87	5.89
S. WAGON	13	0.87	15.33
C.rural	9	0.87	10.61
B2E	30	3.23	54.88
C2E	17	3.23	31.10
TOTAL	118		169.68

Fuente: Elaboración propia, 2023

Para el presente estudio se optó por el periodo de diseño de 20 años, con un IMDA de 169.68 vehículos.

4.1.3 Estudio de suelos

Se realizaron las actividades de exploración del suelo, mediante excavaciones de calicatas, obteniendo las muestras del terreno de la sub rasante donde descansara el paquete estructural del pavimento. con el fin de realizar el estudio del proyecto de investigación específicamente el ensayo CBR.

4.1.3.1 Excavación de calicatas:

Se realizo el reconocimiento del terreno y ubico los puntos de excavación, determinando la excavación de 3 perforaciones verticales, ubicadas en el área de mayor interés, habiéndose utilizado para las perforaciones con la ayuda del barreno helicoidal hasta 1.50 m de profundidad para verificar si existe napa freática, y obtener el CBR, proctor modificado, clasificación del suelo y su granulometría.

Tabla 19:

Relación de calicatas y ubicación

Calicata N°	Ubicación	Coordenadas		Profun. (m)
		Norte	Este	
C – 1	Lado Izquierdo de la Vía	9449605	549218	1.50
C – 2	Lado Derecho de la Vía	9449854	552032	1.50
C – 3	Lado Izquierdo de la Vía	9451142	553506	1.50

Fuente: Elaboración propia 2023

4.1.3.2 Perfil estratigráfico

Con las muestras obtenidas, se llevaron al laboratorio, siendo estos sometidos a ensayos, los cuales muestran los materiales existentes del terreno en estudio.

a) C-1 / Lado izquierdo de la vía

Hasta la profundidad de -1.50m el terreno está conformada por arenas limo arcillosas de baja plasticidad, color marrón claro secas y compactas. De clasificación SUCS (SC-SM) y AASHTO A- 2-4 (0)

En la profundidad de la excavación no hay indicios de nivel freático ni de filtraciones.

b) C-2 | Lado izquierdo de la vía

De 0,00 m a 1,50 m de profundidad. Se compone de arena limosa de color beige claro, de grano fino, mal graduada y no plástica, clasificada como SUCS (SP-SM) y AASHTO A-3 (0), el cual se encuentra en estado seco y semicompactado.

En la profundidad de la excavación no hay indicios de nivel freático ni de filtraciones.

c) C-3 / Lado derecho de la vía

De 0,00 m a 1,50 m de profundidad. Se compone de arena limosa de color beige claro, de grano fino, mal graduada y no plástica, clasificada como SUCS (SP-SM) y AASHTO A-2-4(0), el cual se encuentra en estado seco y semicompactado.

En la profundidad de la excavación no hay indicios de nivel freático ni de filtraciones.

4.1.3.3 Evaluación de la capacidad de soporte del suelo

Al determinar el CBR de la subrasante, se tuvo en cuenta la variación de los distintos tipos de suelo. Se eligieron muestras representativas de cada tipo de suelo y se sometieron a pruebas

de CBR. A partir de ahí, se determinó que hay partes cuyo suelo de cimentación varía de regular a bueno.

Las pruebas a las que se sometieron las muestras cumplieron los requisitos de las normas EG 2013, y los resultados se adquirieron para el 95% del MDS de acuerdo con el Proctor Modificado. Se muestran los valores de CBR alcanzados en el 95% del MDS.

Tabla 20:

Ensayo CBR

DATOS				RESULTADOS DE ENSAYOS			Clasificación de la Subrasante
Calicata N°	Lado de la vía	Muestra	Profundidad	Clasificación		CBR (0.1)	
				SUCS	AASHTO	95%	
C – 1	Izquierdo	M-1	1.50	Sc–Sm	A-2 -4 (0)	9.0	Regular
C – 2	Derecho	M-1	1.50	Sp–Sm	A-3 (0)	13.5	Buena
C – 3	Izquierdo	M-1	1.50	Sp-Sm	A-2 -4 (0)	12.0	Buena

Fuente: Elaboración propia 2023

Nota: Se obtuvo un valor de **CBR = 9.00%** considerada como sub rasante regular.

Tabla 21:

Categoría de la Sub rasante por medio de su C.B.R

Categoría de la Sub rasante	CBR
SO: Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%

S1: Sub rasante Insuficiente	De CBR \geq 3% A CBR < 6%
S2: Sub rasante Regular	De CBR \geq 6% A CBR < 10%
S3: Sub rasante Buena	De CBR \geq 10% A CBR < 20%
S4: Sub rasante Muy Buena	De CBR \geq 20% A CBR < 30%
S5: Sub rasante Excelente	CBR \geq 30%

Fuente: Manual de Carreteras MTC-2014 cuadro N°4.11

El resultado para el tipo de suelos descubierto está categorizado como Regular a Buena subrasante en el manual de carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" (para suelos de los tipos SP - SM y SC).

4.1.3.4 Relación densidad humedad NTP 339.141.1999:

Estas características de los suelos naturales se descubrieron utilizando el método de compactación conocido como prueba Proctor Modificada (ASTM D1557-D698). Esta prueba mide la densidad de un suelo en relación con sus densidades máxima y mínima, y los resultados varían en función del tipo de suelo sometido a prueba.

Tabla 22:

Relación densidad - humedad

Muestra	Ident.	Profundidad	Densidad Máxima gr/cm ³	Humedad optima %
"SC – SM"	C - 1	0.00 – 1.50	1.745	4.30
"SP – SM"	C - 2	0.00 – 1.50	1.760	5.14
"SP – SM"	C - 3	0.00 – 1.50	1.766	4.63

Fuente: Elaboración fuente propia

4.1.4 Diseño de pavimento

4.1.4.1 Diseño de pavimento flexible

4.1.4.1.1 Período de diseño

Al tratarse de una vía colectora con poco tráfico, se ha tenido en cuenta un plazo de diseño de 20 años.

4.1.4.1.2 Cálculo ESAL para el diseño

La ESAL de diseño es el número de cargas equivalentes de un solo eje que se producirán durante el período de diseño del pavimento.

Tabla 23:

Cálculo ESAL para el diseño de pavimento flexible

W18	1' 170,619.38
CBR (%)	9 %

Fuente: Propia

Debido a que la carretera se encuentra afirmado y es el único acceso a la población de Progreso Bajo y Santa Ana se aplicara un 20% más a los ejes equivalentes quedando como resultado 1'404,743.26 para el diseño

4.1.4.1.3 Módulo de elasticidad

El módulo Resiliencia se basa en un CBR del 9%, el cual pertenece a la categoría S2 - Sub rasante Regular (CBR \geq 6% A CBR < 10%).

Tabla 21: Módulo de elasticidad del diseño de pavimentos flexibles

Mr (Psi)	10,426
----------	--------

Fuente: Propia

4.1.4.1.4 Nivel de confiabilidad (%R)

Esta probabilidad viene determinada por la variabilidad de los factores que influyen en la estructura del paquete estructural del pavimento y su comportamiento; así, cuanto mayor sea el nivel de confiabilidad, mayor será el espesor de la estructura del pavimento que se diseñe.

Tabla 24:

Valores de nivel de confiabilidad (R) de diseño de pavimento flexible

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036

Fuente: Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2018)

Confiabilidad 85.00%

En general, el riesgo de que los pavimentos no funcionen adecuadamente debe reducirse al mínimo ante el aumento de los volúmenes de tráfico, las dificultades para diversificar el tráfico y las expectativas de disponibilidad pública. Este objetivo se consigue seleccionando niveles más altos de confiabilidad.

4.1.4.1.5 Desviación Estándar (So)

Para pavimentos articulados o flexibles, la norma AASHTO 93 recomienda valores de So comprendidos entre 0,40 y 0,50. En el presente estudio de investigación consideramos el valor de:

So 0.45

4.1.4.1.6 Coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr)

La elección de un nivel adecuado de confiabilidad para el diseño de una carretera específica viene determinada ante todo por el uso previsto del proyecto y sus consecuencias (riesgos).

Tabla 26:

Confiabilidad y desviación estándar de diseño pavimento flexible

CONFIABILIDAD (R%)	DESVIACIÓN NORMAL ESTÁNDAR (ZR)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.036
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: Norma AASHTO – 93

Zr -1.036

4.1.4.1.7 Índice de serviciabilidad

Es necesario elegir un índice de servicio inicial y final para el diseño. El índice de capacidad de servicio terminal o final del diseño debe ser tal que la carretera (superficie de rodadura) ofrezca una capacidad de servicio adecuada al final de la vida útil del diseño.

Tabla 27:

Índice de serviciabilidad de diseño de pavimento flexible

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)	4	Pavimento flexible
	4.3	Pavimentos rígidos
	2.5 – 3.0	Carreteras principales
ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT)	2	Carreteras con clasificación menor
	2.5	Carreteras relativamente menores, donde las condiciones económicas determinan que gastos iniciales deben ser mantenidos bajos

Fuente: Norma AASHTO – 93

En nuestro caso el $P_i = 4.00$ por ser un pavimento flexible y

El $P_t = 2.50$ por ser una carretera principal que une Piura y Tambogrande

$$\underline{P_i \quad 4.00}$$

$$\underline{P_t \quad 2.50}$$

De la ecuación I obtenemos como resultado 14.884

$$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.20 + 8.07$$

14.884 ... Ecuación I

La ecuación I debe ser igual a la ecuación II por lo tanto se procede a iterar el numero estructural (SN)

$$9.36 \times \text{Log}_{10}(SN+1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10}(Mr)$$

14.884 ... Ecuación II

$$\underline{SN \quad = \quad 3.365}$$

Numero estructural requerido

4.1.4.1.8 Cálculo de espesores

4.1.4.1.8.1 Numero estructural

El número estructural debe determinarse para el diseño del pavimento flexible aplicando la ecuación que relaciona el número estructural con los espesores del pavimento para los parámetros indicados y un período de 20 años. Se obtuvieron los valores siguientes.

$$SN = a_1d_1+a_2d_2m_2+a_3d_3m_3$$

Donde:

- a_1 = Coeficiente estructural de capa de rodadura (Concreto asfáltico) = 0.170
- a_2 = Coef. Estructural de Base CBR 80% = 0.052
- a_3 = Coef. Estructural de Sub Base CBR 40% = 0.047
- d_1 = Espesor de asfalto caliente= 8 cm
- d_2 = espesor de base granular CBR 80% = 25 cm
- m_2 = Coeficiente de Drenaje Costa= 1.00
- m_3 = Coeficiente de Drenaje Costa= 1.00
- d_3 = espesor de sub base granular CBR 40% = 15 cm

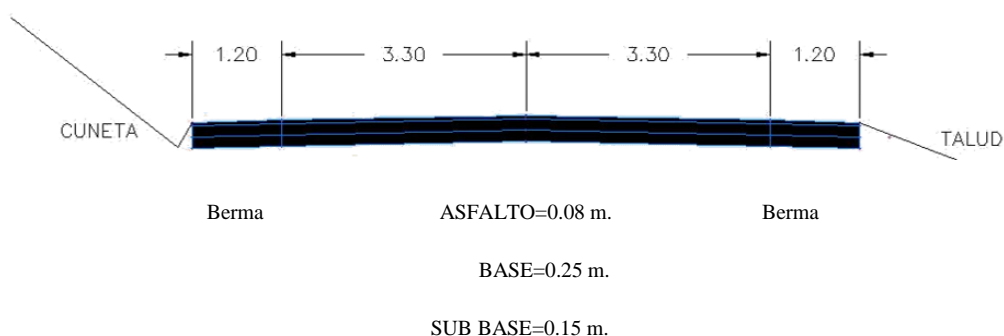
Se encontró que:

$$SN= 0.17*(8) + 0.052*(25) + 0.047*(15) = 3.365 >3.167 \text{ OK}$$

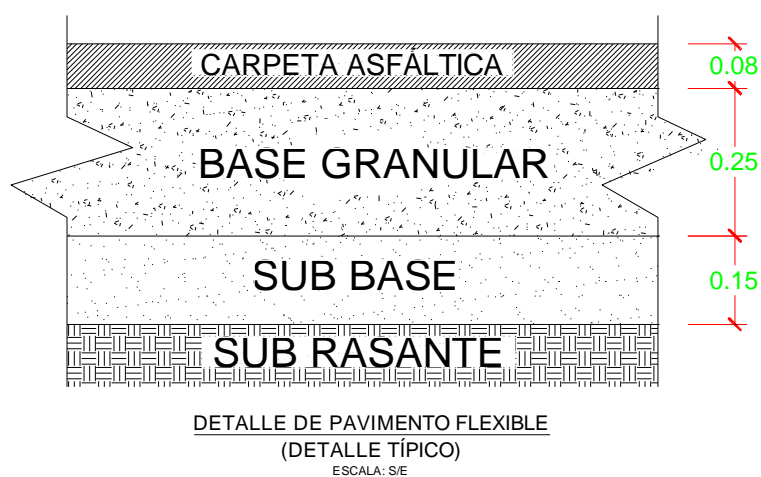
En base a los cálculos mostrados líneas arriba nuestro paquete estructural del diseño pavimento flexible sería el siguiente.

Figura 4:

Diseño de pavimento flexible de 3"



Fuente: Elaboración propia, 2023



Fuente: Elaboración propia, 2023

El asfalto tiene una vida útil de 10 a 20 años

4.1.4.2 Diseño de pavimento rígido Concreto $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$, $M_r=40 \text{ kg/cm}^2$

4.1.4.2.1 Periodo de diseño

Debido al bajo volumen de tráfico, se tuvo en cuenta un plazo de diseño de 20 años.

4.1.4.2.2 ESAL

El número de pasadas de carga equivalente de un solo eje que tendrán lugar a lo largo del período de diseño del pavimento se conoce como ESAL de diseño.

Tabla 30:

ESAL de diseño de pavimento rígido

W18	1' 170,619.38
CBR (%)	9 %

Fuente: Propia

*Debido a que la carretera se encuentra afirmado y es el único acceso a la población de Progreso Bajo y Santa Ana se aplicara un 20% más a los ejes equivalentes quedando como resultado **1404,743.26 para el diseño***

Tabla 31

Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 t, en el Carril de Diseño

TIPOS TRÁFICO PESADO	RANGOS DE TRÁFICO PESADO
EXPRESADO EN EE	EXPRESADO EN EE
TP5	>1'000,001 EE ≤ 1'500,000 EE

Fuente: Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2014)

De acuerdo con la actual Tabla, corresponde TP5 acorde a la tabla 31

4.1.4.2.3 Módulo de elasticidad

$$E_c = 17000 \times (f'c)^{1/2} \text{ (En Kg/cm}^2\text{)}$$

$$E_c = 284464.41 \text{ Kg/cm}^2$$

Tabla 32: Módulo de elasticidad para el diseño de pavimento rígido en PSI

Ec=	4046034 PSI
-----	-------------

Fuente: Propia

4.1.4.2.4 Serviciabilidad

Los siguientes índices de confiabilidad corresponden al método AASHTO y al establecimiento del nivel de deterioro del pavimento, relacionando el estado funcional con el estado estructural:

Tabla 33:

Índice de Serviciabilidad Inicial

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (PT)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80

Fuente: Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2014)

Pi 4.30	Pf 2.50	Δ PSI 1.80
---------	---------	-------------------

4.1.4.2.5 Nivel de confiabilidad (%R)

Esta probabilidad viene determinada por la variabilidad de los factores que influyen en la estructura del pavimento y su comportamiento; así, cuanto mayor sea el nivel de confiabilidad, mayor será el espesor de la estructura del pavimento que se diseñe.

Tabla 34:

Factores de Nivel de confiabilidad (R) y Desviación Normal Estándar (ZR)
para una única etapa de 20 años basada en el rango de Tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036

Fuente: Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2014)

La confiabilidad de cada etapa debe determinarse utilizando los valores de la AASHTO, teniendo en cuenta la confiabilidad total correspondiente a todo el periodo de diseño (20 años) y el tipo de tráfico (Tp5).

%R	85%
----	-----

4.1.4.2.6 Coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr)

Muestra la puntuación de confiabilidad de un conjunto de datos con una distribución normal en el nivel elegido.

Zr	-1.036
----	--------

4.1.4.2.7 Desviación estándar Normal (So)

El manual de carreteras, suelos y geología geotecnia y pavimentos, recomienda que el rango 0.30 menor igual "SO" menor igual a 0.40 para pavimentos rígidos sea:

So	0.35
----	------

4.1.4.2.8 Módulo de reacción de la sub rasante K=52.64 (MPa/m)

El coeficiente de reacción de K se calculó correlacionándolo con el CBR (9%). $2.55+52.5 * \log (\text{CBR}) \leq 10$

K	52.64 MPa
---	-----------

Así, el CBR mínimo para la subbase granular se determinó en un 40% dentro de los valores mínimos determinados por la intensidad de tráfico expresada en ejes equivalentes y su resistencia mínima (280 Kg/cm²).

Tabla 35:

CBR mínimo recomendado para la subbase granular de pavimentos rígidos en función de la intensidad de tráfico expresada en EE.

TRÁFICO	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO
Para tráfico $\leq 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40 % (1)

Fuente: Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2014)

4.1.4.2.9 Resistencia mínima al flexo tracción del concreto (MR) = 40 kg/cm²

AASHTO 93 especifica una correlación aconsejada por ACI y afirma que el módulo elástico puede determinarse utilizando esta correlación.

$$E_c = 17000 \times (f'_c)^{1/2} \text{ (En Kg/cm}^2\text{)}$$

$$E_c = 284464.41 \text{ Kg/cm}^2$$

Módulo de elasticidad para el diseño de pavimento rígido en PSI

$E_c =$	4046034 PSI
---------	-------------

Fuente: Propia

F'_c	280 Kg/cm ²
--------	------------------------

Tabla 36:

Valores de la resistencia recomendada del concreto en función del rango de tráfico.

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (M_r)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ($F'c$)
$\leq 5'000,000$ EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²

Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014).

4.1.4.2.10 El coeficiente de drenaje de las capas granulares

El valor del coeficiente, según el planteamiento de la AASHTO, depende de la calidad regular del drenaje y de la proporción en que el pavimento se expone a la humedad llegando a la saturación en un determinado periodo, que puede oscilar entre el 5 y el 25% del tiempo.

C_d	1.00
-------	------

Tabla 37:

Coeficiente de drenaje de la capa granular C_d .

Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
<i>Regular</i>	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80

Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014). El coeficiente de drenaje recomendado por el MTC para las capas de base y subbase, asumido fue de 1.00.

4.1.4.2.11 Valores de coeficiente de transmisión de carga J

La AASHTO establece que este parámetro se utiliza para el diseño de losas de hormigón (pavimento rígido), y que su valor es directamente proporcional al valor final del espesor de la losa de hormigón (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014).

Analizando el tipo de berma de concreto y teniendo en cuenta que el fierro liso se tiene en cuenta en el diseño como transmisor de cargas entre juntas, podemos determinar el coeficiente de transmisión de cargas.

J	2.8
---	-----

Tabla 38:

Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J.

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	3.8 – 4.4	2.8	3.8

Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014). Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos (MTC, 2014)

Para la ecuación I

$$\log_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 =$$

6.570 ... Ecuación I

Para la ecuación II se realiza una Iteración en D (espesor del concreto para que ambas ecuaciones sean iguales

$$7.35 \times \log_{10}(D + 1) + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

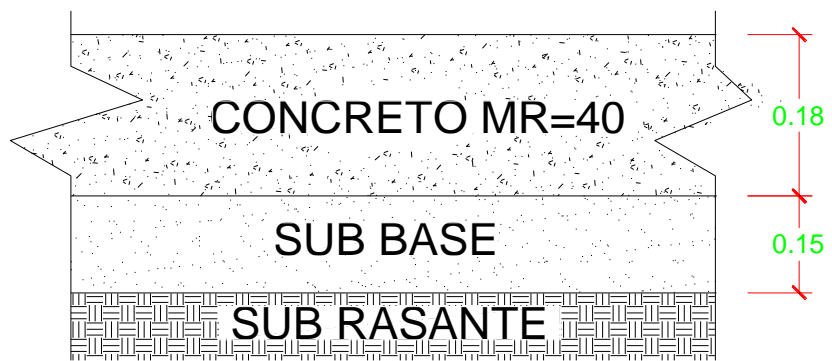
$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \log_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{Ec}{k})^{0.25}})}\right] =$$

6.570 ... Ecuación II

Dando como resultado D=18 cm

4.1.4.2.12 Diseño de pavimento rígido

En concordancia al (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014) se tiene las siguientes consideraciones, para un pavimento rígido con concreto hidráulico cuyo factor es J=2.8, periodo de diseño 20 años, ejes equivalentes de 1'000,001 - 1'500,000 tipo TP5, CBR= 9% (Sub Rasante), obteniendo como diseño una losa de concreto MR 40 kg/cm², f'c=280 kg/cm², espesor =**18 cm** y sub base granular =**15 cm**.



DETALLE DE PAVIMENTO RIGIDO
(DETALLE TÍPICO)
ESCALA: S/E

4.1.5 Hidrología

La hidrología es la ciencia que estudia la distribución y propiedades del agua en la atmósfera y la Tierra. Analiza precipitaciones, escorrentía, humedad del suelo, evapotranspiración y glaciares. Es clave para diseñar obras hidráulicas y prever eventos extremos. Modelos matemáticos se usan para cuantificar comportamientos en cuencas y calcular caudales para infraestructuras.

Cálculo del caudal de diseño por el método Racional para la cuenca 1; Tramo 1 en progresiva 1+450

Este método solo se aplica a cuencas menores de 10 km², considerando que Precipitación es igual al tiempo de concentración
 $P=t_c$

El cálculo del caudal de diseño se calculará mediante la siguiente formula:

$$Q_d = C \cdot I \cdot A \cdot 0.278$$

Para una cobertura vegetal sin vegetación con pendiente mayor de 5% tipo de suelo semipermeable corresponde a

$$C = 0.60$$

La Intensidad según reporte de Senamhi

$$I = 75 \text{ mm/s}$$

El área de la cuenca determinado en el Google Eart

$$A = 0.343 \text{ km}^2$$

$$Q_{d1} = 4.29 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo del caudal de diseño por el método Racional para la cuenca 2; Tramo 2 en progresiva 5+500

Para una cobertura vegetal sin vegetación con pendiente mayor de 5% tipo de suelo semipermeable corresponde a

$$C = 0.60$$

La Intensidad según reporte de Senamhi

$$I = 75 \text{ mm/s}$$

El área de la cuenca determinado en el Google Eart

$$A = 0.417 \text{ km}^2$$

$$Qd2 = 5.22 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo del caudal de diseño por el método Racional para la cuenca 3; Tramo 2 en progresiva 8+200

Para una cobertura vegetal sin vegetación con pendiente mayor de 5% tipo de suelo semipermeable corresponde a

$$C = 0.60$$

La Intensidad según reporte de Senamhi

$$I = 75 \text{ mm/s}$$

El área de la cuenca determinado en el Google Eart

$$A = 0.203 \text{ km}^2$$

$$Qd2 = 2.54 \text{ m}^3/\text{s}$$

CUENCAS	PROGRESIVA	COEFICIENTE	A (km ²)	I (mm/h)	C	Qd (m ³ /s)
C1	1+450	0.278	0.343	75	0.6	4.29
C2	5+500	0.278	0.294	75	0.6	3.68
C3	8+200	0.278	0.203	75	0.6	2.54

4.1.6 Cálculo hidráulico

Con los caudales de diseño de las cuencas 1, 2 y 3 que interceptan la carretera en estudio con muchas probabilidades que estas aguas de escorrentía hagan daño al paquete estructural del pavimento de la carretera se propone diseñar tres badenes.

4.1.6.1 Diseño de baden

a) Tramo I – Progresiva 1+450

El caudal de diseño es de 4.29 m³/s, ancho de solera 10 m., talud 20 rugosidad 0.013 (concreto) y pendiente 3% obteniendo un tirante de agua del baden tramo 1+450 de 12 cm y cruza con una pendiente S= 3%.

Figura 5:

Cálculo de baden de concreto en Tramo I.

Lugar:	<input type="text" value="Progreso Bajo"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Tesis Diseño estr. Pavimento"/>
Tramo:	<input type="text" value="1+450"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto"/>

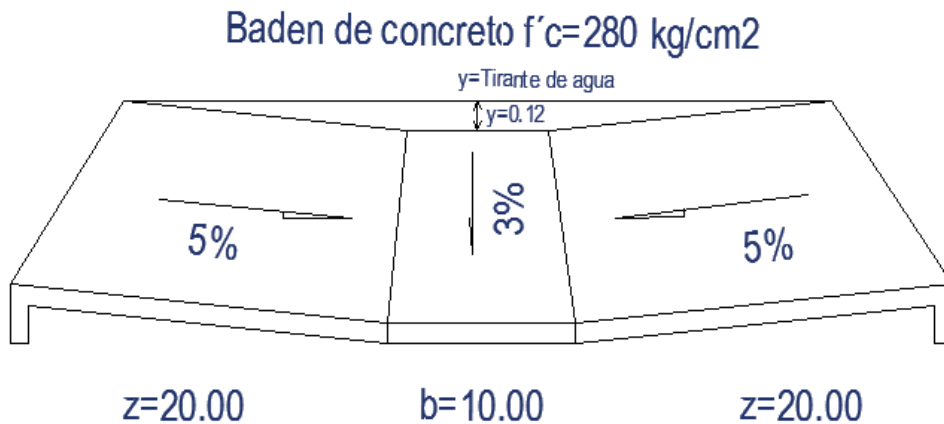
Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="4.29"/> m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="10"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="20"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.013"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.03"/> m/m

Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1201"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="14.8089"/> m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="1.4891"/> m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1006"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="14.8029"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="2.8810"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="2.9002"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.5431"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Supercrítico"/>		

Fuente: Elaboración propia, 2022 (mediante el programa Hcanales)

Figura 6:

Diseño de baden de concreto en Tramo I.



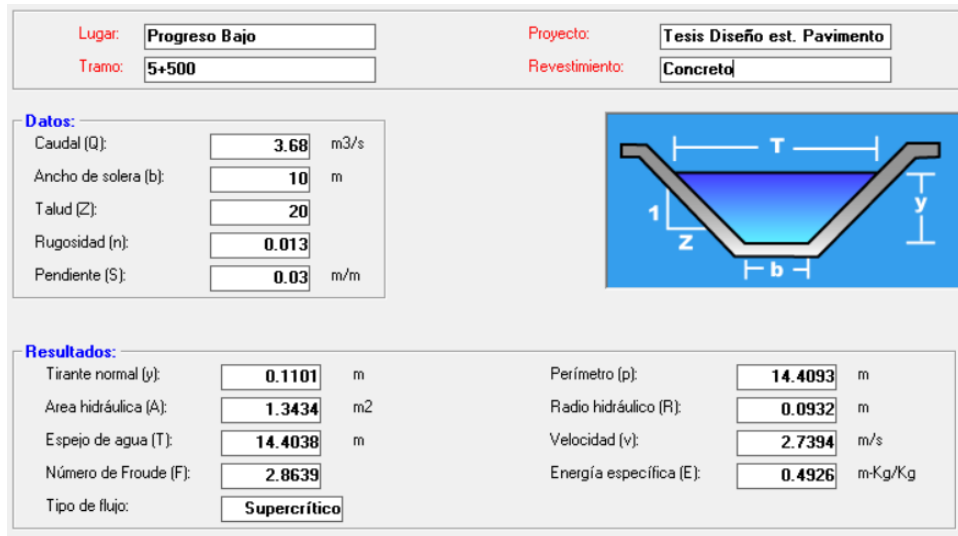
Fuente: Elaboración propia, 2022 (mediante el programa AutoCad)

b) Tramo II – Progresiva 5+500

El caudal de diseño es de 3.68 m³/s, ancho de solera 10 m., talud 20 rugosidad 0.013 (concreto) y pendiente 3% obteniendo un tirante de agua del baden tramo 5+500 de 11 cm y cruza con una pendiente S= 3%.

Figura 7:

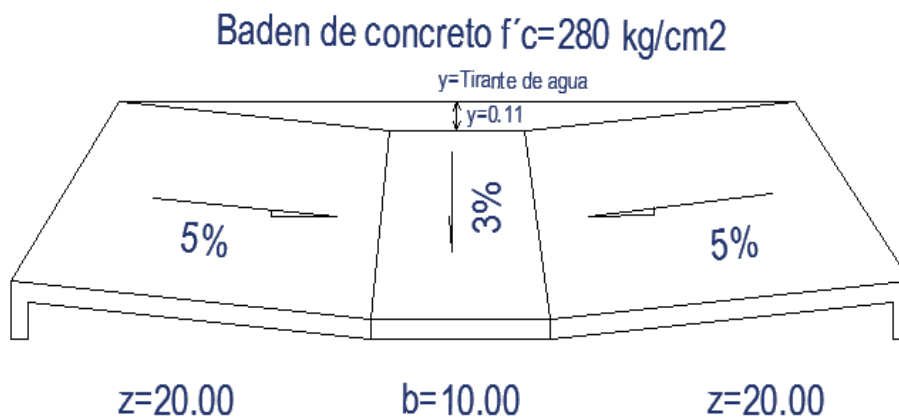
Cálculo de baden de concreto en Tramo II.



Fuente: Elaboración propia mediante el programa Hcanales

Figura 8:

Diseño de baden de concreto en Tramo II



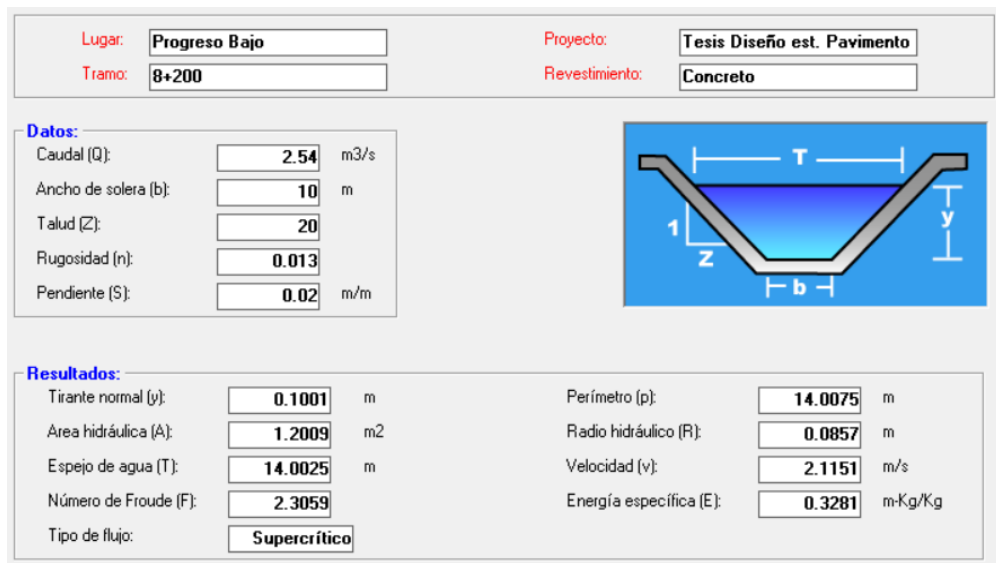
Fuente: Elaboración propia mediante el programa Autocad

c) Tramo III – Progresiva 8+200

El caudal de diseño es de 2.54 m³/s, ancho de solera 10 m., talud 20 rugosidad 0.013 (concreto) y pendiente 2% obteniendo un tirante de agua del baden tramo 8+200 de 10 cm y cruza con una pendiente S= 2%

Figura 9:

Cálculo de baden de concreto en Tramo III



Fuente: Elaboración propia mediante el programa Hcanales

4.1.6.2 Diseño de Cuneta

Se realizó el diseño de acuerdo al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

Para el diseño de cuneta se determinó la velocidad máxima de agua, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 28:

Velocidad máxima del agua

TIPO DE SUPERFICIE	MÁXIMA VELOCIDAD ADMISIBLE (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90

Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 – 6.00 *

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito-MTC.

De acuerdo con la Tabla No. 304.12 del Manual de Diseño Geométrico DG-2001, para calcular la inclinación del talud interior se utilizó el Índice Promedio Diario Anual IMDA (veh/día), que es de 118 vehículos por día.

Tabla 29:

inclinaciones máximas del talud (V:H) interior de la cuneta

V.D. (Km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)	
	< 750	> 750
<70	1:02	1:03
> 70	1:03	1:04

Fuente Manual de Diseño geométrico DG-2001 Tabla N° 304.12.

a) Cálculo y diseño hidráulico de cuneta tramo I (1+450) para una pendiente de 3.76.

Como primer paso se determinó el radio hidráulico empleando la siguiente formula:

$$R_h = \left(\frac{nv}{\sqrt{S}} \right)^{3/2}$$

$$R_h = 0.0671 \text{ m.}$$

Como segundo paso se determinó la altura de la cuneta, considerando 0.20 m.

Como tercer paso se determinó el área de sección mojada empleando la siguiente formula:

$$A = \frac{5H^2}{4}$$

$$A = 0.045 \text{ m}^2$$

Como cuarto paso se determinó el caudal empleando la ecuación del Manning:

$$Q = A \times V = \frac{(A \times R h^{2/3} \times S^{1/2})}{n}$$

$$Q = 0.1108 \text{ m}^3/\text{s}$$

Como quinto paso se diseña la sección de la cuneta mediante el programa H. CANALES:

Figura 11:

Diseño de cuneta en Tramo I

Lugar:	Obrilla - Progreso bajo	Proyecto:	Diseño estructural pavimento
Tramo:	1+450	Revestimiento:	Concreto f'c=175 kg/cm2

Datos:		
Tirante (y) :	0.15 m	
Ancho de solera (b) :	0 m	
Talud (z) :	2	
Coefficiente de rugosidad (n) :	0.013	
Pendiente (S) :	0.0376 m/m	

Resultados:		Velocidad (v) :		2.4626 m/s
Caudal (Q) :	0.1108 m3/s	Perímetro (p) :	0.6708 m	
Área hidráulica (A) :	0.0450 m2	Espejo de agua (T) :	0.6000 m	
Radio hidráulico (R) :	0.0671 m	Energía específica (E) :	0.4591 m-Kg/Kg	
Número de Froude (F) :	2.8709			
Tipo de flujo :	Subcrítico			

Fuente: Elaboración propia mediante el programa Hcanales

b) Cálculo y diseño hidráulico de cuneta tramo II (5+500) para una pendiente de 2.78.

Como primer paso se determinó el radio hidráulico empleando la siguiente formula:

$$R_h = \left(\frac{nv}{\sqrt{S}} \right)^{3/2}$$

$$R_h = 0.0671 \text{ m.}$$

Como segundo paso se determinó la altura de la cuneta, considerando 0.20 m.

Como tercer paso se determinó el área de sección mojada empleando la siguiente formula:

$$A = \frac{5H^2}{4}$$

$$A = 0.045 \text{ m}^2$$

Como cuarto paso se determinamos el caudal con la ecuación del Manning:

$$Q = A \times V = \frac{(A \times R_h^{2/3} \times S^{1/2})}{n}$$

$$Q = 0.0953 \text{ m}^3/\text{s}$$

Como quinto paso se diseña la sección de la cuneta mediante el programa H. CANALES:

Figura 12:

Diseño de cuneta en Tramo II

Lugar:	Obrilla - Progreso bajo	Proyecto:	Diseño estructural pavimento
Tramo:	5+500	Revestimiento:	Concreto f'c=175 kg/cm2

Datos:	
Tirante (y):	0.15 m
Ancho de solera (b):	0 m
Talud (Z):	2
Coefficiente de rugosidad (n):	0.013
Pendiente (S):	0.0278 m/m

Resultados:			
Caudal (Q):	0.0953 m3/s	Velocidad (v):	2.1175 m/s
Área hidráulica (A):	0.0450 m2	Perímetro (p):	0.6708 m
Radio hidráulico (R):	0.0671 m	Espejo de agua (T):	0.6000 m
Número de Froude (F):	2.4686	Energía específica (E):	0.3785 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Fuente: Elaboración propia mediante el programa Hcanales

c) Cálculo y diseño hidráulico de cuneta tramo III (8+200) para una pendiente de 9.56.

Como primer paso se determinó el radio hidráulico empleando la siguiente formula:

$$R_h = \left(\frac{nv}{\sqrt{S}} \right)^{3/2}$$

$$R_h = 0.0671 \text{ m.}$$

Como segundo paso se determinó la altura de la cuneta, considerando 0.20 m.

Como tercer paso se determinó el área de sección mojada empleando la siguiente formula:

$$A = \frac{5H^2}{4}$$

$$A = 0.045 \text{ m}^2$$

Como cuarto paso se determinamos el caudal con la ecuación del Manning:

$$Q = A \times V = \frac{(A \times R_h^{2/3} \times S^{1/2})}{n}$$

$$Q = 0.1767 \text{ m}^3/\text{s}$$

Como quinto paso se diseña la sección de la cuneta mediante el programa H. CANALES:

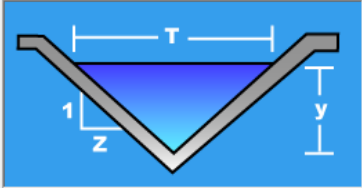
Figura 13:

Diseño de cuneta en Tramo III

Lugar:	Obrilla - Progreso bajo	Proyecto:	Diseño estructural pavimento
Tramo:	8+200	Revestimiento:	Concreto f'c=175 kg/cm2

Datos:

Tirante (y):	0.15	m
Ancho de solera (b):	0	m
Talud (Z):	2	
Coefficiente de rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.0956	m/m



Resultados:

Caudal (Q):	0.1767	m3/s	Velocidad (v):	3.9267	m/s
Area hidráulica (A):	0.0450	m2	Perímetro (p):	0.6708	m
Radio hidráulico (R):	0.0671	m	Espejo de agua (T):	0.6000	m
Número de Froude (F):	4.5778		Energía específica (E):	0.9359	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Fuente: Elaboración propia mediante el programa Hcanales

4.1.7 Comparativo de diseño estructural de pavimento más adecuado

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS							
1'000,001 - 1'500,000 EE							
CBR= 9.0%							
Pavimento FLEXIBLE	<table border="1"> <tr> <td style="background-color: #cccccc;"> </td> <td>0.080 m</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #800000; color: white;">Base</td> <td>0.25 m</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #4b0000; color: white;">Subbase</td> <td>0.15 m</td> </tr> </table> <p>S/. 146.35</p>		0.080 m	Base	0.25 m	Subbase	0.15 m
		0.080 m					
Base	0.25 m						
Subbase	0.15 m						
Pavimento RIGIDO AASHTO	<table border="1"> <tr> <td style="background-color: #cccccc;">MR=40 Kg/cm2</td> <td>0.18 m</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #4b0000; color: white;">Subbase</td> <td>0.15 m</td> </tr> </table> <p>S/. 166.08</p>	MR=40 Kg/cm2	0.18 m	Subbase	0.15 m		
MR=40 Kg/cm2	0.18 m						
Subbase	0.15 m						

Fuente: Elaboración propia mediante el programa Excel

4.1.7.1 Presupuesto de pavimento flexible

PRESUPUESTO PAVIMENTO FLEXIBLE					
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	P.U	TOTAL
1	PAVIMENTO FLEXIBLE				
1.01	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO CON EQUIPO	M3	67,955.12	3.10	210,660.87
1.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO EN MAQUINARIA	M3	145,931.73	7.90	1,152,860.67
01.02.02	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO CON EQUIPO	M3	9,774.77	75.32	736,235.68
01.02.03	CONFORMACION DE SUBRASANTE, PISTAS	M2	67,955.12	5.03	341,814.25
01.02.04	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M2	67,955.12	27.95	1,899,345.60
01.02.05	CONFORMACION DE SUB BASE GRANULAR	M2	67,955.12	14.75	1,002,338.02
01.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA(D MAX.	M3	145,931.73	25.67	3,746,067.51
1.03	PAVIMENTO FLEXIBLE				
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	67,955.12	5.92	402,294.31
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	M2	67,955.12	73.49	4,994,021.77
1.04	BADENES				
01.04.01	SUB BASE GRANULAR E=0.15 M CON EQUIPO, EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO	M2	450.00	14.75	6,637.50
01.04.02	CONCRETO MR=40 KG/CM2 (MODULO DE ROTURA), E=0.16 M	M2	450.00	108.75	48,937.50
01.04.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN JUNTAS DE CONSTRUCCION	M2	13.44	41.64	559.64
01.04.04	ACERO EN JUNTA DE CONSTRUCCION TRANSVERSAL ø 1" LONG.	M	9.00	21.83	196.47
01.04.05	ACERO EN JUNTA DE CONSTRUCCION LONGITUDINAL ø 1/2" LONG. 65cm @ 76cm	M	75.00	5.96	447.00
01.04.06	NIVELACION Y TEXTURIZADO DE SUPERFICIE	M2	450.00	3.99	1,795.50
01.04.07	PLANCHADO (TIPO FROTACHADO) CON ALISADORA SIMPLE	M2	450.00	0.81	364.50
01.04.08	CORTE DE JUNTAS 3mm	M	499.50	3.82	1,908.09
01.04.09	APLICACIÓN DE RETARDANTE DE EVAPORACION	M2	450.00	1.11	499.50
01.04.10	APLICACIÓN DE CURADOR QUIMICO	M2	450.00	18.99	8,545.50
1.05	CUNETAS				
01.05.01	CUNETETA DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2	M3	164.00	431.47	70,761.08
01.05.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE CUNETETA	M2	164.00	80.80	13,251.20
01.05.03	CURADO CON QDITIVO QUIMICO EN CONCRETO	M2	1,701.50	5.55	9,443.33
01.05.04	JUNTAS EN CUNETAS	M	505.42	19.43	9,820.31
	COSTO DIRECTO				14,658,805.80
	GASTOS GENERALES (10%)				1465880.58
	UTILIDAD (10%)				1465880.58
	SUB TOTAL				17,590,566.96
	IGV (18%)				3166302.052
	TOTAL PRESUPUESTO				20,756,869.01

Fuente: Elaboración propia mediante el programa Excel

4.1.7.2 Presupuesto de pavimento rígido (concreto Mr 40, f'c=280 kg/cm2)

PRESUPUESTO PAVIMENTO RIGIDO					
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	P.U	TOTAL
1	PAVIMENTO RIGIDO				
1.01	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO CON EQUIPO	M3	67,955.12	3.10	210,660.87
1.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO EN MAQUINARIA	M3	139,556.29	7.90	1,102,494.69
01.02.02	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO CON EQUIPO	M3	10,812.77	75.32	814,417.84
01.02.03	CONFORMACION DE SUBRASANTE, PISTAS	M2	67,955.12	5.03	341,814.25
01.02.04	CONFORMACION DE SUB BASE GRANULAR	M2	67,955.12	14.75	1,002,338.02
01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA(D MAX. =5 KM.)	M3	174,445.36	25.67	4,478,012.46
1.03	CONCRETO ARMADO				
01.03.01	CONCRETO MR=40 KG/CM2 (MODULO DE ROTURA)	M2	67,955.12	108.75	7,390,119.30
01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN JUNTAS DE CONSTRUCCION	M2	2,029.59	41.64	84,512.26
01.03.03	ACERO EN JUNTA DE CONSTRUCCION TRANSVERSAL ø 1" LONG. 40cm	M	1,359.10	21.83	29,669.21
01.03.04	ACERO EN JUNTA DE CONSTRUCCION LONGITUDINAL ø 1/2" LONG. 65cm	M	11,325.85	5.96	67,502.06
01.03.05	NIVELACION Y TEXTURIZADO DE SUPERFICIE	M2	67,955.12	3.99	271,140.93
01.03.06	PLANCHADO (TIPO FROTACHADO) CON ALISADORA SIMPLE C/DISCO	M2	67,955.12	0.81	55,043.65
01.03.07	CORTE DE JUNTAS 3mm	M	75,430.18	3.82	288,143.30
01.03.08	APLICACIÓN DE RETARDANTE DE EVAPORACION	M2	67,955.12	1.11	75,430.18
01.03.09	APLICACIÓN DE CURADOR QUIMICO	M2	67,955.12	18.99	1,290,467.73
1.04	BADENES				
01.04.01	SUB BASE GRANULAR E=0.15 M CON EQUIPO, EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO	M2	450.00	14.75	6,637.50
01.04.02	CONCRETO MR=40 KG/CM2 (MODULO DE ROTURA), E=0.16 M	M2	450.00	108.75	48,937.50
01.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN JUNTAS DE CONSTRUCCION	M2	13.44	41.64	559.64
01.04.04	ACERO EN JUNTA DE CONSTRUCCION TRANSVERSAL ø 1" LONG. 40cm	M	9.00	21.83	196.47
01.04.05	ACERO EN JUNTA DE CONSTRUCCION LONGITUDINAL ø 1/2" LONG. 65cm	M	75.00	5.96	447.00
01.04.06	NIVELACION Y TEXTURIZADO DE SUPERFICIE	M2	450.00	3.99	1,795.50
01.04.07	PLANCHADO (TIPO FROTACHADO) CON ALISADORA SIMPLE C/DISCO	M2	450.00	0.81	364.50
01.04.08	CORTE DE JUNTAS 3mm	M	499.50	3.82	1,908.09
01.04.09	APLICACIÓN DE RETARDANTE DE EVAPORACION	M2	450.00	1.11	499.50
01.04.10	APLICACIÓN DE CURADOR QUIMICO	M2	450.00	18.99	8,545.50
1.05	CUNETAS				
01.05.01	CUNETA DE CONCRETO F'c=175 KG/CM2	M3	164.00	431.47	70,761.08
01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETA	M2	164.00	80.80	13,251.20
01.05.03	CURADO CON QDITIVO QUIMICO EN CONCRETO	M2	1,701.50	5.55	9,443.33
01.05.04	JUNTAS EN CUENTAS	M	505.42	19.43	9,820.31
	COSTO DIRECTO				17,674,933.86
	GASTOS GENERALES (10%)				1,767,493.39
	UTILIDAD (10%)				1,767,493.39
	SUB TOTAL				21,209,920.63
	IGV (18%)				3,817,785.71
	TOTAL PRESUPUESTO				25,027,706.34

Fuente: Elaboración propia mediante el programa Excel

Si bien es cierto que el concreto puede tener un costo inicial aproximadamente en un 20% más alto en comparación con el asfalto caliente, es fundamental considerar el análisis de costos a lo largo de la vida útil de estas dos opciones de pavimentación. En este sentido, el concreto se destaca como una elección económicamente eficiente a largo plazo debido a su mayor

durabilidad. Varios estudios y datos empíricos respaldan esta afirmación.

La durabilidad del concreto se debe a su capacidad para resistir el desgaste y la degradación causados por factores como el tráfico vehicular, la exposición a condiciones climáticas extremas y otros factores ambientales. Esto significa que, a lo largo de los años, el concreto requiere menos mantenimiento en comparación con el asfalto caliente, que es más susceptible al agrietamiento y la formación de baches, lo que lleva a costosos trabajos de reparación y repavimentación. Estos gastos de mantenimiento adicionales pueden superar con creces la inversión inicial más baja del asfalto caliente, lo que hace que el concreto sea una opción más económica en el análisis de costos a largo plazo para proyectos de pavimentación.

4.1.8 Docimasia de hipótesis

Dados los objetivos planteados, se procedió a realizar el diseño estructural del pavimento asfáltico con un espesor de 8 cm. De manera seguida, se ha realizado el presupuesto para su realización respectivamente.

Asimismo, se planteó como segunda alternativa el diseño de pavimento rígido (concreto $f'c=280$ kg/cm²), $M_r=40$ kg/cm² con espesor de 18 cm y sub base de 15 cm.

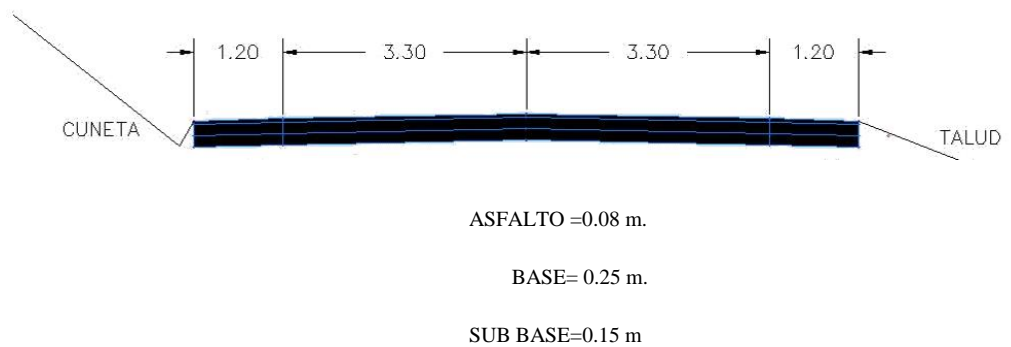
4.1.9 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- Se realizó el levantamiento topográfico para realizar el diseño geométrico, obteniendo las secciones transversales y perfil longitudinal.
- El conteo vehicular se ejecutó por el periodo de 7 días consecutivos, durante 8 horas, obteniendo finalmente un $ESAL= 1'170,619.38*1.2= 1'404,743.26$

- En cuanto al estudio de mecánica de suelos. Se realizaron los trabajos de excavación de 3 calicatas hasta los – 1.50m. de profundidad. Obteniendo un CBR de diseño de 9%.
- En el diseño del paquete estructural del pavimento, se utilizó el método AASHTO-93, los resultados fueron los siguientes:

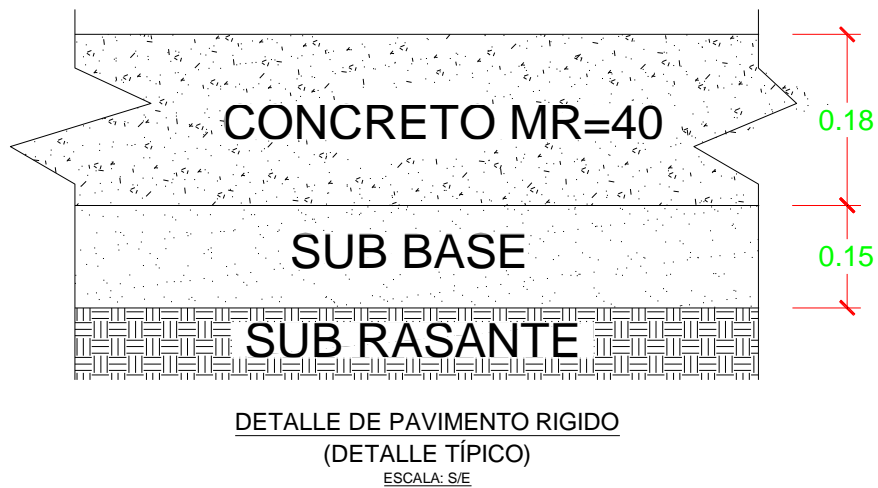
Figura 14:

Diseño de pavimento flexible de 8 cm



Fuente: Elaboración propia, 2023

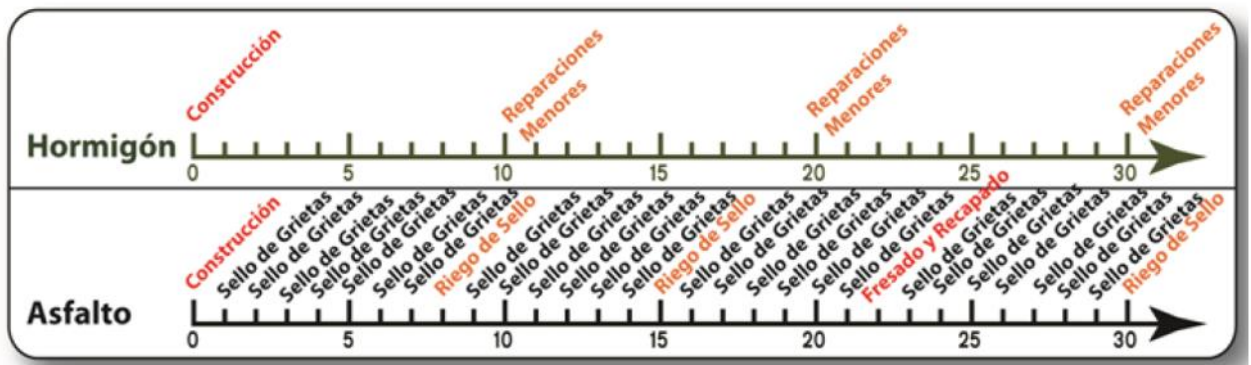
La vida útil del pavimento asfáltico es de 10 a 20 años



Fuente: Elaboración propia, 2023

La vida útil del pavimento rígido es de 20 a 40 años

- El monto de inversión en la ejecución del pavimento asfáltico de 8 cm, base granular de 0.25 m. sub base 0.15 m. es de s/. 20,756,869.01
- El monto de inversión en la ejecución del pavimento rígido es de 0.18 m. sub base de 0.15 m. es de s/. 25,027,706.34 este representa un monto con un 20% más alto que el pavimento asfáltico.
- pavimento para mejorar la transitabilidad en la carretera EMP Piura-Obrilla Santa Ana-Tambo grande-Tramo la Obrilla-Progreso Bajo departamento Piura, es el pavimento rígido. El pavimento flexible si bien es cierto que es económico en sus inicios a largo plazo resulta caro y su duración es de 10 a 20 años siendo la diferencia por la mitad del pavimento rígido de 30 a 40 años



Plan de gestión de pavimentos de la ciudad de Leawood, Kansas, EE.UU.

El sellado de grietas por km es de 50,000 multiplicado por 10 km=500,000

En los primeros 10 años de mantenimiento, el mantenimiento de sellado de grietas representaría un costo de $500,000 \times 10 \text{ años} = 5'000,000$

Para 20 años el pavimento flexible se incrementaría en 10'000,000

En ese orden, el pavimento flexible superaría al pavimento rígido, en 5'000,000 en su costo inicial de construcción en forma aproximada.

5 CONCLUSIONES

- Se identifica las características geotécnicas del terreno mediante un estudio de suelos teniendo como resultado la clasificación del suelo SUCS SC-SM y por la AASTHO A-2-4 (0) y con un CBR= 9 en la calicata C-1, CBR=13.5 en la calicata C-2 y un CBR= 12 en la calicata C-3 elegimos el más bajo CBR = 9
- Del estudio hidrológico se concluye que los caudales son los siguientes:

CUENCAS	PROGRESIVA	COEFICIENTE	A (km ²)	I (mm/h)	C	Qd (m ³ /s)
C1	1+450	0.278	0.343	75	0.6	4.29
C2	5+500	0.278	0.294	75	0.6	3.68
C3	8+200	0.278	0.203	75	0.6	2.54

a) Tramo I – Progresiva 1+450 (Baden 1)

El caudal de diseño es de 4.29 m³/s, ancho de solera 10 m., talud 20 rugosidad 0.013 (concreto) y pendiente 3% obteniendo un tirante de agua del baden tramo 1+450 de 12 cm y cruza con una pendiente S= 3%.

b) Tramo II – Progresiva 5+500 (Baden 2)

El caudal de diseño es de 3.68 m³/s, ancho de solera 10 m., talud 20 rugosidad 0.013 (concreto) y pendiente 3% obteniendo un tirante de agua del baden tramo 5+500 de 11 cm y cruza con una pendiente S= 3%.

c) Tramo III – Progresiva 8+200 (Baden 3)

El caudal de diseño es de 2.54 m³/s, ancho de solera 10 m., talud 20 rugosidad 0.013 (concreto) y pendiente 2% obteniendo un tirante de agua del baden tramo 8+200 de 10 cm y cruza con una pendiente S= 2%

- Se determina la carga vehicular con los resultados del ESAL $EE= 1'1170,619.38$ y debido a que la carretera se encuentra afirmado y es el único acceso a la población de Progreso Bajo y Santa Ana se adiciona un 20% mas al resultado de los ejes equivalentes siendo $EE= 1'404,743.26$ para el diseño estructural del pavimento.
- Se establece, mediante el método AASHTO-93 el cálculo de los espesores del pavimento rígido; losa de concreto de 18 cm y sub base de 15 cm., CBR 40% para la sub base, $MR=40\text{kg/cm}^2$, $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ para el pavimento rígido.

De manera seguida, se diseñó la estructura del pavimento asfáltico por el método AASTHO-93. En esta etapa de la investigación se obtuvo que la carpeta asfáltica del pavimento en su diseño estructural está compuesta por el concreto asfáltico de 8 cm., una base granular de 25 cm y la sub base de 15 cm.

- Se determina el costo del pavimento rígido que asciende a $25'027,706.34$ frente al costo del Pavimento flexible que asciende a $20'756,869.01$ resultando mas caro el costo de construcción del pavimento rígido en un 20%.
- Se concluye que el tipo de pavimento para mejorar la transitabilidad en la carretera EMP Piura-Obrilla Santa Ana-Tambo grande-Tramo la Obrilla-Progreso Bajo departamento Piura, es el pavimento rígido.
El pavimento flexible si bien es cierto que es económico en sus inicios a largo plazo resulta caro y su duración es de 10 a 20 años siendo la diferencia por la mitad del pavimento rígido de 30 a 40 años

6 RECOMENDACIONES

Esta investigación recomienda, la implementación del diseño de pavimento rígido para la carretera EMP PIURA-OBRILLA-SANTA ANA-TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA-PROGRESO BAJO DEPARTAMENTO PIURA

Se recomienda que otros investigadores continúen con la investigación complementaria de Hidrología e Hidráulica en drenaje y sub drenaje parte importante para salvaguardar la vida útil del diseño estructural del pavimento de una carretera.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bazán T., C. y Vargas G., O. A. (2020). *Diseño estructural de pavimentos para mejorar la transitabilidad de las calles Las Margaritas, 7 de Julio y Ricardo Palma, del Barrio 1, en el centro poblado Alto Trujillo*. [Tesis de pregrado]. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Briceño E., C. N. y Tello V., P. U. (2019). *“Análisis comparativo del diseño estructural y evaluación económica entre un pavimento rígido, flexible y adoquinado utilizando el método AASHTO-93, para la Av. Miguel Grau, Tres de Octubre, Nuevo Chimbote*”. [Tesis de pregrado]. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Burgos V., B. M. (2014). *Análisis comparativo entre un pavimento rígido y un pavimento flexible para la ruta S/R: Santa Elvira, en la comuna de Valdivia*”. [Tesis de posgrado]. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmficib957a/doc/bmficib957a.pdf>

Calle L., W. H. (2014). *Costos de construcción y diseño de pavimentos rígidos y flexibles (Método AASHTO – 93)*. [Tesis de posgrado]. Universidad Mayor de San Andrés. La paz, Bolivia. [UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS \(umsa.bo\)](http://www.umsa.bo)

Castillo A., D. A. y Castro M. J. J. (2020). *Análisis comparativo de costos entre el diseño estructural de un pavimento flexible frente a un pavimento rígido para el mejoramiento del camino vecinal Yapato – Tajamar - Pampa de loco, distrito de Sechura – Piura*. [Tesis de pregrado]. Universidad Privada Antenor Orrego. Piura, Perú. <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7100>

Castro-Vásquez, M. G., Castro-Vásquez, L. A. y Castro-Vásquez, P. G. (2020). *“Aplicación práctica del método AASHTO-93 para el diseño de pavimento rígido”*. Polo del conocimiento. Edición núm. 49. Vol. 5, No 09. pp. 640-663

- Espinoza G., Á. J. y Vargas G., J. J. (2020).** *“Propuesta de diseño estructural del pavimento rígido convencional fibroreforzado de la Av. Sánchez Cerro en Piura usando la tecnología de reciclado mecánico”*. [Tesis de pregrado]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/652577>
- Farinango B., D. R. (2014).** *Análisis comparativo de costos entre el pavimento rígido y pavimento flexible*. [Tesis de pregrado]. Universidad Central Del Ecuador. Quito, Ecuador.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2559/1/T-UCE-0011-87.pdf>
- Flores T., O. M. y Valverde R., G. S. (2019).** *Análisis comparativo entre el diseño del pavimento rígido y pavimento flexible para mejoramiento del camino vecinal, desvío Markahuamachuco – Sanagorán – Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad*. [Tesis posgrado]. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.
- Huarco-Acuña, R. E. (2016).** *“Análisis comparativo entre pavimento flexible y rígido para uso en ruta cantonal de El Guarco”*. [Tesis de posgrado]. Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
<https://hdl.handle.net/2238/7271>
- Laura G., M. S. (2019).** *“Análisis comparativo entre dos tipos de pavimentos para el Campus de la UNALM”*. [Tesis posgrado]. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3931>
- Mechato M., J. E. y Yarleque N., P. L (2020).** *“Análisis del estado físico y fallas del pavimento flexible, utilizando el método del PCI en la avenida principal Santa Margarita, Piura, Perú 2019”*. [Tesis de pregrado]. Universidad Cesar Vallejo. Piura, Perú.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/55764/B_Mechato_MJE-Yarleque_NPL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). *Manual de Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección: suelos y pavimentos.* Lima, Perú. [MC-05-14 Seccion Suelos y Pavimentos Manual de Carreteras OK.pdf \(mtc.gob.pe\)](#)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). *Manual de Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección: suelos y pavimentos.* Lima, Perú. [MC-05-14 Seccion Suelos y Pavimentos Manual de Carreteras OK.pdf \(mtc.gob.pe\)](#)

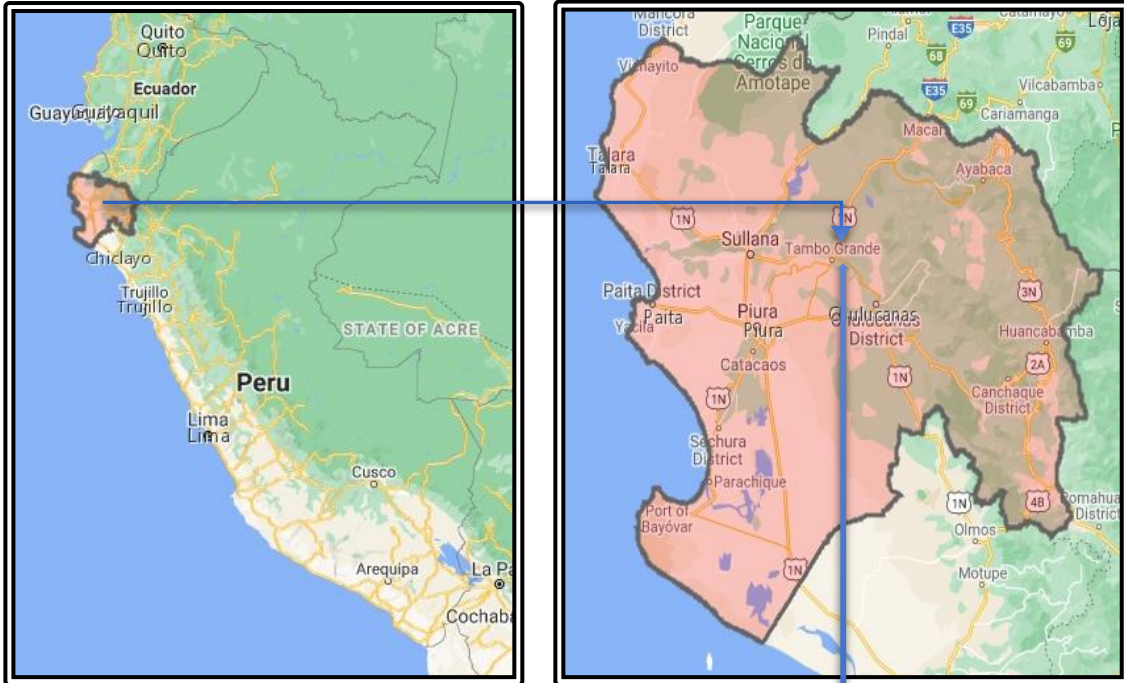
Monroy, M. M. (2017). *Propuesta de un Manual de Construcción de pavimentos de concreto hidráulico en la ciudad de Morelia.* [Tesis de posgrado]. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, México
http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/3128/FIC-M-2017-1193.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Monsalve E., L. M, Giraldo V., L. C. y Maya G., J. (2012). *“Diseño de pavimento flexible y rígido”.* Universidad del Quindío. Armenia, Colombia.

https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-04-29_03-02-0798398.pdf

8 ANEXOS

UBICACIÓN GEOGRAFICA



PRESUPUESTO PAVIMENTO RIGIDO					
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	P.U	TOTAL
1	PAVIMENTO RIGIDO				
1.01	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO CON EQUIPO	M3	67,955.12	3.10	210,660.87
1.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO EN MAQUINARIA	M3	139,556.29	7.90	1,102,494.69
01.02.02	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO CON EQUIPO	M3	10,812.77	75.32	814,417.84
01.02.03	CONFORMACION DE SUBRASANTE, PISTAS	M2	67,955.12	5.03	341,814.25
01.02.04	CONFORMACION DE SUB BASE GRANULAR	M2	67,955.12	14.75	1,002,338.02
01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA(D MAX. =5 KM.)	M3	174,445.36	25.67	4,478,012.46
1.03	CONCRETO ARMADO				
01.03.01	CONCRETO MR=40 KG/CM2 (MODULO DE ROTURA)	M2	67,955.12	108.75	7,390,119.30
01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN JUNTAS DE CONSTRUCCION	M2	2,029.59	41.64	84,512.26
01.03.03	aCERO EN JUNTA DE CONSTRUCCION TRANSVERSAL ø 1" LONG. 40cm	M	1,359.10	21.83	29,669.21
01.03.04	ACERO EN JUNTA DE CONSTRUCCION LONGITUDINAL ø 1/2" LONG. 65cm	M	11,325.85	5.96	67,502.06
01.03.05	NIVELACION Y TEXTURIZADO DE SUPERFICIE	M2	67,955.12	3.99	271,140.93
01.03.06	PLANCHADO (TIPO FROTACHADO) CON ALISADORA SIMPLE C/DISCO	M2	67,955.12	0.81	55,043.65
01.03.07	CORTE DE JUNTAS 3mm	M	75,430.18	3.82	288,143.30
01.03.08	APLICACIÓN DE RETARDANTE DE EVAPORACION	M2	67,955.12	1.11	75,430.18
01.03.09	APLICACIÓN DE CURADOR QUIMICO	M2	67,955.12	18.99	1,290,467.73
1.04	BADENES				
01.04.01	SUB BASE GRANULAR E=0.15 M CON EQUIPO, EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO	M2	450.00	14.75	6,637.50
01.04.02	CONCRETO MR=40 KG/CM2 (MODULO DE ROTURA), E=0.16 M	M2	450.00	108.75	48,937.50
01.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN JUNTAS DE CONSTRUCCION	M2	13.44	41.64	559.64
01.04.04	ACERO EN JUNTA DE CONSTRUCCION TRANSVERSAL ø 1" LONG. 40cm	M	9.00	21.83	196.47
01.04.05	ACERO EN JUNTA DE CONSTRUCCION LONGITUDINAL ø 1/2" LONG. 65cm	M	75.00	5.96	447.00
01.04.06	NIVELACION Y TEXTURIZADO DE SUPERFICIE	M2	450.00	3.99	1,795.50
01.04.07	PLANCHADO (TIPO FROTACHADO) CON ALISADORA SIMPLE C/DISCO	M2	450.00	0.81	364.50
01.04.08	CORTE DE JUNTAS 3mm	M	499.50	3.82	1,908.09
01.04.09	APLICACIÓN DE RETARDANTE DE EVAPORACION	M2	450.00	1.11	499.50
01.04.10	APLICACIÓN DE CURADOR QUIMICO	M2	450.00	18.99	8,545.50
1.05	CUNETAS				
01.05.01	CUNETETA DE CONCRETO FC=175 KG/CM2	M3	164.00	431.47	70,761.08
01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETETA	M2	164.00	80.80	13,251.20
01.05.03	CURADO CON QDITIVO QUIMICO EN CONCRETO	M2	1,701.50	5.55	9,443.33
01.05.04	JUNTAS EN CUENTAS	M	505.42	19.43	9,820.31
	COSTO DIRECTO				17,674,933.86
	GASTOS GENERALES (10%)				1,767,493.39
	UTILIDAD (10%)				1,767,493.39
	SUB TOTAL				21,209,920.63
	IGV (18%)				3,817,785.71
	TOTAL PRESUPUESTO				25,027,706.34

SUSTENTO DE METRADOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS DE PAVIMENTO RIGIDO						
PROGRESIVA	ÁREA DE RELLENO	ÁREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE
0+000.00	0.02	3.54	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	0.02	4.09	0.39	76.28	0.39	76.28
0+040.00	0.02	3.84	0.33	79.30	0.72	155.58
0+060.00	0.35	2.74	3.68	65.84	4.41	221.42
0+080.00	1.26	0.46	16.09	32.04	20.50	253.46
0+100.00	2.81	0.18	40.65	6.44	61.15	259.90
0+120.00	5.52	0.00	83.26	1.83	144.41	261.73
0+140.00	4.10	0.03	96.14	0.27	240.54	261.99
0+160.00	2.11	0.13	62.07	1.52	302.62	263.51
0+180.00	2.19	0.68	42.99	8.10	345.61	271.61
0+200.00	2.85	0.66	50.35	13.44	395.96	285.05
0+220.00	0.03	2.96	28.78	36.17	424.74	321.22
0+240.00	0.00	9.09	0.29	120.53	425.03	441.75
0+260.00	0.00	16.05	0.00	251.45	425.03	693.20
0+280.00	0.00	23.84	0.00	398.94	425.03	1,092.14
0+300.00	0.00	25.01	0.00	488.55	425.03	1,580.69
0+320.00	0.00	22.45	0.00	474.61	425.03	2,055.29
0+340.00	0.00	16.68	0.00	391.32	425.03	2,446.61
0+360.00	0.00	6.81	0.00	234.90	425.03	2,681.51
0+380.00	0.00	3.50	0.00	103.05	425.03	2,784.56
0+400.00	0.00	4.11	0.00	76.10	425.03	2,860.66
0+420.00	0.00	8.37	0.00	124.87	425.03	2,985.53
0+440.00	0.00	17.19	0.00	255.62	425.03	3,241.15
0+460.00	0.00	30.30	0.00	474.86	425.03	3,716.01
0+480.00	0.00	47.26	0.00	775.56	425.03	4,491.56
0+500.00	0.00	56.06	0.00	1,033.14	425.03	5,524.70
0+520.00	0.00	54.15	0.00	1,102.03	425.03	6,626.72
0+540.00	0.00	44.97	0.00	991.12	425.03	7,617.85
0+560.00	0.00	16.73	0.00	616.95	425.03	8,234.80
0+580.00	2.46	0.00	24.59	167.30	449.63	8,402.10
0+600.00	6.07	0.00	85.30	0.00	534.92	8,402.10
0+620.00	1.80	0.16	78.74	1.59	613.66	8,403.69
0+640.00	0.00	6.77	18.03	69.31	631.70	8,472.99
0+660.00	0.00	19.30	0.00	260.69	631.70	8,733.68
0+680.00	0.00	34.36	0.00	536.60	631.70	9,270.29
0+700.00	0.00	38.54	0.00	729.04	631.70	9,999.33
0+720.00	0.00	31.28	0.00	698.17	631.70	10,697.49
0+740.00	0.00	23.33	0.00	546.06	631.70	11,243.55
0+760.00	0.00	15.98	0.00	393.12	631.70	11,636.68
0+780.00	0.00	9.91	0.00	258.89	631.70	11,895.57

0+800.00	0.00	5.18	0.00	150.91	631.70	12,046.48
0+820.00	0.00	4.93	0.00	101.09	631.70	12,147.57
0+840.00	0.00	5.94	0.00	108.67	631.70	12,256.24
0+860.00	0.00	9.22	0.00	151.56	631.70	12,407.80
0+880.00	0.00	20.01	0.00	292.26	631.70	12,700.06
0+900.00	0.00	30.18	0.00	501.91	631.70	13,201.97
0+920.00	0.00	41.02	0.00	712.01	631.70	13,913.98
0+940.00	0.00	43.10	0.00	841.22	631.70	14,755.19
0+960.00	0.00	22.78	0.00	658.86	631.70	15,414.05
0+980.00	0.00	9.93	0.00	327.08	631.70	15,741.14
1+000.00	0.00	3.85	0.05	137.72	631.74	15,878.86
1+020.00	0.07	1.52	0.74	53.61	632.48	15,932.47
1+040.00	0.74	1.27	7.85	28.38	640.33	15,960.85
1+060.00	1.31	1.04	20.34	23.22	660.67	15,984.07
1+080.00	1.15	1.18	24.60	22.17	685.27	16,006.23
1+100.00	0.77	1.16	19.17	23.36	704.44	16,029.59
1+120.00	0.68	0.92	14.45	20.84	718.89	16,050.43
1+140.00	0.06	0.81	7.40	17.31	726.29	16,067.74
1+160.00	0.05	1.59	1.12	24.00	727.40	16,091.74
1+180.00	0.04	1.16	0.98	27.37	728.38	16,119.11
1+200.00	0.10	0.32	1.50	14.66	729.88	16,133.77
1+220.00	0.00	2.57	1.08	28.95	730.97	16,162.72
1+240.00	0.00	4.81	0.05	73.83	731.01	16,236.55
1+260.00	0.00	7.57	0.00	123.79	731.01	16,360.35
1+280.00	0.00	10.79	0.00	183.58	731.01	16,543.93
1+300.00	0.00	10.85	0.00	215.88	731.01	16,759.81
1+320.00	0.00	11.65	0.00	225.04	731.01	16,984.85
1+340.00	0.00	13.07	0.00	247.22	731.01	17,232.06
1+360.00	0.00	12.13	0.00	251.97	731.01	17,484.04
1+380.00	0.00	9.05	0.00	211.76	731.01	17,695.80
1+400.00	0.00	8.95	0.00	179.94	731.01	17,875.74
1+420.00	0.00	5.65	0.00	146.07	731.01	18,021.81
1+440.00	0.00	2.11	0.01	77.74	731.02	18,099.55
1+460.00	0.20	1.56	2.05	36.77	733.08	18,136.32
1+480.00	0.38	1.32	5.80	28.85	738.88	18,165.16
1+500.00	0.55	1.64	9.22	29.59	748.09	18,194.75
1+520.00	0.00	6.58	5.46	82.15	753.55	18,276.91
1+540.00	0.00	8.14	0.00	147.70	753.55	18,424.61
1+560.00	0.00	5.86	0.00	139.94	753.55	18,564.54
1+580.00	0.05	4.16	0.49	100.15	754.05	18,664.69
1+600.00	0.08	4.36	1.31	85.20	755.35	18,749.89
1+620.00	0.02	3.76	0.99	81.21	756.34	18,831.10
1+640.00	0.03	4.08	0.48	78.42	756.82	18,909.52
1+660.00	0.01	4.71	0.36	87.91	757.18	18,997.43
1+680.00	0.08	2.41	0.83	71.22	758.01	19,068.64

1+700.00	3.60	0.02	36.79	24.34	794.80	19,092.98
1+720.00	8.40	0.00	119.92	0.20	914.72	19,093.18
1+740.00	11.04	0.00	194.10	0.00	1,108.82	19,093.18
1+760.00	7.97	0.00	189.45	0.00	1,298.27	19,093.18
1+780.00	3.78	0.26	116.47	2.64	1,414.74	19,095.82
1+800.00	1.20	0.67	49.29	9.33	1,464.03	19,105.16
1+820.00	0.09	1.16	12.92	18.28	1,476.95	19,123.44
1+840.00	0.04	2.60	1.35	37.63	1,478.30	19,161.07
1+860.00	0.00	6.21	0.42	88.12	1,478.71	19,249.19
1+880.00	0.00	9.93	0.00	161.46	1,478.71	19,410.65
1+900.00	0.00	14.25	0.00	241.83	1,478.71	19,652.48
1+920.00	0.00	20.91	0.00	351.60	1,478.71	20,004.08
1+940.00	0.00	27.02	0.00	479.28	1,478.71	20,483.37
1+960.00	0.00	31.80	0.00	588.13	1,478.71	21,071.50
1+980.00	0.00	28.76	0.00	605.51	1,478.71	21,677.01
2+000.00	0.00	17.00	0.00	457.57	1,478.71	22,134.58
2+020.00	0.00	9.77	0.00	267.69	1,478.71	22,402.27
2+040.00	0.01	4.91	0.06	146.79	1,478.77	22,549.07
2+060.00	0.05	6.32	0.57	112.27	1,479.34	22,661.34
2+080.00	0.00	5.64	0.51	119.60	1,479.85	22,780.95
2+100.00	0.00	6.41	0.03	120.53	1,479.88	22,901.48
2+120.00	0.03	1.82	0.34	82.29	1,480.22	22,983.77
2+140.00	4.41	0.00	44.42	18.20	1,524.64	23,001.97
2+160.00	5.12	0.00	95.33	0.00	1,619.97	23,001.97
2+180.00	5.81	0.00	109.39	0.00	1,729.36	23,001.97
2+200.00	0.45	1.54	62.66	15.43	1,792.02	23,017.40
2+220.00	0.00	4.75	4.54	62.95	1,796.55	23,080.35
2+240.00	0.00	9.70	0.03	144.53	1,796.58	23,224.88
2+260.00	0.00	11.50	0.00	212.06	1,796.58	23,436.94
2+280.00	0.00	10.20	0.00	217.08	1,796.58	23,654.02
2+300.00	0.00	9.15	0.00	193.51	1,796.58	23,847.53
2+320.00	0.00	5.06	0.00	142.12	1,796.58	23,989.65
2+340.00	0.17	0.43	1.65	54.95	1,798.24	24,044.60
2+360.00	2.35	0.07	25.11	4.99	1,823.34	24,049.59
2+380.00	0.52	0.21	28.65	2.81	1,851.99	24,052.40
2+400.00	0.60	1.05	11.22	12.62	1,863.21	24,065.01
2+420.00	0.00	5.75	6.03	67.97	1,869.24	24,132.99
2+440.00	0.00	5.37	0.00	111.17	1,869.24	24,244.15
2+460.00	0.00	9.21	0.00	145.75	1,869.24	24,389.90
2+480.00	0.00	10.18	0.00	193.85	1,869.24	24,583.75
2+500.00	0.00	8.91	0.00	190.85	1,869.24	24,774.60
2+520.00	0.00	9.74	0.00	186.51	1,869.24	24,961.10
2+540.00	0.00	11.81	0.00	215.59	1,869.24	25,176.69
2+560.00	0.00	16.26	0.00	280.77	1,869.24	25,457.46
2+580.00	0.00	21.70	0.00	379.59	1,869.24	25,837.05

2+600.00	0.00	21.01	0.00	427.04	1,869.24	26,264.09
2+620.00	0.00	13.08	0.00	340.91	1,869.24	26,605.00
2+640.00	0.00	6.65	0.00	197.35	1,869.24	26,802.36
2+660.00	0.04	1.01	0.36	76.66	1,869.61	26,879.01
2+680.00	0.02	1.34	0.59	23.51	1,870.20	26,902.52
2+700.00	0.01	1.91	0.31	32.44	1,870.50	26,934.96
2+720.00	0.00	3.22	0.09	51.30	1,870.59	26,986.25
2+740.00	0.00	8.62	0.01	118.43	1,870.60	27,104.68
2+760.00	0.00	14.55	0.00	231.73	1,870.60	27,336.41
2+780.00	0.00	20.31	0.00	348.67	1,870.60	27,685.08
2+800.00	0.00	25.67	0.00	459.84	1,870.60	28,144.92
2+820.00	0.00	28.26	0.00	539.27	1,870.60	28,684.19
2+840.00	0.00	26.07	0.00	543.31	1,870.60	29,227.50
2+860.00	0.00	23.16	0.00	492.26	1,870.60	29,719.77
2+880.00	0.00	19.17	0.00	423.26	1,870.60	30,143.03
2+900.00	0.00	16.23	0.00	354.02	1,870.60	30,497.05
2+920.00	0.00	11.03	0.00	272.60	1,870.60	30,769.65
2+940.00	0.00	5.04	0.00	160.65	1,870.60	30,930.30
2+960.00	0.00	3.88	0.00	89.15	1,870.60	31,019.45
2+980.00	0.00	5.94	0.00	98.20	1,870.60	31,117.65
3+000.00	0.00	6.48	0.00	124.25	1,870.60	31,241.90
3+020.00	0.00	6.17	0.00	126.55	1,870.60	31,368.45
3+040.00	0.00	7.18	0.00	133.55	1,870.60	31,502.00
3+060.00	0.00	14.87	0.00	220.51	1,870.60	31,722.51
3+080.00	0.00	18.55	0.00	334.19	1,870.60	32,056.70
3+100.00	0.00	19.38	0.00	379.29	1,870.60	32,435.98
3+120.00	0.00	17.76	0.00	371.41	1,870.60	32,807.39
3+140.00	0.00	14.26	0.00	320.20	1,870.60	33,127.59
3+160.00	0.00	9.88	0.00	241.44	1,870.60	33,369.03
3+180.00	0.00	7.32	0.00	172.09	1,870.60	33,541.12
3+200.00	0.00	6.52	0.00	138.45	1,870.60	33,679.57
3+220.00	0.00	7.18	0.00	137.00	1,870.60	33,816.56
3+240.00	0.00	8.02	0.00	152.01	1,870.60	33,968.57
3+260.00	0.00	11.14	0.00	191.74	1,870.60	34,160.31
3+280.00	0.00	15.15	0.00	262.91	1,870.60	34,423.22
3+300.00	0.00	17.94	0.00	330.86	1,870.60	34,754.08
3+320.00	0.00	21.46	0.00	394.01	1,870.60	35,148.09
3+340.00	0.00	22.68	0.00	441.46	1,870.60	35,589.55
3+360.00	0.00	17.10	0.00	397.85	1,870.60	35,987.41
3+380.00	0.00	11.21	0.00	283.15	1,870.60	36,270.56
3+400.00	0.01	2.31	0.08	135.20	1,870.68	36,405.76
3+420.00	0.00	4.94	0.08	72.47	1,870.76	36,478.23
3+440.00	0.00	14.17	0.00	191.11	1,870.76	36,669.34
3+460.00	0.00	24.33	0.00	385.06	1,870.76	37,054.41
3+480.00	0.00	34.77	0.00	591.10	1,870.76	37,645.50

3+500.00	0.00	38.33	0.00	731.02	1,870.76	38,376.52
3+520.00	0.00	34.01	0.00	723.39	1,870.76	39,099.92
3+540.00	0.00	22.70	0.00	567.10	1,870.76	39,667.02
3+560.00	0.00	4.58	0.00	272.73	1,870.76	39,939.75
3+580.00	12.41	0.00	124.35	45.70	1,995.11	39,985.45
3+600.00	12.97	0.00	254.47	0.00	2,249.58	39,985.45
3+620.00	6.52	0.00	195.62	0.00	2,445.20	39,985.45
3+640.00	0.86	0.02	73.93	0.24	2,519.13	39,985.68
3+660.00	0.00	5.77	8.55	57.92	2,527.68	40,043.61
3+680.00	0.00	11.89	0.00	176.60	2,527.68	40,220.21
3+700.00	0.00	21.33	0.00	332.22	2,527.68	40,552.43
3+720.00	0.00	19.96	0.00	412.94	2,527.68	40,965.37
3+740.00	0.05	2.03	0.47	219.98	2,528.15	41,185.34
3+760.00	3.58	0.00	36.27	20.34	2,564.42	41,205.68
3+780.00	9.45	0.00	130.34	0.00	2,694.76	41,205.68
3+800.00	13.54	0.00	229.96	0.00	2,924.72	41,205.68
3+820.00	13.99	0.00	275.28	0.00	3,199.99	41,205.68
3+840.00	8.96	0.00	229.44	0.00	3,429.44	41,205.68
3+860.00	0.85	1.33	98.06	13.28	3,527.50	41,218.96
3+880.00	0.00	8.12	8.48	94.53	3,535.98	41,313.49
3+900.00	0.00	15.64	0.00	237.62	3,535.98	41,551.10
3+920.00	0.00	25.96	0.00	416.01	3,535.98	41,967.12
3+940.00	0.00	34.85	0.00	608.16	3,535.98	42,575.28
3+960.00	0.00	40.61	0.00	755.91	3,535.98	43,331.19
3+980.00	0.00	44.00	0.00	846.44	3,535.98	44,177.63
4+000.00	0.00	36.34	0.00	802.34	3,535.98	44,979.98
4+020.00	0.00	25.25	0.00	614.40	3,535.98	45,594.38
4+040.00	0.00	14.94	0.00	399.71	3,535.98	45,994.09
4+060.00	0.03	3.91	0.35	187.54	3,536.33	46,181.63
4+080.00	4.34	0.00	43.72	39.15	3,580.05	46,220.78
4+100.00	0.36	1.34	46.98	13.37	3,627.03	46,234.14
4+120.00	0.00	12.82	3.60	141.58	3,630.62	46,375.72
4+140.00	0.00	24.23	0.00	370.49	3,630.62	46,746.21
4+160.00	0.00	35.55	0.00	597.79	3,630.62	47,344.00
4+180.00	0.00	36.36	0.00	719.12	3,630.62	48,063.12
4+200.00	0.00	28.50	0.00	648.56	3,630.62	48,711.68
4+220.00	0.00	20.42	0.00	489.14	3,630.62	49,200.83
4+240.00	0.00	11.55	0.00	319.71	3,630.62	49,520.53
4+260.00	0.01	4.32	0.12	158.72	3,630.74	49,679.25
4+280.00	0.06	2.07	0.68	64.01	3,631.43	49,743.26
4+300.00	0.92	0.22	9.60	23.17	3,641.03	49,766.43
4+320.00	5.48	0.00	63.69	2.27	3,704.72	49,768.70
4+340.00	3.72	0.00	91.68	0.00	3,796.40	49,768.70
4+360.00	0.00	5.25	37.11	52.53	3,833.51	49,821.23
4+380.00	0.00	8.40	0.00	136.51	3,833.51	49,957.74

4+400.00	0.00	15.42	0.00	238.17	3,833.51	50,195.91
4+420.00	0.00	19.58	0.00	350.00	3,833.51	50,545.91
4+440.00	0.00	24.49	0.00	440.70	3,833.51	50,986.61
4+460.00	0.00	21.72	0.00	462.03	3,833.51	51,448.64
4+480.00	0.00	14.79	0.00	365.07	3,833.51	51,813.71
4+500.00	0.00	8.01	0.00	228.00	3,833.51	52,041.71
4+520.00	0.46	1.13	4.59	91.44	3,838.10	52,133.14
4+540.00	0.31	1.12	7.72	22.54	3,845.82	52,155.68
4+560.00	0.05	1.96	3.66	30.75	3,849.48	52,186.43
4+580.00	0.02	3.58	0.69	55.36	3,850.17	52,241.79
4+600.00	0.00	6.72	0.16	103.05	3,850.32	52,344.84
4+620.00	0.00	10.24	0.00	169.64	3,850.32	52,514.48
4+640.00	0.00	11.86	0.00	220.98	3,850.32	52,735.47
4+660.00	0.02	8.83	0.23	206.90	3,850.56	52,942.37
4+680.00	1.41	3.54	14.32	123.71	3,864.88	53,066.08
4+700.00	6.17	1.19	75.78	47.31	3,940.66	53,113.38
4+720.00	3.82	1.06	99.87	22.52	4,040.53	53,135.91
4+740.00	0.00	6.61	38.18	76.70	4,078.70	53,212.60
4+760.00	0.00	18.77	0.00	253.46	4,078.70	53,466.06
4+780.00	0.00	49.55	0.00	680.24	4,078.70	54,146.31
4+800.00	0.00	66.83	0.00	1,161.35	4,078.70	55,307.65
4+820.00	0.00	71.47	0.00	1,381.74	4,078.70	56,689.40
4+840.00	0.00	73.77	0.00	1,451.42	4,078.70	58,140.81
4+860.00	0.00	70.41	0.00	1,440.99	4,078.70	59,581.80
4+880.00	0.00	67.35	0.00	1,377.68	4,078.70	60,959.49
4+900.00	0.00	60.16	0.00	1,275.15	4,078.70	62,234.64
4+920.00	0.00	46.63	0.00	1,067.93	4,078.70	63,302.56
4+940.00	0.00	13.95	0.00	605.76	4,078.70	63,908.33
4+960.00	12.19	0.00	121.85	139.45	4,200.56	64,047.78
4+980.00	6.17	0.00	183.53	0.00	4,384.09	64,047.78
5+000.00	0.72	0.25	68.87	2.51	4,452.96	64,050.29
5+020.00	0.00	23.40	7.19	236.50	4,460.14	64,286.79
5+040.00	0.00	25.22	0.00	486.19	4,460.14	64,772.98
5+060.00	0.00	32.63	0.00	578.45	4,460.14	65,351.43
5+080.00	0.00	15.15	0.00	477.53	4,460.14	65,828.96
5+100.00	0.00	5.36	0.00	205.12	4,460.14	66,034.08
5+120.00	0.02	1.57	0.17	69.30	4,460.32	66,103.38
5+140.00	0.02	4.14	0.36	57.12	4,460.67	66,160.49
5+160.00	0.00	2.41	0.23	65.49	4,460.90	66,225.98
5+180.00	0.02	1.22	0.26	36.30	4,461.17	66,262.28
5+200.00	0.00	13.95	0.22	151.65	4,461.39	66,413.93
5+220.00	0.00	12.62	0.00	265.62	4,461.39	66,679.56
5+240.00	0.00	18.15	0.00	307.66	4,461.39	66,987.22
5+260.00	0.00	12.31	0.00	304.58	4,461.39	67,291.80
5+280.00	0.00	5.25	0.00	175.56	4,461.39	67,467.36

5+300.00	0.00	7.55	0.00	127.94	4,461.39	67,595.29
5+320.00	0.00	8.10	0.00	156.41	4,461.39	67,751.70
5+340.00	0.00	9.64	0.00	177.53	4,461.39	67,929.23
5+360.00	0.00	13.79	0.00	234.88	4,461.39	68,164.10
5+380.00	0.00	15.17	0.00	290.83	4,461.39	68,454.93
5+400.00	0.00	11.82	0.00	271.43	4,461.39	68,726.36
5+420.00	0.07	1.84	0.63	137.60	4,462.02	68,863.96
5+440.00	0.03	1.43	0.98	32.71	4,463.00	68,896.67
5+460.00	0.00	2.70	0.33	41.34	4,463.33	68,938.01
5+480.00	0.00	6.52	0.01	92.24	4,463.34	69,030.25
5+500.00	0.00	12.24	0.00	187.58	4,463.34	69,217.83
5+520.00	0.00	17.73	0.00	299.70	4,463.34	69,517.52
5+540.00	0.00	14.74	0.00	324.66	4,463.34	69,842.19
5+560.00	0.00	9.29	0.00	240.28	4,463.34	70,082.47
5+580.00	0.00	3.20	0.00	124.94	4,463.34	70,207.41
5+600.00	0.20	0.34	2.01	35.35	4,465.36	70,242.76
5+620.00	1.40	0.50	16.21	8.27	4,481.57	70,251.02
5+640.00	0.01	3.73	14.15	42.25	4,495.72	70,293.27
5+660.00	0.00	8.42	0.14	121.45	4,495.86	70,414.72
5+680.00	0.00	12.18	0.00	205.98	4,495.86	70,620.70
5+700.00	0.00	13.86	0.00	260.39	4,495.86	70,881.09
5+720.00	0.00	17.39	0.00	312.49	4,495.86	71,193.58
5+740.00	0.00	21.89	0.00	392.82	4,495.86	71,586.40
5+760.00	0.00	25.01	0.00	469.01	4,495.86	72,055.41
5+780.00	0.00	25.36	0.00	503.74	4,495.86	72,559.15
5+800.00	0.00	24.98	0.00	503.45	4,495.86	73,062.60
5+820.00	0.00	22.45	0.00	474.30	4,495.86	73,536.91
5+840.00	0.00	23.07	0.00	455.22	4,495.86	73,992.13
5+860.00	0.00	24.42	0.00	474.91	4,495.86	74,467.04
5+880.00	0.00	24.17	0.00	485.93	4,495.86	74,952.98
5+900.00	0.00	26.10	0.00	502.69	4,495.86	75,455.67
5+920.00	0.00	23.54	0.00	496.32	4,495.86	75,951.99
5+940.00	0.00	21.35	0.00	448.83	4,495.86	76,400.82
5+960.00	0.00	20.75	0.00	420.95	4,495.86	76,821.77
5+980.00	0.00	22.00	0.00	427.52	4,495.86	77,249.29
6+000.00	0.00	20.32	0.00	423.98	4,495.86	77,673.26
6+020.00	0.00	16.76	0.00	371.42	4,495.86	78,044.68
6+040.00	0.00	11.31	0.00	281.03	4,495.86	78,325.71
6+060.00	0.00	7.24	0.00	185.54	4,495.86	78,511.25
6+080.00	0.00	4.14	0.00	113.68	4,495.86	78,624.93
6+100.00	0.00	6.27	0.00	104.14	4,495.86	78,729.07
6+120.00	0.36	0.68	3.62	69.51	4,499.49	78,798.58
6+140.00	3.41	0.00	37.70	6.77	4,537.19	78,805.34
6+160.00	3.52	0.01	69.24	0.11	4,606.42	78,805.45
6+180.00	0.31	1.62	38.30	16.34	4,644.72	78,821.79

6+200.00	0.00	9.91	3.14	115.37	4,647.87	78,937.16
6+220.00	0.00	13.19	0.00	231.00	4,647.87	79,168.16
6+240.00	0.00	13.97	0.00	271.53	4,647.87	79,439.70
6+260.00	0.00	13.46	0.00	274.25	4,647.87	79,713.95
6+280.00	0.00	12.48	0.00	259.35	4,647.87	79,973.30
6+300.00	0.00	12.51	0.00	249.85	4,647.87	80,223.15
6+320.00	0.00	8.32	0.00	208.29	4,647.87	80,431.44
6+340.00	0.00	4.98	0.00	133.05	4,647.87	80,564.49
6+360.00	0.00	4.08	0.03	90.65	4,647.90	80,655.14
6+380.00	0.00	4.96	0.03	90.42	4,647.93	80,745.56
6+400.00	0.00	6.96	0.00	119.25	4,647.93	80,864.81
6+420.00	0.00	9.21	0.00	161.79	4,647.93	81,026.60
6+440.00	0.00	11.20	0.00	204.14	4,647.93	81,230.74
6+460.00	0.00	8.77	0.00	199.68	4,647.93	81,430.42
6+480.00	0.01	6.23	0.05	149.99	4,647.98	81,580.42
6+500.00	0.52	2.21	5.30	84.40	4,653.28	81,664.82
6+520.00	4.72	0.31	52.47	25.20	4,705.75	81,690.02
6+540.00	2.19	0.69	69.15	10.00	4,774.90	81,700.03
6+560.00	0.47	2.41	26.62	31.04	4,801.52	81,731.07
6+580.00	0.00	10.27	4.70	126.81	4,806.22	81,857.88
6+600.00	0.00	19.58	0.00	298.49	4,806.22	82,156.37
6+620.00	0.00	21.44	0.00	410.25	4,806.22	82,566.62
6+640.00	0.00	18.02	0.00	394.66	4,806.22	82,961.28
6+660.00	0.00	15.71	0.00	337.28	4,806.22	83,298.56
6+680.00	0.00	14.04	0.00	297.47	4,806.22	83,596.03
6+700.00	0.00	19.23	0.00	332.68	4,806.22	83,928.71
6+720.00	0.00	29.74	0.00	489.64	4,806.22	84,418.35
6+740.00	0.00	30.98	0.00	607.14	4,806.22	85,025.49
6+760.00	0.00	23.88	0.00	548.53	4,806.22	85,574.01
6+780.00	0.00	18.45	0.00	423.22	4,806.22	85,997.23
6+800.00	0.00	11.36	0.00	298.02	4,806.22	86,295.25
6+820.00	0.00	8.36	0.00	197.17	4,806.22	86,492.43
6+840.00	0.00	9.67	0.00	180.12	4,806.22	86,672.55
6+860.00	0.00	13.13	0.00	227.80	4,806.22	86,900.34
6+880.00	0.00	17.57	0.00	306.82	4,806.22	87,207.16
6+900.00	0.00	16.10	0.00	336.54	4,806.22	87,543.70
6+920.00	0.00	9.31	0.00	254.07	4,806.22	87,797.78
6+940.00	0.00	4.93	0.00	142.40	4,806.22	87,940.18
6+960.00	7.19	0.00	71.94	49.30	4,878.16	87,989.48
6+980.00	0.88	0.23	80.72	2.31	4,958.89	87,991.79
7+000.00	0.00	9.54	8.78	97.76	4,967.66	88,089.54
7+020.00	0.00	40.45	0.00	499.95	4,967.66	88,589.49
7+040.00	0.00	48.43	0.00	888.84	4,967.66	89,478.33
7+060.00	0.00	30.92	0.00	793.54	4,967.66	90,271.87
7+080.00	0.00	5.24	0.00	361.12	4,967.66	90,632.99

7+100.00	14.35	0.00	144.68	52.38	5,112.35	90,685.37
7+120.00	32.75	0.00	476.29	0.00	5,588.63	90,685.37
7+140.00	42.07	0.00	755.46	0.00	6,344.09	90,685.37
7+160.00	16.45	0.00	590.08	0.00	6,934.17	90,685.37
7+180.00	0.01	2.53	165.80	25.15	7,099.97	90,710.52
7+200.00	0.00	16.40	0.12	189.30	7,100.08	90,899.81
7+220.00	0.00	53.92	0.00	703.26	7,100.08	91,603.08
7+240.00	0.00	85.89	0.00	1,398.12	7,100.08	93,001.19
7+260.00	0.00	120.80	0.00	2,068.56	7,100.08	95,069.75
7+280.00	0.00	116.65	0.00	2,378.71	7,100.08	97,448.47
7+300.00	0.00	101.90	0.00	2,191.26	7,100.08	99,639.72
7+320.00	0.00	59.34	0.00	1,616.26	7,100.08	101,255.98
7+340.00	0.00	25.96	0.00	853.54	7,100.08	102,109.52
7+360.00	0.00	4.42	0.00	303.79	7,100.08	102,413.30
7+380.00	0.00	6.00	0.00	104.22	7,100.08	102,517.52
7+400.00	0.00	6.02	0.00	120.20	7,100.08	102,637.72
7+420.00	0.00	17.74	0.00	237.59	7,100.08	102,875.31
7+440.00	0.00	30.16	0.00	478.99	7,100.08	103,354.30
7+460.00	0.00	29.16	0.00	593.18	7,100.08	103,947.48
7+480.00	0.00	11.76	0.00	409.26	7,100.08	104,356.75
7+500.00	0.00	3.25	0.00	150.11	7,100.08	104,506.86
7+520.00	0.00	8.94	0.00	121.86	7,100.08	104,628.72
7+540.00	0.00	18.86	0.00	277.98	7,100.08	104,906.70
7+560.00	0.00	41.10	0.00	599.57	7,100.08	105,506.27
7+580.00	0.00	53.24	0.00	943.38	7,100.08	106,449.64
7+600.00	0.00	35.06	0.00	882.99	7,100.08	107,332.64
7+620.00	0.00	21.01	0.00	560.67	7,100.08	107,893.30
7+640.00	0.00	14.70	0.00	357.10	7,100.08	108,250.40
7+660.00	0.00	7.28	0.00	219.82	7,100.08	108,470.22
7+680.00	0.06	0.66	0.64	79.46	7,100.72	108,549.68
7+700.00	0.00	16.63	0.64	172.94	7,101.37	108,722.62
7+720.00	0.00	23.21	0.00	398.37	7,101.37	109,121.00
7+740.00	0.00	23.93	0.00	471.43	7,101.37	109,592.43
7+760.00	0.00	21.02	0.00	449.54	7,101.37	110,041.96
7+780.00	0.00	6.35	0.00	273.72	7,101.37	110,315.68
7+800.00	0.03	2.68	0.27	90.16	7,101.64	110,405.84
7+820.00	0.00	4.87	0.27	75.35	7,101.91	110,481.20
7+840.00	0.00	9.91	0.00	147.71	7,101.91	110,628.91
7+860.00	0.45	0.74	4.51	106.49	7,106.43	110,735.39
7+880.00	4.13	0.00	45.85	7.37	7,152.28	110,742.77
7+900.00	0.20	1.85	43.32	18.55	7,195.60	110,761.31
7+920.00	0.00	9.08	1.98	109.35	7,197.58	110,870.66
7+940.00	0.00	7.28	0.00	163.58	7,197.58	111,034.25
7+960.00	0.00	10.17	0.00	174.45	7,197.58	111,208.70
7+980.00	0.00	27.02	0.00	371.84	7,197.58	111,580.54

8+000.00	0.00	38.53	0.00	655.43	7,197.58	112,235.97
8+020.00	0.00	80.30	0.00	1,188.27	7,197.58	113,424.24
8+040.00	0.00	43.86	0.00	1,241.63	7,197.58	114,665.87
8+060.00	0.02	9.87	0.20	537.32	7,197.78	115,203.19
8+080.00	1.03	0.78	10.49	106.53	7,208.28	115,309.73
8+100.00	0.01	3.13	10.43	39.13	7,218.70	115,348.86
8+120.00	0.00	9.96	0.14	130.95	7,218.85	115,479.80
8+140.00	0.00	13.60	0.00	235.59	7,218.85	115,715.40
8+160.00	0.00	14.75	0.00	283.43	7,218.85	115,998.82
8+180.00	0.00	11.66	0.00	264.03	7,218.85	116,262.86
8+200.00	0.00	6.38	0.00	180.31	7,218.85	116,443.17
8+220.00	0.00	14.62	0.00	209.98	7,218.85	116,653.15
8+240.00	0.00	13.76	0.00	283.80	7,218.85	116,936.96
8+260.00	0.00	9.44	0.00	231.95	7,218.85	117,168.91
8+280.00	0.00	6.87	0.00	163.05	7,218.85	117,331.96
8+300.00	0.00	5.61	0.00	124.81	7,218.85	117,456.77
8+320.00	0.01	4.70	0.07	103.11	7,218.92	117,559.89
8+340.00	0.02	1.88	0.30	65.72	7,219.22	117,625.61
8+360.00	0.03	1.23	0.53	31.06	7,219.75	117,656.67
8+380.00	0.00	4.58	0.34	58.21	7,220.09	117,714.88
8+400.00	0.00	8.73	0.04	133.06	7,220.13	117,847.94
8+420.00	0.00	10.83	0.00	195.63	7,220.13	118,043.57
8+440.00	0.00	6.55	0.00	173.81	7,220.13	118,217.39
8+460.00	0.00	2.78	0.01	93.24	7,220.14	118,310.63
8+480.00	0.00	2.46	0.03	52.38	7,220.17	118,363.01
8+500.00	0.00	13.72	0.02	161.80	7,220.19	118,524.81
8+520.00	0.00	26.48	0.00	401.94	7,220.19	118,926.75
8+540.00	0.00	27.14	0.00	536.21	7,220.19	119,462.97
8+560.00	0.00	18.94	0.00	460.88	7,220.19	119,923.85
8+580.00	0.00	3.87	0.00	228.17	7,220.19	120,152.02
8+600.00	0.00	2.73	0.00	66.01	7,220.19	120,218.02
8+620.00	0.02	1.46	0.22	41.91	7,220.41	120,259.93
8+640.00	0.05	0.67	0.67	21.32	7,221.08	120,281.25
8+660.00	0.00	4.35	0.45	50.19	7,221.54	120,331.44
8+680.00	0.00	5.34	0.00	96.95	7,221.54	120,428.39
8+700.00	0.00	5.91	0.00	112.55	7,221.54	120,540.94
8+720.00	0.03	6.88	0.30	127.92	7,221.83	120,668.86
8+740.00	0.00	10.35	0.30	172.34	7,222.13	120,841.20
8+760.00	0.00	20.81	0.00	311.57	7,222.13	121,152.78
8+780.00	0.00	25.75	0.00	465.58	7,222.13	121,618.36
8+800.00	0.00	34.65	0.00	604.05	7,222.13	122,222.41
8+820.00	0.00	24.02	0.00	586.67	7,222.13	122,809.08
8+840.00	0.00	8.59	0.00	326.07	7,222.13	123,135.15
8+860.00	0.00	7.04	0.00	156.30	7,222.13	123,291.45
8+880.00	1.08	2.51	10.85	95.46	7,232.98	123,386.91

8+900.00	1.47	2.45	25.93	49.12	7,258.91	123,436.03
8+920.00	0.07	6.52	16.07	87.55	7,274.98	123,523.58
8+940.00	0.01	5.31	0.79	116.09	7,275.77	123,639.67
8+960.00	0.02	4.59	0.25	97.54	7,276.02	123,737.20
8+980.00	0.00	5.01	0.19	94.92	7,276.21	123,832.12
9+000.00	0.00	4.75	0.02	97.46	7,276.23	123,929.58
9+020.00	0.00	4.77	0.02	95.24	7,276.24	124,024.82
9+040.00	0.00	9.51	0.00	142.83	7,276.24	124,167.65
9+060.00	0.00	17.01	0.00	265.17	7,276.24	124,432.82
9+080.00	0.00	21.12	0.00	381.29	7,276.24	124,814.11
9+100.00	0.00	20.43	0.00	415.48	7,276.24	125,229.59
9+120.00	0.00	13.66	0.00	340.85	7,276.24	125,570.45
9+140.00	0.00	4.90	0.01	185.59	7,276.26	125,756.03
9+160.00	0.01	3.21	0.16	81.06	7,276.42	125,837.09
9+180.00	3.06	0.00	30.78	32.05	7,307.20	125,869.14
9+200.00	0.04	0.82	31.08	8.23	7,338.28	125,877.37
9+220.00	0.00	7.21	0.43	80.35	7,338.71	125,957.72
9+240.00	0.00	17.22	0.00	244.37	7,338.71	126,202.09
9+260.00	0.00	51.35	0.00	685.75	7,338.71	126,887.83
9+280.00	0.00	63.06	0.00	1,144.05	7,338.71	128,031.89
9+300.00	0.00	65.67	0.00	1,287.27	7,338.71	129,319.16
9+320.00	0.00	62.90	0.00	1,285.73	7,338.71	130,604.89
9+340.00	0.00	51.30	0.00	1,142.00	7,338.71	131,746.89
9+360.00	0.00	37.80	0.00	890.98	7,338.71	132,637.87
9+380.00	0.00	29.49	0.00	672.90	7,338.71	133,310.77
9+400.00	0.00	21.95	0.00	514.43	7,338.71	133,825.20
9+420.00	0.00	11.30	0.00	332.55	7,338.71	134,157.76
9+440.00	0.45	1.69	4.45	129.97	7,343.16	134,287.73
9+460.00	3.30	0.00	37.41	16.94	7,380.57	134,304.67
9+480.00	3.60	0.00	69.12	0.00	7,449.69	134,304.67
9+500.00	3.52	0.00	71.43	0.00	7,521.13	134,304.67
9+520.00	0.87	0.08	44.08	0.84	7,565.20	134,305.50
9+540.00	0.00	8.30	8.77	83.45	7,573.97	134,388.96
9+560.00	0.00	16.83	0.00	251.27	7,573.97	134,640.23
9+580.00	0.00	21.48	0.00	383.15	7,573.97	135,023.38
9+600.00	0.00	12.36	0.00	338.40	7,573.97	135,361.78
9+620.00	1.27	0.90	12.71	132.61	7,586.68	135,494.38
9+640.00	7.46	0.00	87.03	9.13	7,673.71	135,503.51
9+660.00	8.41	0.00	158.26	0.00	7,831.96	135,503.51
9+680.00	4.91	0.00	133.08	0.00	7,965.04	135,503.51
9+700.00	0.11	0.23	50.26	2.28	8,015.30	135,505.79
9+720.00	0.01	2.68	1.16	29.10	8,016.47	135,534.89
9+740.00	0.00	2.63	0.08	53.14	8,016.55	135,588.02
9+760.00	0.00	3.32	0.01	59.58	8,016.55	135,647.60
9+780.00	0.00	6.90	0.00	102.25	8,016.55	135,749.85

9+800.00	0.00	9.38	0.00	162.82	8,016.55	135,912.67
9+820.00	0.01	3.55	0.11	129.27	8,016.66	136,041.94
9+840.00	0.17	1.74	1.82	52.83	8,018.48	136,094.77
9+860.00	0.31	0.42	4.78	21.53	8,023.25	136,116.30
9+880.00	0.00	3.86	3.07	42.74	8,026.32	136,159.03
9+900.00	0.00	9.48	0.00	133.41	8,026.32	136,292.44
9+920.00	0.00	11.83	0.00	213.17	8,026.32	136,505.61
9+940.00	0.00	9.08	0.00	209.40	8,026.32	136,715.01
9+960.00	5.40	0.00	54.33	91.07	8,080.65	136,806.08
9+980.00	13.66	0.00	191.43	0.00	8,272.07	136,806.08
10+000.00	16.56	0.00	302.93	0.00	8,575.00	136,806.08
10+020.00	15.54	0.00	321.00	0.00	8,896.00	136,806.08
10+040.00	6.93	0.00	224.75	0.00	9,120.75	136,806.08
10+060.00	0.00	7.27	69.33	72.67	9,190.08	136,878.74
10+080.00	0.00	27.75	0.00	350.12	9,190.08	137,228.86
10+100.00	0.00	39.13	0.00	668.74	9,190.08	137,897.60
10+120.00	0.00	37.31	0.00	764.39	9,190.08	138,661.99
10+140.00	0.00	18.29	0.00	555.99	9,190.08	139,217.98
10+160.00	0.00	6.29	0.00	245.80	9,190.08	139,463.78
10+180.00	9.91	0.00	99.08	62.92	9,289.16	139,526.70
10+200.00	15.99	0.00	258.67	0.00	9,547.83	139,526.70
10+220.00	15.72	0.00	316.18	0.00	9,864.01	139,526.70
10+240.00	15.92	0.00	315.31	0.00	10,179.32	139,526.70
10+260.00	15.88	0.00	318.78	0.00	10,498.10	139,526.70
10+280.00	8.53	0.00	245.45	0.00	10,743.56	139,526.70
10+296.23	0.00	3.64	69.22	29.59	10,812.77	139,556.29

SUSTENTO DE METRADOS PAVIMENTO RIGIDO

ITEM	DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS (m)			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTURA		
1	PAVIMENTO RIGIDO							
1.01	TRABAJOS PRELIMINARES							
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO CON EQUIPO	M3						67,955.12
			1.00	AREA=	67,955.12		67,955.12	
1.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO EN MAQUINARIA	M3						139,556.29
	Viene de cuadro de explanaciones		1.00	VOL.=	139,556.29		139,556.29	
01.02.02	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO CON EQUIPO	M3						10,812.77
	Viene de cuadro de explanaciones		1.00	VOL.=	10,812.77		10,812.77	
01.02.03	CONFORMACION DE SUBRASANTE, PISTAS	M2						67,955.12
			1.00	AREA=	67,955.12		67,955.12	
01.02.04	CONFORMACION DE SUB BASE GRANULAR	M2						67,955.12
			1.00	AREA=	67,955.12		67,955.12	
01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA(D MAX. =5 KM.)	M3						174,445.36
	Eliminacion de material excedente					ESPONJ.		
	Viene de la partida de corte		1.00	VOL.=	139,556.29	1.25	174,445.36	
1.03	CONCRETO ARMADO							
01.03.01	CONCRETO MR=40 KG/CM2 (MODULO DE ROTURA)	M2						67,955.12
	Concreto MR=40 KG/CM2		1.00	AREA=	67,955.12		67,955.12	

SUSTENTO DE METRADOS PAVIMENTO RIGIDO

ITEM	DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS (m)			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTURA		
01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN JUNTAS DE CONSTRUCCION	M2						2,029.59
	Encofrado y desencofrado en juntas de construccion		1.00	AREA= 2,029.59			2,029.59	
							0.00	
01.03.03	ACERO EN JUNTA DE CONSTRUCCION TRANSVERSAL e 1" LONG. 40cm @30cm	M						1,359.10
	Acero de junta transversal		1.00	AREA= 67,955.12		FAC. ACER. TRANS 0.02	1,359.10	
01.03.04	ACERO EN JUNTA DE CONSTRUCCION LONGITUDINAL e 1/2" LONG. 65cm @76cm	M						11,325.85
	Acero de junta longitudinal		1.00	AREA= 67,955.12		FAC. ACER. TRANS 0.17	11,325.85	
01.03.05	NIVELACION Y TEXTURIZADO DE SUPERFICIE	M2						67,955.12
	Nivelacion y texturizado de superficie		1.00	AREA= 67,955.12			67,955.12	
01.03.06	PLANCHADO (TIPO FROTACHADO) CON ALISADORA SIMPLE C/DISCO	M2						67,955.12
			1.00	AREA= 67,955.12			67,955.12	
01.03.07	CORTE DE JUNTAS 3mm	M						75,430.18
			1.00	AREA= 67,955.12		FAC. ACER. TRANS 1.11	75,430.18	
01.03.08	APLICACIÓN DE RETARDANTE DE EVAPORACION	M2						67,955.12
			1.00	AREA= 67,955.12			67,955.12	
01.03.09	APLICACIÓN DE CURADOR QUIMICO	M2						67,955.12

SUSTENTO DE METRADOS PAVIMENTO RIGIDO

ITEM	DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS (m)			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTURA		
			1.00	AREA= 67,955.12			67,955.12	
1.04	BADENES							
01.04.01	SUB BASE GRANULAR E=0.15 M CON EQUIPO, EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO	M2						450.00
			1.00	50.00	9.00		450.00	
01.04.02	CONCRETO MR=40 KG/CM2 (MODULO DE ROTURA), E=0.16 M	M2						450.00
			1.00	AREA= 450.00			450.00	
01.04.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN JUNTAS DE CONSTRUCCION	M2						13.44
			1.00	AREA= 13.44			13.44	
01.04.04	ACERO EN JUNTA DE CONSTRUCCION TRANSVERSAL a 1" LONG. 40cm @30cm	M						9.00
	Acero de junta transversal		1.00	AREA= 450.00		FAC. ACER. TRANS 0.02	9.00	
01.04.05	ACERO EN JUNTA DE CONSTRUCCION LONGITUDINAL a 1/2" LONG. 65cm @76cm	M						75.00
	Acero de junta longitudinal		1.00	AREA= 450.00		FAC. ACER. TRANS 0.17	75.00	
01.04.06	NIVELACION Y TEXTURIZADO DE SUPERFICIE	M2						450.00
	Nivelacion y texturizado de superficie		1.00	AREA= 450.00			450.00	
01.04.07	PLANCHADO (TIPO FROTACHADO) CON ALISADORA SIMPLE C/DISCO	M2						450.00

SUSTENTO DE METRADOS PAVIMENTO RIGIDO

ITEM	DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS (m)			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTURA		
			1.00	AREA= 450.00			450.00	
01.04.08	CORTE DE JUNTAS 3mm	M						499.50
			1.00	AREA= 450.00		FAC. ACER. TRANS 1.11	499.50	
01.04.09	APLICACIÓN DE RETARDANTE DE EVAPORACION	M2						450.00
			1.00	AREA= 450.00			450.00	
01.04.10	APLICACIÓN DE CURADOR QUIMICO	M2						450.00
			1.00	AREA= 450.00			450.00	
1.05	CUNETAS							
01.05.01	CUNETA DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2	M2						164.00
			1.00	2,050.00	AREA=	0.08	164.00	
01.05.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE CUNETA	M2						164.00
			1.00	AREA= 164.00			164.00	
01.05.03	CURADO CON QDITIVO QUIMICO EN CONCRETO	M2						1,701.50
			1.00	AREA= 2,050.00		0.83	1,701.50	
01.05.04	JUNTAS EN CUENTAS	M						505.42
			1.00	AREA= 505.42			505.42	

PRESUPUESTO PAVIMENTO FLEXIBLE					
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	P.U	TOTAL
1	PAVIMENTO FLEXIBLE				
1.01	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO CON EQUIPO	M3	67,955.12	3.10	210,660.87
1.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO EN MAQUINARIA	M3	145,931.73	7.90	1,152,860.67
01.02.02	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO CON EQUIPO	M3	9,774.77	75.32	736,235.68
01.02.03	CONFORMACION DE SUBRASANTE, PISTAS	M2	67,955.12	5.03	341,814.25
01.02.04	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M2	67,955.12	27.95	1,899,345.60
01.02.05	CONFORMACION DE SUB BASE GRANULAR	M2	67,955.12	14.75	1,002,338.02
01.02.06		M3	145,931.73	25.67	3,746,067.51
1.03	PAVIMENTO FLEXIBLE				
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	67,955.12	5.92	402,294.31
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	M2	67,955.12	73.49	4,994,021.77
1.04	BADENES				
01.04.01	SUB BASE GRANULAR E=0.15 M CON EQUIPO, EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO	M2	450.00	14.75	6,637.50
01.04.02	CONCRETO MR=40 KG/CM2 (MODULO DE ROTURA), E=0.16 M	M2	450.00	108.75	48,937.50
01.04.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN JUNTAS DE CONSTRUCCION	M2	13.44	41.64	559.64
01.04.04		M	9.00	21.83	196.47
01.04.05	ACERO EN JUNTA DE CONSTRUCCION LONGITUDINAL ø 1/2" LONG. 65cm @76cm	M	75.00	5.96	447.00
01.04.06	NIVELACION Y TEXTURIZADO DE SUPERFICIE	M2	450.00	3.99	1,795.50
01.04.07		M2	450.00	0.81	364.50
01.04.08	CORTE DE JUNTAS 3mm	M	499.50	3.82	1,908.09
01.04.09	APLICACION DE RETARDANTE DE EVAPORACION	M2	450.00	1.11	499.50
01.04.10	APLICACION DE CURADOR QUIMICO	M2	450.00	18.99	8,545.50
1.05	CUNETAS				
01.05.01	CUNETETA DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2	M3	164.00	431.47	70,761.08
01.05.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE CUNETETA	M2	164.00	80.80	13,251.20
01.05.03	CURADO CON QDITIVO QUIMICO EN CONCRETO	M2	1,701.50	5.55	9,443.33
01.05.04	JUNTAS EN CUNETAS	M	505.42	19.43	9,820.31
	COSTO DIRECTO				14,658,805.80
	GASTOS GENERALES (10%)				1465880.58
	UTILIDAD (10%)				1465880.58
	SUB TOTAL				17,590,566.96
	IGV (18%)				3166302.052
	TOTAL PRESUPUESTO				20,756,869.01

SUSTENTO DE METRADOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE						
PROGRESIVA	ÁREA DE RELLENO	ÁREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE
0+000.00	0.02	4.26	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	0.02	4.81	0.39	90.68	0.39	90.68
0+040.00	0.02	4.56	0.33	93.70	0.72	184.38
0+060.00	0.26	3.37	2.74	79.30	3.47	263.68
0+080.00	0.82	0.74	10.74	41.10	14.21	304.77
0+100.00	2.26	0.35	30.73	10.92	44.94	315.69
0+120.00	4.80	0.00	70.55	3.52	115.49	319.21
0+140.00	3.46	0.11	82.59	1.12	198.07	320.33
0+160.00	1.55	0.28	50.06	3.90	248.13	324.23
0+180.00	1.76	0.97	33.01	12.52	281.14	336.75
0+200.00	2.39	0.92	41.41	18.89	322.55	355.64
0+220.00	0.03	3.68	24.15	45.95	346.70	401.59
0+240.00	0.00	9.81	0.29	134.93	346.99	536.52
0+260.00	0.00	16.77	0.00	265.85	346.99	802.37
0+280.00	0.00	24.56	0.00	413.34	346.99	1,215.71
0+300.00	0.00	25.73	0.00	502.95	346.99	1,718.65
0+320.00	0.00	23.17	0.00	489.01	346.99	2,207.66
0+340.00	0.00	17.40	0.00	405.72	346.99	2,613.38
0+360.00	0.00	7.53	0.00	249.30	346.99	2,862.68
0+380.00	0.00	4.22	0.00	117.45	347.00	2,980.13
0+400.00	0.00	4.83	0.00	90.50	347.00	3,070.63
0+420.00	0.00	9.09	0.00	139.27	347.00	3,209.90
0+440.00	0.00	17.91	0.00	270.02	347.00	3,479.92
0+460.00	0.00	31.02	0.00	489.26	347.00	3,969.18
0+480.00	0.00	47.98	0.00	789.96	347.00	4,759.13
0+500.00	0.00	56.78	0.00	1,047.54	347.00	5,806.67
0+520.00	0.00	54.87	0.00	1,116.43	347.00	6,923.10
0+540.00	0.00	45.69	0.00	1,005.52	347.00	7,928.62
0+560.00	0.00	17.45	0.00	631.35	347.00	8,559.97
0+580.00	1.75	0.01	17.48	174.59	364.48	8,734.57
0+600.00	5.35	0.00	70.98	0.09	435.47	8,734.65
0+620.00	1.29	0.37	66.41	3.66	501.87	8,738.31
0+640.00	0.00	7.49	12.91	78.58	514.78	8,816.89
0+660.00	0.00	20.02	0.00	275.09	514.78	9,091.98
0+680.00	0.00	35.08	0.00	551.00	514.78	9,642.98
0+700.00	0.00	39.26	0.00	743.44	514.78	10,386.42
0+720.00	0.00	32.00	0.00	712.57	514.78	11,098.99
0+740.00	0.00	24.05	0.00	560.46	514.78	11,659.45
0+760.00	0.00	16.70	0.00	407.52	514.78	12,066.97
0+780.00	0.00	10.63	0.00	273.29	514.78	12,340.26

0+800.00	0.00	5.90	0.00	165.31	514.78	12,505.58
0+820.00	0.00	5.65	0.00	115.49	514.78	12,621.07
0+840.00	0.00	6.66	0.00	123.07	514.78	12,744.14
0+860.00	0.00	9.94	0.00	165.96	514.78	12,910.10
0+880.00	0.00	20.73	0.00	306.66	514.78	13,216.76
0+900.00	0.00	30.90	0.00	516.31	514.78	13,733.07
0+920.00	0.00	41.74	0.00	726.41	514.78	14,459.48
0+940.00	0.00	43.82	0.00	855.62	514.78	15,315.09
0+960.00	0.00	23.50	0.00	673.26	514.78	15,988.35
0+980.00	0.00	10.65	0.00	341.48	514.78	16,329.84
1+000.00	0.00	4.57	0.05	152.12	514.83	16,481.96
1+020.00	0.07	2.23	0.73	68.01	515.56	16,549.96
1+040.00	0.38	1.63	4.31	39.24	519.87	16,589.20
1+060.00	0.93	1.38	12.99	30.27	532.86	16,619.47
1+080.00	0.82	1.57	17.51	29.48	550.37	16,648.95
1+100.00	0.43	1.54	12.47	31.07	562.84	16,680.02
1+120.00	0.34	1.31	7.70	28.49	570.54	16,708.50
1+140.00	0.06	1.53	4.04	28.34	574.58	16,736.85
1+160.00	0.05	2.31	1.12	38.40	575.69	16,775.25
1+180.00	0.04	1.88	0.98	41.77	576.67	16,817.02
1+200.00	0.08	1.01	1.23	28.80	577.91	16,845.82
1+220.00	0.00	3.29	0.82	43.08	578.73	16,888.90
1+240.00	0.00	5.53	0.05	88.23	578.77	16,977.13
1+260.00	0.00	8.29	0.00	138.19	578.77	17,115.32
1+280.00	0.00	11.51	0.00	197.98	578.77	17,313.31
1+300.00	0.00	11.57	0.00	230.28	578.77	17,543.59
1+320.00	0.00	12.37	0.00	239.44	578.77	17,783.03
1+340.00	0.00	13.79	0.00	261.62	578.77	18,044.64
1+360.00	0.00	12.85	0.00	266.37	578.77	18,311.02
1+380.00	0.00	9.77	0.00	226.16	578.77	18,537.18
1+400.00	0.00	9.67	0.00	194.34	578.77	18,731.52
1+420.00	0.00	6.37	0.00	160.47	578.77	18,891.99
1+440.00	0.00	2.83	0.01	92.14	578.78	18,984.13
1+460.00	0.13	2.21	1.28	50.39	580.06	19,034.53
1+480.00	0.23	1.89	3.55	40.99	583.61	19,075.52
1+500.00	0.26	2.08	4.90	39.67	588.51	19,115.19
1+520.00	0.00	7.30	2.62	93.71	591.13	19,208.90
1+540.00	0.00	8.86	0.00	162.10	591.13	19,371.00
1+560.00	0.00	6.58	0.00	154.34	591.13	19,525.34
1+580.00	0.05	4.88	0.49	114.55	591.62	19,639.89
1+600.00	0.08	5.08	1.27	99.56	592.89	19,739.45
1+620.00	0.02	4.48	0.96	95.58	593.85	19,835.03
1+640.00	0.03	4.80	0.48	92.82	594.33	19,927.85
1+660.00	0.01	5.43	0.36	102.31	594.68	20,030.16
1+680.00	0.08	3.13	0.82	85.61	595.50	20,115.76

1+700.00	2.95	0.08	30.22	32.17	625.72	20,147.93
1+720.00	7.68	0.00	106.16	0.84	731.88	20,148.77
1+740.00	10.32	0.00	179.70	0.00	911.58	20,148.77
1+760.00	7.25	0.00	175.05	0.00	1,086.63	20,148.77
1+780.00	3.27	0.47	104.21	4.78	1,190.84	20,153.55
1+800.00	0.92	1.11	41.47	15.91	1,232.30	20,169.46
1+820.00	0.08	1.87	10.05	29.81	1,242.35	20,199.27
1+840.00	0.04	3.32	1.25	51.93	1,243.60	20,251.20
1+860.00	0.00	6.93	0.42	102.53	1,244.02	20,353.72
1+880.00	0.00	10.65	0.00	175.86	1,244.02	20,529.58
1+900.00	0.00	14.97	0.00	256.23	1,244.02	20,785.81
1+920.00	0.00	21.63	0.00	366.00	1,244.02	21,151.81
1+940.00	0.00	27.74	0.00	493.68	1,244.02	21,645.50
1+960.00	0.00	32.52	0.00	602.53	1,244.02	22,248.03
1+980.00	0.00	29.48	0.00	619.91	1,244.02	22,867.94
2+000.00	0.00	17.72	0.00	471.97	1,244.02	23,339.91
2+020.00	0.00	10.49	0.00	282.09	1,244.02	23,622.01
2+040.00	0.01	5.63	0.06	161.19	1,244.07	23,783.20
2+060.00	0.05	7.04	0.57	126.67	1,244.64	23,909.88
2+080.00	0.00	6.36	0.51	134.00	1,245.15	24,043.88
2+100.00	0.00	7.13	0.03	134.93	1,245.18	24,178.81
2+120.00	0.03	2.54	0.34	96.69	1,245.52	24,275.50
2+140.00	3.69	0.00	37.22	25.40	1,282.74	24,300.90
2+160.00	4.40	0.00	80.93	0.00	1,363.67	24,300.90
2+180.00	5.09	0.00	94.99	0.00	1,458.66	24,300.90
2+200.00	0.26	2.07	53.57	20.75	1,512.23	24,321.65
2+220.00	0.00	5.47	2.65	75.46	1,514.88	24,397.11
2+240.00	0.00	10.42	0.03	158.93	1,514.91	24,556.04
2+260.00	0.00	12.22	0.00	226.46	1,514.91	24,782.50
2+280.00	0.00	10.92	0.00	231.48	1,514.91	25,013.98
2+300.00	0.00	9.87	0.00	207.91	1,514.91	25,221.89
2+320.00	0.00	5.78	0.00	156.52	1,514.91	25,378.41
2+340.00	0.06	1.05	0.63	68.32	1,515.53	25,446.73
2+360.00	1.73	0.17	17.89	12.18	1,533.43	25,458.91
2+380.00	0.13	0.54	18.53	7.08	1,551.95	25,466.00
2+400.00	0.33	1.49	4.54	20.33	1,556.49	25,486.32
2+420.00	0.00	6.47	3.28	79.62	1,559.77	25,565.95
2+440.00	0.00	6.09	0.00	125.57	1,559.77	25,691.51
2+460.00	0.00	9.93	0.00	160.15	1,559.77	25,851.67
2+480.00	0.00	10.90	0.00	208.25	1,559.77	26,059.91
2+500.00	0.00	9.63	0.00	205.25	1,559.77	26,265.16
2+520.00	0.00	10.46	0.00	200.91	1,559.77	26,466.07
2+540.00	0.00	12.53	0.00	229.99	1,559.77	26,696.06
2+560.00	0.00	16.98	0.00	295.17	1,559.77	26,991.23
2+580.00	0.00	22.42	0.00	393.99	1,559.77	27,385.21

2+600.00	0.00	21.73	0.00	441.44	1,559.77	27,826.65
2+620.00	0.00	13.80	0.00	355.31	1,559.77	28,181.97
2+640.00	0.00	7.37	0.00	211.75	1,559.77	28,393.72
2+660.00	0.04	1.73	0.36	91.06	1,560.13	28,484.78
2+680.00	0.02	2.06	0.59	37.91	1,560.72	28,522.69
2+700.00	0.01	2.63	0.31	46.84	1,561.02	28,569.52
2+720.00	0.00	3.94	0.09	65.70	1,561.11	28,635.22
2+740.00	0.00	9.34	0.01	132.83	1,561.12	28,768.05
2+760.00	0.00	15.27	0.00	246.13	1,561.12	29,014.17
2+780.00	0.00	21.03	0.00	363.07	1,561.12	29,377.24
2+800.00	0.00	26.39	0.00	474.24	1,561.12	29,851.49
2+820.00	0.00	28.98	0.00	553.67	1,561.12	30,405.16
2+840.00	0.00	26.79	0.00	557.71	1,561.12	30,962.87
2+860.00	0.00	23.88	0.00	506.66	1,561.12	31,469.54
2+880.00	0.00	19.89	0.00	437.66	1,561.12	31,907.20
2+900.00	0.00	16.95	0.00	368.42	1,561.12	32,275.62
2+920.00	0.00	11.75	0.00	287.00	1,561.12	32,562.62
2+940.00	0.00	5.76	0.00	175.05	1,561.12	32,737.67
2+960.00	0.00	4.60	0.00	103.55	1,561.12	32,841.22
2+980.00	0.00	6.66	0.00	112.60	1,561.12	32,953.82
3+000.00	0.00	7.20	0.00	138.65	1,561.12	33,092.47
3+020.00	0.00	6.89	0.00	140.95	1,561.12	33,233.42
3+040.00	0.00	7.90	0.00	147.95	1,561.12	33,381.37
3+060.00	0.00	15.59	0.00	234.91	1,561.12	33,616.28
3+080.00	0.00	19.27	0.00	348.59	1,561.12	33,964.87
3+100.00	0.00	20.10	0.00	393.69	1,561.12	34,358.56
3+120.00	0.00	18.48	0.00	385.81	1,561.12	34,744.36
3+140.00	0.00	14.98	0.00	334.60	1,561.12	35,078.97
3+160.00	0.00	10.60	0.00	255.84	1,561.12	35,334.80
3+180.00	0.00	8.04	0.00	186.49	1,561.13	35,521.29
3+200.00	0.00	7.24	0.00	152.85	1,561.13	35,674.14
3+220.00	0.00	7.90	0.00	151.40	1,561.13	35,825.54
3+240.00	0.00	8.74	0.00	166.41	1,561.13	35,991.95
3+260.00	0.00	11.86	0.00	206.14	1,561.13	36,198.09
3+280.00	0.00	15.87	0.00	277.31	1,561.13	36,475.39
3+300.00	0.00	18.66	0.00	345.26	1,561.13	36,820.66
3+320.00	0.00	22.18	0.00	408.41	1,561.13	37,229.07
3+340.00	0.00	23.40	0.00	455.86	1,561.13	37,684.93
3+360.00	0.00	17.82	0.00	412.25	1,561.13	38,097.18
3+380.00	0.00	11.93	0.00	297.55	1,561.13	38,394.74
3+400.00	0.01	3.03	0.08	149.60	1,561.20	38,544.33
3+420.00	0.00	5.66	0.08	86.88	1,561.28	38,631.21
3+440.00	0.00	14.89	0.00	205.51	1,561.28	38,836.72
3+460.00	0.00	25.05	0.00	399.46	1,561.28	39,236.18
3+480.00	0.00	35.49	0.00	605.50	1,561.28	39,841.68

3+500.00	0.00	39.05	0.00	745.42	1,561.28	40,587.10
3+520.00	0.00	34.73	0.00	737.79	1,561.28	41,324.89
3+540.00	0.00	23.42	0.00	581.50	1,561.28	41,906.39
3+560.00	0.00	5.30	0.00	287.13	1,561.28	42,193.53
3+580.00	11.69	0.00	117.15	52.90	1,678.43	42,246.43
3+600.00	12.25	0.00	240.07	0.00	1,918.50	42,246.43
3+620.00	5.80	0.00	181.22	0.00	2,099.72	42,246.43
3+640.00	0.31	0.20	61.29	2.00	2,161.01	42,248.43
3+660.00	0.00	6.49	3.13	66.90	2,164.14	42,315.33
3+680.00	0.00	12.61	0.00	191.00	2,164.14	42,506.33
3+700.00	0.00	22.05	0.00	346.62	2,164.14	42,852.94
3+720.00	0.00	20.68	0.00	427.34	2,164.14	43,280.29
3+740.00	0.05	2.75	0.47	234.38	2,164.61	43,514.66
3+760.00	2.87	0.01	29.15	27.62	2,193.75	43,542.28
3+780.00	8.73	0.00	116.02	0.08	2,309.77	43,542.36
3+800.00	12.82	0.00	215.56	0.00	2,525.33	43,542.36
3+820.00	13.27	0.00	260.88	0.00	2,786.21	43,542.36
3+840.00	8.24	0.00	215.04	0.00	3,001.25	43,542.36
3+860.00	0.55	1.75	87.89	17.50	3,089.14	43,559.86
3+880.00	0.00	8.84	5.50	105.95	3,094.64	43,665.81
3+900.00	0.00	16.36	0.00	252.02	3,094.64	43,917.83
3+920.00	0.00	26.68	0.00	430.41	3,094.64	44,348.24
3+940.00	0.00	35.57	0.00	622.56	3,094.64	44,970.80
3+960.00	0.00	41.33	0.00	770.31	3,094.64	45,741.11
3+980.00	0.00	44.72	0.00	860.84	3,094.64	46,601.95
4+000.00	0.00	37.06	0.00	816.74	3,094.64	47,418.70
4+020.00	0.00	25.97	0.00	628.80	3,094.64	48,047.50
4+040.00	0.00	15.66	0.00	414.11	3,094.64	48,461.61
4+060.00	0.03	4.63	0.35	201.94	3,094.99	48,663.56
4+080.00	3.64	0.02	36.77	46.59	3,131.76	48,710.15
4+100.00	0.17	1.87	38.16	18.95	3,169.92	48,729.10
4+120.00	0.00	13.54	1.73	154.11	3,171.64	48,883.21
4+140.00	0.00	24.95	0.00	384.89	3,171.64	49,268.10
4+160.00	0.00	36.27	0.00	612.19	3,171.64	49,880.29
4+180.00	0.00	37.08	0.00	733.52	3,171.64	50,613.81
4+200.00	0.00	29.22	0.00	662.96	3,171.64	51,276.77
4+220.00	0.00	21.14	0.00	503.54	3,171.64	51,780.31
4+240.00	0.00	12.27	0.00	334.11	3,171.64	52,114.42
4+260.00	0.01	5.04	0.12	173.12	3,171.76	52,287.54
4+280.00	0.06	2.79	0.68	78.41	3,172.45	52,365.95
4+300.00	0.48	0.50	5.24	33.21	3,177.69	52,399.16
4+320.00	4.76	0.00	52.13	5.11	3,229.82	52,404.27
4+340.00	3.00	0.00	77.28	0.00	3,307.10	52,404.27
4+360.00	0.00	5.97	29.91	59.73	3,337.02	52,464.00
4+380.00	0.00	9.12	0.00	150.91	3,337.02	52,614.91

4+400.00	0.00	16.14	0.00	252.57	3,337.02	52,867.48
4+420.00	0.00	20.30	0.00	364.40	3,337.02	53,231.88
4+440.00	0.00	25.21	0.00	455.10	3,337.02	53,686.98
4+460.00	0.00	22.44	0.00	476.43	3,337.02	54,163.41
4+480.00	0.00	15.51	0.00	379.47	3,337.02	54,542.88
4+500.00	0.00	8.73	0.00	242.40	3,337.02	54,785.28
4+520.00	0.33	1.73	3.33	104.58	3,340.35	54,889.86
4+540.00	0.21	1.74	5.46	34.68	3,345.81	54,924.54
4+560.00	0.05	2.68	2.66	44.15	3,348.47	54,968.70
4+580.00	0.02	4.30	0.69	69.76	3,349.16	55,038.46
4+600.00	0.00	7.44	0.16	117.45	3,349.32	55,155.91
4+620.00	0.00	10.96	0.00	184.04	3,349.32	55,339.95
4+640.00	0.00	12.58	0.00	235.38	3,349.32	55,575.33
4+660.00	0.02	9.55	0.23	221.30	3,349.55	55,796.63
4+680.00	1.25	4.10	12.70	136.48	3,362.25	55,933.12
4+700.00	5.75	1.49	69.96	55.89	3,432.21	55,989.01
4+720.00	3.38	1.34	91.25	28.31	3,523.46	56,017.31
4+740.00	0.00	7.33	33.75	86.67	3,557.21	56,103.99
4+760.00	0.00	19.49	0.00	267.86	3,557.21	56,371.85
4+780.00	0.00	50.27	0.00	694.64	3,557.21	57,066.49
4+800.00	0.00	67.55	0.00	1,175.75	3,557.21	58,242.24
4+820.00	0.00	72.19	0.00	1,396.14	3,557.21	59,638.38
4+840.00	0.00	74.49	0.00	1,465.82	3,557.21	61,104.20
4+860.00	0.00	71.13	0.00	1,455.39	3,557.21	62,559.59
4+880.00	0.00	68.07	0.00	1,392.08	3,557.21	63,951.67
4+900.00	0.00	60.88	0.00	1,289.55	3,557.21	65,241.22
4+920.00	0.00	47.35	0.00	1,082.33	3,557.21	66,323.55
4+940.00	0.00	14.67	0.00	620.16	3,557.21	66,943.72
4+960.00	11.47	0.00	114.65	146.65	3,671.87	67,090.37
4+980.00	5.45	0.00	169.13	0.00	3,841.00	67,090.37
5+000.00	0.29	0.55	57.42	5.47	3,898.42	67,095.83
5+020.00	0.00	24.12	2.94	246.66	3,901.36	67,342.49
5+040.00	0.00	25.94	0.00	500.59	3,901.36	67,843.08
5+060.00	0.00	33.35	0.00	592.85	3,901.36	68,435.93
5+080.00	0.00	15.87	0.00	491.93	3,901.36	68,927.86
5+100.00	0.00	6.08	0.00	219.52	3,901.36	69,147.38
5+120.00	0.02	2.29	0.17	83.70	3,901.53	69,231.08
5+140.00	0.02	4.86	0.36	71.52	3,901.89	69,302.59
5+160.00	0.00	3.13	0.23	79.89	3,902.12	69,382.49
5+180.00	0.02	1.94	0.26	50.70	3,902.39	69,433.18
5+200.00	0.00	14.67	0.22	166.05	3,902.61	69,599.23
5+220.00	0.00	13.34	0.00	280.03	3,902.61	69,879.26
5+240.00	0.00	18.87	0.00	322.06	3,902.61	70,201.32
5+260.00	0.00	13.03	0.00	318.98	3,902.61	70,520.30
5+280.00	0.00	5.97	0.00	189.96	3,902.61	70,710.26

5+300.00	0.00	8.27	0.00	142.34	3,902.61	70,852.59
5+320.00	0.00	8.82	0.00	170.81	3,902.61	71,023.41
5+340.00	0.00	10.36	0.00	191.93	3,902.61	71,215.33
5+360.00	0.00	14.51	0.00	249.28	3,902.61	71,464.61
5+380.00	0.00	15.89	0.00	305.23	3,902.61	71,769.84
5+400.00	0.00	12.54	0.00	285.83	3,902.61	72,055.66
5+420.00	0.06	2.56	0.61	151.98	3,903.22	72,207.65
5+440.00	0.03	2.15	0.96	47.09	3,904.18	72,254.73
5+460.00	0.00	3.42	0.33	55.74	3,904.51	72,310.47
5+480.00	0.00	7.24	0.01	106.64	3,904.52	72,417.11
5+500.00	0.00	12.96	0.00	201.98	3,904.52	72,619.09
5+520.00	0.00	18.45	0.00	314.10	3,904.52	72,933.19
5+540.00	0.00	15.46	0.00	339.06	3,904.52	73,272.25
5+560.00	0.00	10.01	0.00	254.68	3,904.52	73,526.93
5+580.00	0.00	3.92	0.00	139.34	3,904.52	73,666.27
5+600.00	0.09	0.95	0.87	48.61	3,905.39	73,714.88
5+620.00	0.97	0.78	10.69	17.14	3,916.08	73,732.03
5+640.00	0.01	4.45	9.81	52.30	3,925.89	73,784.33
5+660.00	0.00	9.14	0.14	135.85	3,926.03	73,920.18
5+680.00	0.00	12.90	0.00	220.38	3,926.03	74,140.56
5+700.00	0.00	14.58	0.00	274.79	3,926.03	74,415.35
5+720.00	0.00	18.11	0.00	326.89	3,926.03	74,742.24
5+740.00	0.00	22.61	0.00	407.22	3,926.03	75,149.46
5+760.00	0.00	25.73	0.00	483.41	3,926.03	75,632.87
5+780.00	0.00	26.08	0.00	518.15	3,926.03	76,151.01
5+800.00	0.00	25.70	0.00	517.85	3,926.03	76,668.87
5+820.00	0.00	23.17	0.00	488.70	3,926.03	77,157.57
5+840.00	0.00	23.79	0.00	469.62	3,926.03	77,627.19
5+860.00	0.00	25.14	0.00	489.31	3,926.03	78,116.51
5+880.00	0.00	24.89	0.00	500.33	3,926.03	78,616.84
5+900.00	0.00	26.82	0.00	517.09	3,926.03	79,133.93
5+920.00	0.00	24.26	0.00	510.72	3,926.03	79,644.66
5+940.00	0.00	22.07	0.00	463.23	3,926.03	80,107.88
5+960.00	0.00	21.47	0.00	435.35	3,926.03	80,543.24
5+980.00	0.00	22.72	0.00	441.92	3,926.03	80,985.15
6+000.00	0.00	21.04	0.00	438.38	3,926.03	81,423.53
6+020.00	0.00	17.48	0.00	385.82	3,926.03	81,809.35
6+040.00	0.00	12.03	0.00	295.43	3,926.03	82,104.78
6+060.00	0.00	7.96	0.00	199.94	3,926.03	82,304.71
6+080.00	0.00	4.86	0.00	128.08	3,926.03	82,432.80
6+100.00	0.00	6.99	0.00	118.54	3,926.03	82,551.34
6+120.00	0.10	1.13	1.00	81.28	3,927.03	82,632.62
6+140.00	2.71	0.02	28.08	11.54	3,955.10	82,644.16
6+160.00	2.89	0.11	55.98	1.25	4,011.08	82,645.41
6+180.00	0.15	2.18	30.38	22.82	4,041.47	82,668.23

6+200.00	0.00	10.63	1.48	128.11	4,042.95	82,796.35
6+220.00	0.00	13.91	0.00	245.40	4,042.95	83,041.75
6+240.00	0.00	14.69	0.00	285.93	4,042.95	83,327.68
6+260.00	0.00	14.18	0.00	288.65	4,042.95	83,616.33
6+280.00	0.00	13.20	0.00	273.75	4,042.95	83,890.08
6+300.00	0.00	13.23	0.00	264.25	4,042.95	84,154.34
6+320.00	0.00	9.04	0.00	222.69	4,042.95	84,377.03
6+340.00	0.00	5.70	0.00	147.45	4,042.95	84,524.48
6+360.00	0.00	4.80	0.03	105.05	4,042.98	84,629.53
6+380.00	0.00	5.68	0.03	104.82	4,043.01	84,734.34
6+400.00	0.00	7.68	0.00	133.65	4,043.01	84,867.99
6+420.00	0.00	9.93	0.00	176.19	4,043.01	85,044.18
6+440.00	0.00	11.92	0.00	218.54	4,043.01	85,262.73
6+460.00	0.00	9.49	0.00	214.08	4,043.01	85,476.81
6+480.00	0.01	6.95	0.05	164.40	4,043.06	85,641.21
6+500.00	0.34	2.74	3.45	96.95	4,046.51	85,738.16
6+520.00	4.19	0.49	45.25	32.38	4,091.76	85,770.53
6+540.00	1.73	0.95	59.15	14.40	4,150.91	85,784.94
6+560.00	0.27	2.93	19.99	38.81	4,170.90	85,823.75
6+580.00	0.00	10.99	2.69	139.20	4,173.59	85,962.95
6+600.00	0.00	20.30	0.00	312.89	4,173.59	86,275.84
6+620.00	0.00	22.16	0.00	424.65	4,173.59	86,700.50
6+640.00	0.00	18.74	0.00	409.06	4,173.59	87,109.55
6+660.00	0.00	16.43	0.00	351.68	4,173.59	87,461.23
6+680.00	0.00	14.76	0.00	311.87	4,173.59	87,773.10
6+700.00	0.00	19.95	0.00	347.08	4,173.59	88,120.18
6+720.00	0.00	30.46	0.00	504.04	4,173.59	88,624.22
6+740.00	0.00	31.70	0.00	621.54	4,173.59	89,245.76
6+760.00	0.00	24.60	0.00	562.93	4,173.59	89,808.69
6+780.00	0.00	19.17	0.00	437.62	4,173.59	90,246.31
6+800.00	0.00	12.08	0.00	312.42	4,173.59	90,558.73
6+820.00	0.00	9.08	0.00	211.57	4,173.59	90,770.30
6+840.00	0.00	10.39	0.00	194.52	4,173.59	90,964.82
6+860.00	0.00	13.85	0.00	242.20	4,173.59	91,207.02
6+880.00	0.00	18.29	0.00	321.22	4,173.59	91,528.24
6+900.00	0.00	16.82	0.00	350.94	4,173.59	91,879.18
6+920.00	0.00	10.03	0.00	268.47	4,173.59	92,147.66
6+940.00	0.00	5.65	0.00	156.80	4,173.59	92,304.46
6+960.00	6.47	0.00	64.74	56.50	4,238.33	92,360.96
6+980.00	0.44	0.51	69.10	5.09	4,307.43	92,366.05
7+000.00	0.00	10.26	4.36	107.74	4,311.79	92,473.78
7+020.00	0.00	41.17	0.00	514.35	4,311.79	92,988.13
7+040.00	0.00	49.15	0.00	903.24	4,311.79	93,891.37
7+060.00	0.00	31.64	0.00	807.94	4,311.79	94,699.31
7+080.00	0.00	5.96	0.00	375.52	4,311.79	95,074.83

7+100.00	13.63	0.00	137.48	59.58	4,449.27	95,134.41
7+120.00	32.03	0.00	461.89	0.00	4,911.16	95,134.41
7+140.00	41.35	0.00	741.06	0.00	5,652.22	95,134.41
7+160.00	15.73	0.00	575.68	0.00	6,227.90	95,134.41
7+180.00	0.01	3.25	158.60	32.35	6,386.49	95,166.76
7+200.00	0.00	17.12	0.12	203.70	6,386.61	95,370.46
7+220.00	0.00	54.64	0.00	717.66	6,386.61	96,088.12
7+240.00	0.00	86.61	0.00	1,412.52	6,386.61	97,500.64
7+260.00	0.00	121.52	0.00	2,082.96	6,386.61	99,583.60
7+280.00	0.00	117.37	0.00	2,393.11	6,386.61	101,976.71
7+300.00	0.00	102.62	0.00	2,205.66	6,386.61	104,182.36
7+320.00	0.00	60.06	0.00	1,630.66	6,386.61	105,813.02
7+340.00	0.00	26.68	0.00	867.94	6,386.61	106,680.96
7+360.00	0.00	5.14	0.00	318.19	6,386.61	106,999.15
7+380.00	0.00	6.72	0.00	118.62	6,386.61	107,117.76
7+400.00	0.00	6.74	0.00	134.60	6,386.61	107,252.36
7+420.00	0.00	18.46	0.00	251.99	6,386.61	107,504.35
7+440.00	0.00	30.88	0.00	493.39	6,386.61	107,997.75
7+460.00	0.00	29.88	0.00	607.58	6,386.61	108,605.33
7+480.00	0.00	12.48	0.00	423.66	6,386.61	109,028.99
7+500.00	0.00	3.97	0.00	164.51	6,386.61	109,193.51
7+520.00	0.00	9.66	0.00	136.26	6,386.61	109,329.77
7+540.00	0.00	19.58	0.00	292.38	6,386.61	109,622.15
7+560.00	0.00	41.82	0.00	613.97	6,386.61	110,236.11
7+580.00	0.00	53.96	0.00	957.78	6,386.61	111,193.89
7+600.00	0.00	35.78	0.00	897.39	6,386.61	112,091.28
7+620.00	0.00	21.73	0.00	575.07	6,386.61	112,666.35
7+640.00	0.00	15.42	0.00	371.50	6,386.61	113,037.85
7+660.00	0.00	8.00	0.00	234.22	6,386.61	113,272.07
7+680.00	0.06	1.38	0.64	93.86	6,387.25	113,365.93
7+700.00	0.00	17.35	0.64	187.34	6,387.89	113,553.27
7+720.00	0.00	23.93	0.00	412.77	6,387.89	113,966.05
7+740.00	0.00	24.65	0.00	485.83	6,387.89	114,451.87
7+760.00	0.00	21.74	0.00	463.94	6,387.89	114,915.81
7+780.00	0.00	7.07	0.00	288.12	6,387.89	115,203.93
7+800.00	0.03	3.40	0.27	104.56	6,388.16	115,308.49
7+820.00	0.00	5.59	0.27	89.75	6,388.44	115,398.25
7+840.00	0.00	10.63	0.00	162.11	6,388.44	115,560.36
7+860.00	0.09	1.09	0.87	117.24	6,389.30	115,677.60
7+880.00	3.41	0.00	35.00	10.92	6,424.31	115,688.52
7+900.00	0.12	2.49	35.32	24.95	6,459.63	115,713.47
7+920.00	0.00	9.80	1.19	122.96	6,460.82	115,836.42
7+940.00	0.00	8.00	0.00	177.98	6,460.82	116,014.41
7+960.00	0.00	10.89	0.00	188.85	6,460.82	116,203.26
7+980.00	0.00	27.74	0.00	386.24	6,460.82	116,589.50

8+000.00	0.00	39.25	0.00	669.83	6,460.82	117,259.33
8+020.00	0.00	81.02	0.00	1,202.67	6,460.82	118,462.01
8+040.00	0.00	44.58	0.00	1,256.03	6,460.82	119,718.03
8+060.00	0.02	10.59	0.20	551.72	6,461.02	120,269.75
8+080.00	0.67	1.14	6.87	117.31	6,467.88	120,387.06
8+100.00	0.01	3.85	6.80	49.90	6,474.69	120,436.97
8+120.00	0.00	10.68	0.14	145.35	6,474.83	120,582.31
8+140.00	0.00	14.32	0.00	250.00	6,474.83	120,832.31
8+160.00	0.00	15.47	0.00	297.83	6,474.83	121,130.14
8+180.00	0.00	12.38	0.00	278.44	6,474.83	121,408.57
8+200.00	0.00	7.10	0.00	194.71	6,474.83	121,603.28
8+220.00	0.00	15.34	0.00	224.38	6,474.83	121,827.67
8+240.00	0.00	14.48	0.00	298.20	6,474.83	122,125.87
8+260.00	0.00	10.16	0.00	246.35	6,474.83	122,372.23
8+280.00	0.00	7.59	0.00	177.45	6,474.83	122,549.68
8+300.00	0.00	6.33	0.00	139.21	6,474.83	122,688.89
8+320.00	0.01	5.42	0.07	117.51	6,474.90	122,806.40
8+340.00	0.02	2.60	0.30	80.12	6,475.21	122,886.53
8+360.00	0.03	1.95	0.53	45.46	6,475.74	122,931.98
8+380.00	0.00	5.30	0.34	72.61	6,476.08	123,004.59
8+400.00	0.00	9.45	0.04	147.46	6,476.12	123,152.06
8+420.00	0.00	11.55	0.00	210.03	6,476.12	123,362.09
8+440.00	0.00	7.27	0.00	188.21	6,476.12	123,550.31
8+460.00	0.00	3.50	0.01	107.64	6,476.12	123,657.95
8+480.00	0.00	3.18	0.03	66.78	6,476.15	123,724.73
8+500.00	0.00	14.44	0.02	176.20	6,476.18	123,900.93
8+520.00	0.00	27.20	0.00	416.34	6,476.18	124,317.27
8+540.00	0.00	27.86	0.00	550.61	6,476.18	124,867.89
8+560.00	0.00	19.66	0.00	475.28	6,476.18	125,343.17
8+580.00	0.00	4.59	0.00	242.57	6,476.18	125,585.74
8+600.00	0.00	3.45	0.00	80.41	6,476.18	125,666.15
8+620.00	0.02	2.18	0.22	56.31	6,476.40	125,722.45
8+640.00	0.05	1.39	0.67	35.72	6,477.07	125,758.17
8+660.00	0.00	5.07	0.45	64.59	6,477.52	125,822.76
8+680.00	0.00	6.06	0.00	111.35	6,477.52	125,934.11
8+700.00	0.00	6.63	0.00	126.95	6,477.52	126,061.06
8+720.00	0.03	7.60	0.30	142.32	6,477.82	126,203.38
8+740.00	0.00	11.07	0.30	186.74	6,478.11	126,390.13
8+760.00	0.00	21.53	0.00	325.97	6,478.11	126,716.10
8+780.00	0.00	26.47	0.00	479.98	6,478.11	127,196.08
8+800.00	0.00	35.37	0.00	618.45	6,478.11	127,814.53
8+820.00	0.00	24.74	0.00	601.07	6,478.11	128,415.60
8+840.00	0.00	9.31	0.00	340.47	6,478.11	128,756.08
8+860.00	0.00	7.76	0.00	170.70	6,478.11	128,926.77
8+880.00	0.91	3.06	9.13	108.15	6,487.24	129,034.92

8+900.00	1.24	2.94	21.84	59.43	6,509.08	129,094.35
8+920.00	0.07	7.24	13.67	99.54	6,522.75	129,193.89
8+940.00	0.01	6.03	0.79	130.49	6,523.54	129,324.38
8+960.00	0.02	5.31	0.25	111.94	6,523.79	129,436.32
8+980.00	0.00	5.73	0.19	109.32	6,523.98	129,545.63
9+000.00	0.00	5.47	0.02	111.86	6,524.00	129,657.49
9+020.00	0.00	5.49	0.02	109.64	6,524.01	129,767.13
9+040.00	0.00	10.23	0.00	157.23	6,524.01	129,924.36
9+060.00	0.00	17.73	0.00	279.57	6,524.01	130,203.93
9+080.00	0.00	21.84	0.00	395.69	6,524.01	130,599.63
9+100.00	0.00	21.15	0.00	429.88	6,524.01	131,029.51
9+120.00	0.00	14.38	0.00	355.25	6,524.01	131,384.76
9+140.00	0.00	5.62	0.01	199.99	6,524.03	131,584.75
9+160.00	0.01	3.93	0.16	95.46	6,524.18	131,680.20
9+180.00	2.36	0.02	23.74	39.41	6,547.93	131,719.61
9+200.00	0.04	1.54	24.03	15.58	6,571.96	131,735.20
9+220.00	0.00	7.93	0.43	94.75	6,572.39	131,829.95
9+240.00	0.00	17.94	0.00	258.77	6,572.39	132,088.72
9+260.00	0.00	52.07	0.00	700.15	6,572.39	132,788.87
9+280.00	0.00	63.78	0.00	1,158.45	6,572.39	133,947.32
9+300.00	0.00	66.39	0.00	1,301.67	6,572.39	135,248.99
9+320.00	0.00	63.62	0.00	1,300.13	6,572.39	136,549.12
9+340.00	0.00	52.02	0.00	1,156.41	6,572.39	137,705.53
9+360.00	0.00	38.52	0.00	905.38	6,572.39	138,610.91
9+380.00	0.00	30.21	0.00	687.30	6,572.39	139,298.20
9+400.00	0.00	22.67	0.00	528.84	6,572.39	139,827.04
9+420.00	0.00	12.02	0.00	346.95	6,572.39	140,173.99
9+440.00	0.20	2.17	2.03	141.95	6,574.42	140,315.94
9+460.00	2.58	0.00	27.79	21.71	6,602.21	140,337.66
9+480.00	2.88	0.00	54.72	0.00	6,656.93	140,337.66
9+500.00	2.80	0.00	57.03	0.00	6,713.96	140,337.66
9+520.00	0.37	0.31	31.89	3.05	6,745.85	140,340.70
9+540.00	0.00	9.02	3.78	92.87	6,749.63	140,433.57
9+560.00	0.00	17.55	0.00	265.67	6,749.63	140,699.24
9+580.00	0.00	22.20	0.00	397.55	6,749.63	141,096.79
9+600.00	0.00	13.08	0.00	352.80	6,749.63	141,449.59
9+620.00	0.88	1.24	8.81	143.11	6,758.45	141,592.70
9+640.00	6.74	0.00	75.95	12.45	6,834.40	141,605.16
9+660.00	7.69	0.00	143.86	0.00	6,978.25	141,605.16
9+680.00	4.19	0.00	118.68	0.00	7,096.94	141,605.16
9+700.00	0.09	0.93	42.85	9.27	7,139.78	141,614.42
9+720.00	0.01	3.40	0.95	43.29	7,140.73	141,657.71
9+740.00	0.00	3.35	0.08	67.54	7,140.81	141,725.25
9+760.00	0.00	4.04	0.01	73.98	7,140.82	141,799.23
9+780.00	0.00	7.62	0.00	116.65	7,140.82	141,915.88

9+800.00	0.00	10.10	0.00	177.22	7,140.82	142,093.10
9+820.00	0.01	4.27	0.11	143.67	7,140.93	142,236.77
9+840.00	0.10	2.38	1.09	66.50	7,142.02	142,303.27
9+860.00	0.12	0.95	2.16	33.32	7,144.18	142,336.58
9+880.00	0.00	4.58	1.18	55.25	7,145.36	142,391.83
9+900.00	0.00	10.20	0.00	147.81	7,145.36	142,539.64
9+920.00	0.00	12.55	0.00	227.57	7,145.36	142,767.21
9+940.00	0.00	9.80	0.00	223.80	7,145.36	142,991.01
9+960.00	4.68	0.00	47.13	98.27	7,192.49	143,089.28
9+980.00	12.94	0.00	177.03	0.00	7,369.52	143,089.28
10+000.00	15.84	0.00	288.53	0.00	7,658.04	143,089.28
10+020.00	14.82	0.00	306.60	0.00	7,964.64	143,089.28
10+040.00	6.21	0.00	210.35	0.00	8,174.99	143,089.28
10+060.00	0.00	7.99	62.13	79.87	8,237.12	143,169.15
10+080.00	0.00	28.47	0.00	364.52	8,237.12	143,533.66
10+100.00	0.00	39.85	0.00	683.14	8,237.12	144,216.80
10+120.00	0.00	38.03	0.00	778.79	8,237.12	144,995.60
10+140.00	0.00	19.01	0.00	570.39	8,237.12	145,565.98
10+160.00	0.00	7.01	0.00	260.20	8,237.12	145,826.18
10+180.00	9.19	0.00	91.88	70.12	8,329.00	145,896.30
10+200.00	15.27	0.00	244.27	0.00	8,573.27	145,896.30
10+220.00	15.00	0.00	301.78	0.00	8,875.05	145,896.30
10+240.00	15.20	0.00	300.91	0.00	9,175.96	145,896.30
10+260.00	15.16	0.00	304.38	0.00	9,480.34	145,896.30
10+280.00	7.81	0.00	231.05	0.00	9,711.40	145,896.30
10+296.23	0.00	4.36	63.38	35.43	9,774.77	145,931.73

SUSTENTO DE METRADOS PAVIMENTO FLEXIBLE

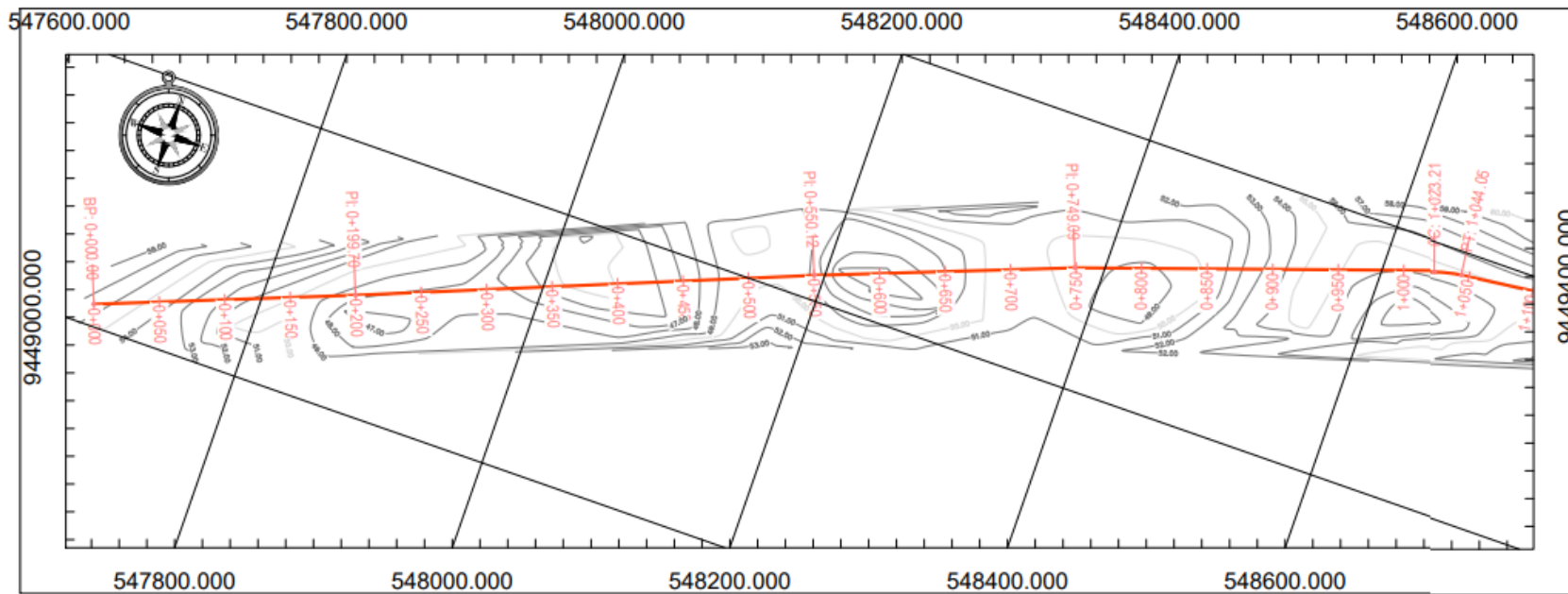
ITEM	DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS (m)			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTURA		
1	PAVIMENTO FLEXIBLE							
1.01	TRABAJOS PRELIMINARES							
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO CON EQUIPO	M3						67,955.12
			1.00	AREA=	67,955.12		67,955.12	
1.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO EN MAQUINARIA	M3						145,931.73
	Viene de cuadro de explanaciones		1.00	VOL =	145,931.73		145,931.73	
01.02.02	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO CON EQUIPO	M3						9,774.77
	Viene de cuadro de explanaciones		1.00	VOL =	9,774.77		9,774.77	
01.02.03	CONFORMACION DE SUBRASANTE, PISTAS	M2						67,955.12
			1.00	AREA=	67,955.12		67,955.12	
01.02.04	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M2						67,955.12
			1.00	AREA=	67,955.12		67,955.12	
01.02.05	CONFORMACION DE SUB BASE GRANULAR	M2						67,955.12
			1.00	AREA=	67,955.12		67,955.12	
01.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA(D MAX. =5 KM.)	M3						182,414.66
	Eliminacion de material excedente					ESPONJ.		
	Viene de la partida de corte		1.00	VOL =	145,931.73	1.25	182,414.66	
1.03	PAVIMENTO FLEXIBLE							
01.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA	M2						67,955.12
			1.00	AREA=	67,955.12		67,955.12	
01.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	M2						67,955.12
			1.00	AREA=	67,955.12		67,955.12	

SUSTENTO DE METRADOS PAVIMENTO FLEXIBLE

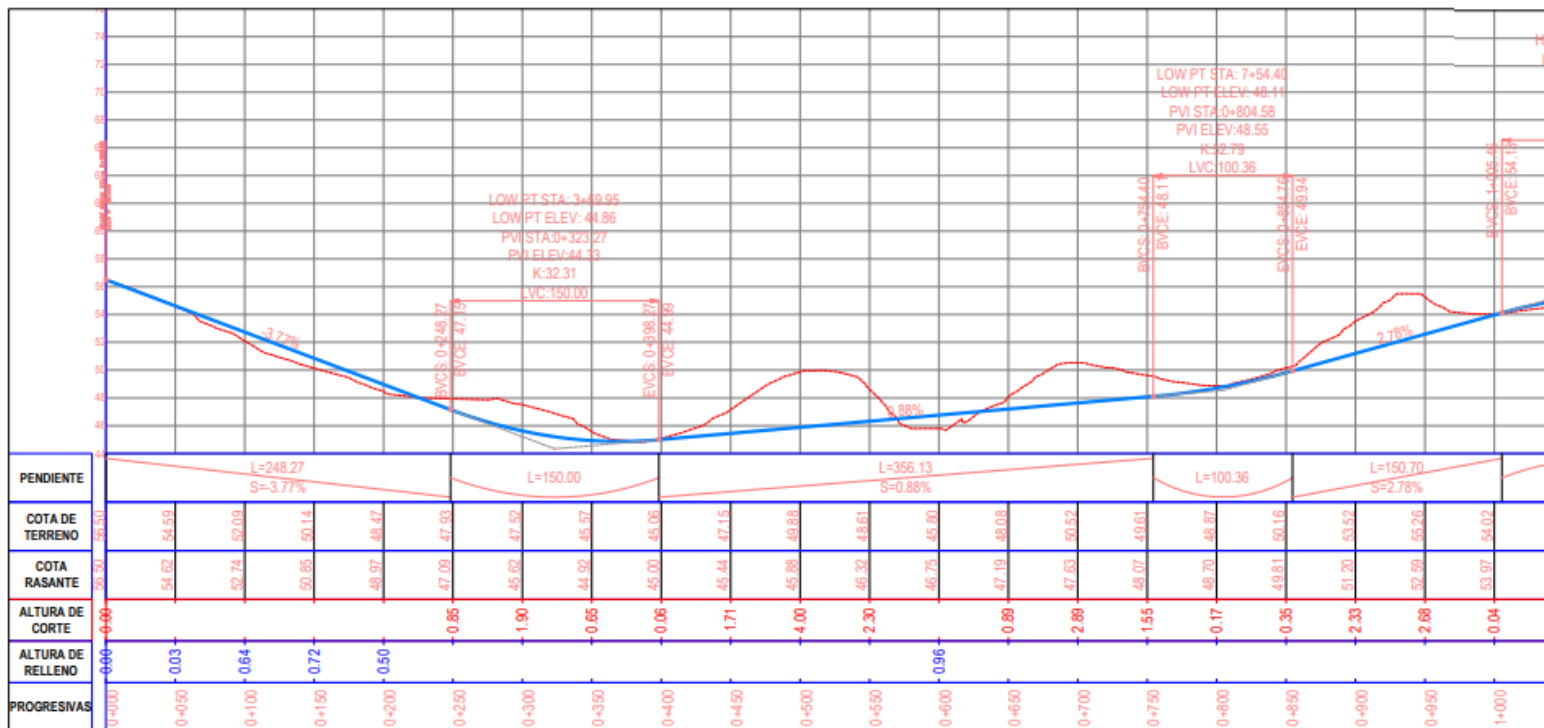
ITEM	DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS (m)			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTURA		
1.04	BADENES							
01.04.01	SUB BASE GRANULAR E=0.15 M CON EQUIPO, EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO	M2						450.00
			1.00	50.00	9.00		450.00	
01.04.02	CONCRETO MR=40 KG/CM2 (MODULO DE ROTURA), E=0.16 M	M2						450.00
			1.00	AREA= 450.00			450.00	
01.04.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN JUNTAS DE CONSTRUCCION	M2						13.44
			1.00	AREA= 13.44			13.44	
01.04.04	ACERO EN JUNTA DE CONSTRUCCION TRANSVERSAL ø 1" LONG. 40cm @30cm Acero de junta transversal	M				FAC. ACER. TRANS		9.00
			1.00	AREA= 450.00		0.02	9.00	
01.04.05	ACERO EN JUNTA DE CONSTRUCCION LONGITUDINAL ø 1/2" LONG. 65cm @76cm Acero de junta longitudinal	M				FAC. ACER. TRANS		75.00
			1.00	AREA= 450.00		0.17	75.00	
01.04.06	NIVELACION Y TEXTURIZADO DE SUPERFICIE Nivelacion y texturizado de superficie	M2						450.00
			1.00	AREA= 450.00			450.00	
01.04.07	PLANCHADO (TIPO FROTACHADO) CON ALISADORA SIMPLE C/DISCO	M2						450.00
			1.00	AREA= 450.00			450.00	
01.04.08	CORTE DE JUNTAS 3mm	M				FAC. ACER. TRANS		499.50
			1.00	AREA= 450.00		1.11	499.50	
01.04.09	APLICACION DE RETARDANTE DE EVAPORACION	M2						450.00

SUSTENTO DE METRADOS PAVIMENTO FLEXIBLE

ITEM	DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS (m)			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTURA		
			1.00	AREA= 450.00			450.00	
01.04.10	APLICACIÓN DE CURADOR QUIMICO	M2						450.00
			1.00	AREA= 450.00			450.00	
1.05	CUNETAS							
01.05.01	CUNETA DE CONCRETO FC=175 KG/CM2	M2						164.00
			1.00	2.050.00	AREA=	0.08	164.00	
01.05.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE CUNETA	M2						164.00
			1.00	AREA= 164.00			164.00	
01.05.03	CURADO CON QDITIVO QUIMICO EN CONCRETO	M2						1,701.50
			1.00	AREA= 2,050.00		0.83	1,701.50	
01.05.04	JUNTAS EN CUENTAS	M						505.42
			1.00	AREA= 505.42			505.42	



PLANO TOPOGRAFICO DE PLANTA Y PERFIL TRAMO DE 0+000 A 1+000



PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

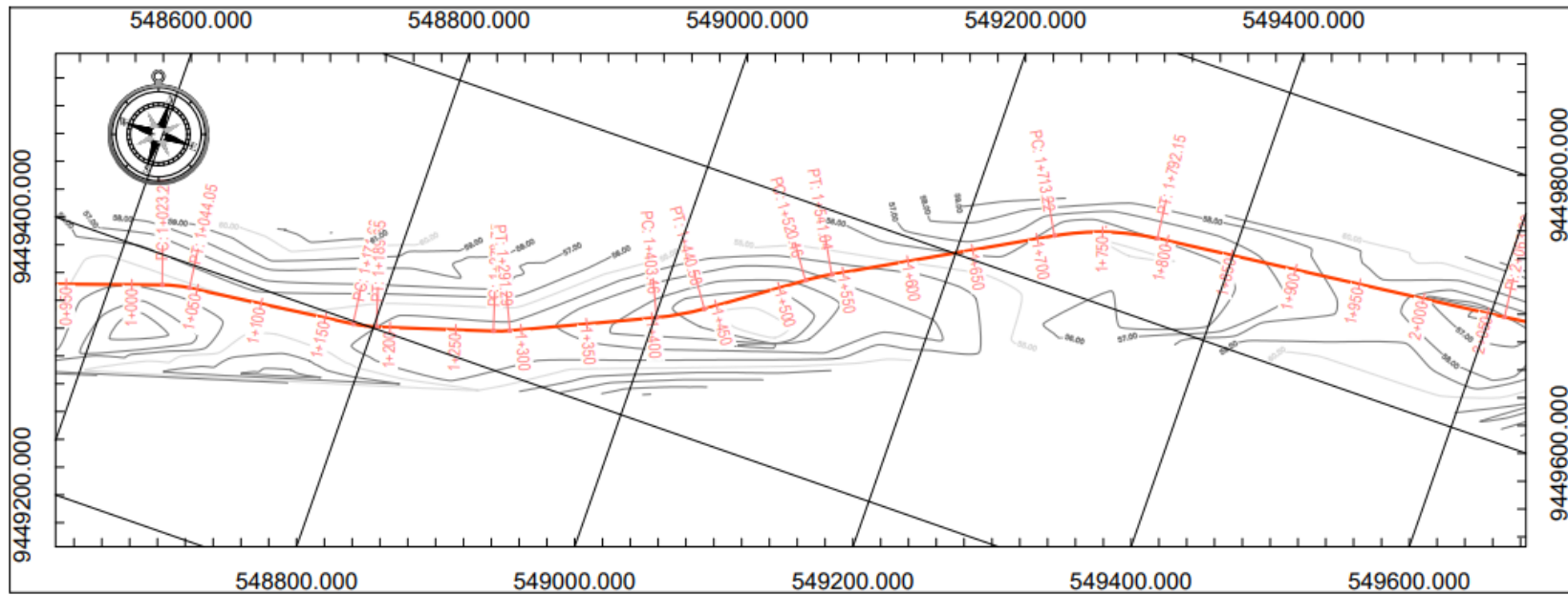
"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP PIURA - OBRILLA - SANTA ANA - TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO DEL DEPARTAMENTO DE PIURA"

Área de Investigación:
Transporte

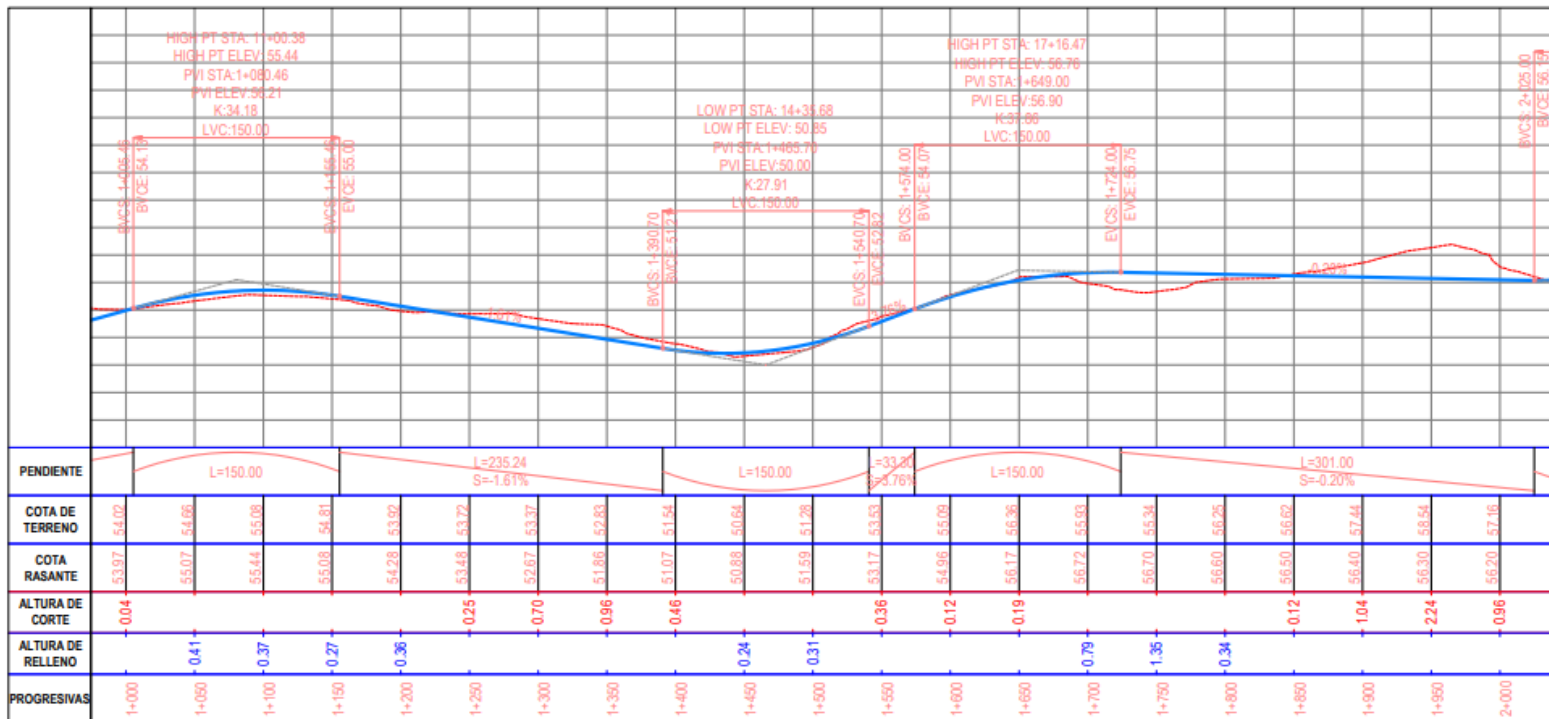
AUTOR:
Br. Ing. Avilés Gutiérrez, Félix Christian

ASESOR:
Ing. Rodríguez Ramos, Mamerto

PIURA, PERÚ
2022



**PLANO TOPOGRAFICO DE
PLANTA Y PERFIL TRAMO
DE 1+000 A 2+000**



**PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

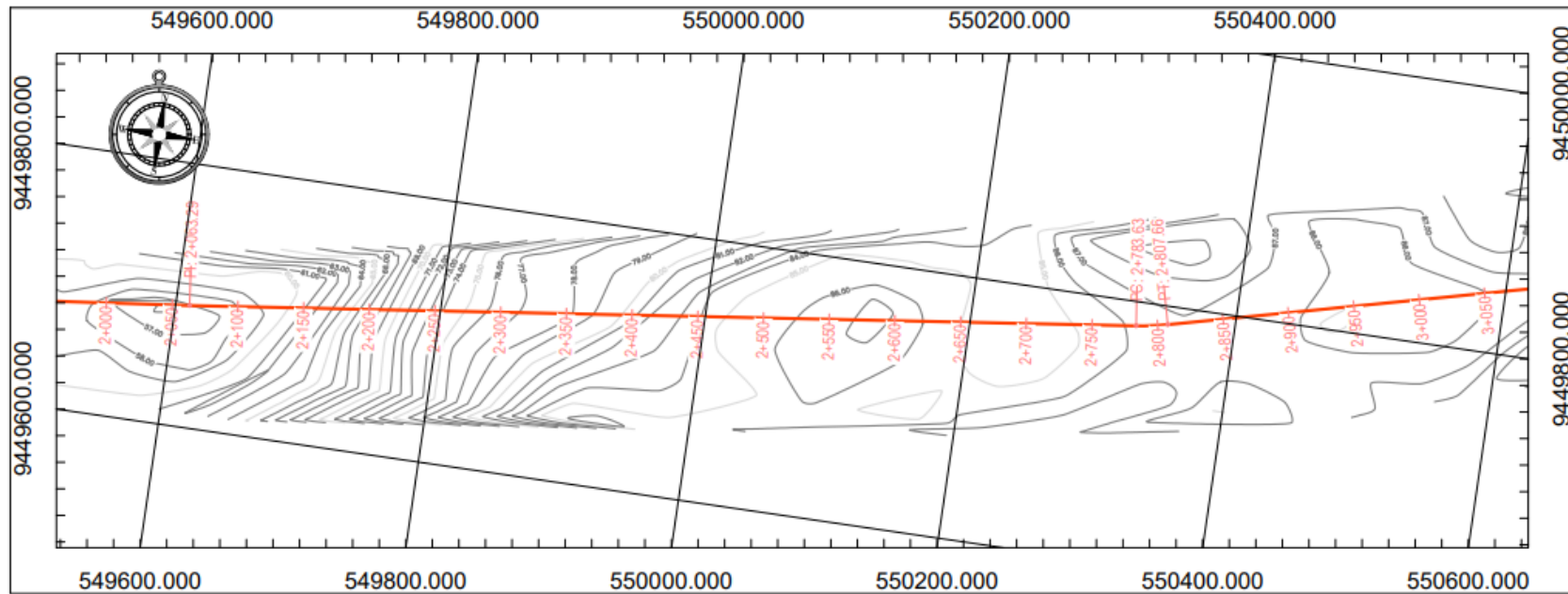
**"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL
PAVIMENTO DE LA CARRETERA
EMP PIURA - OBRILLA - SANTA ANA
- TAMBOGRANDE TRAMO LA
OBRILLA - PROGRESO BAJO DEL
DEPARTAMENTO DE PIURA"**

Área de Investigación:
Transporte

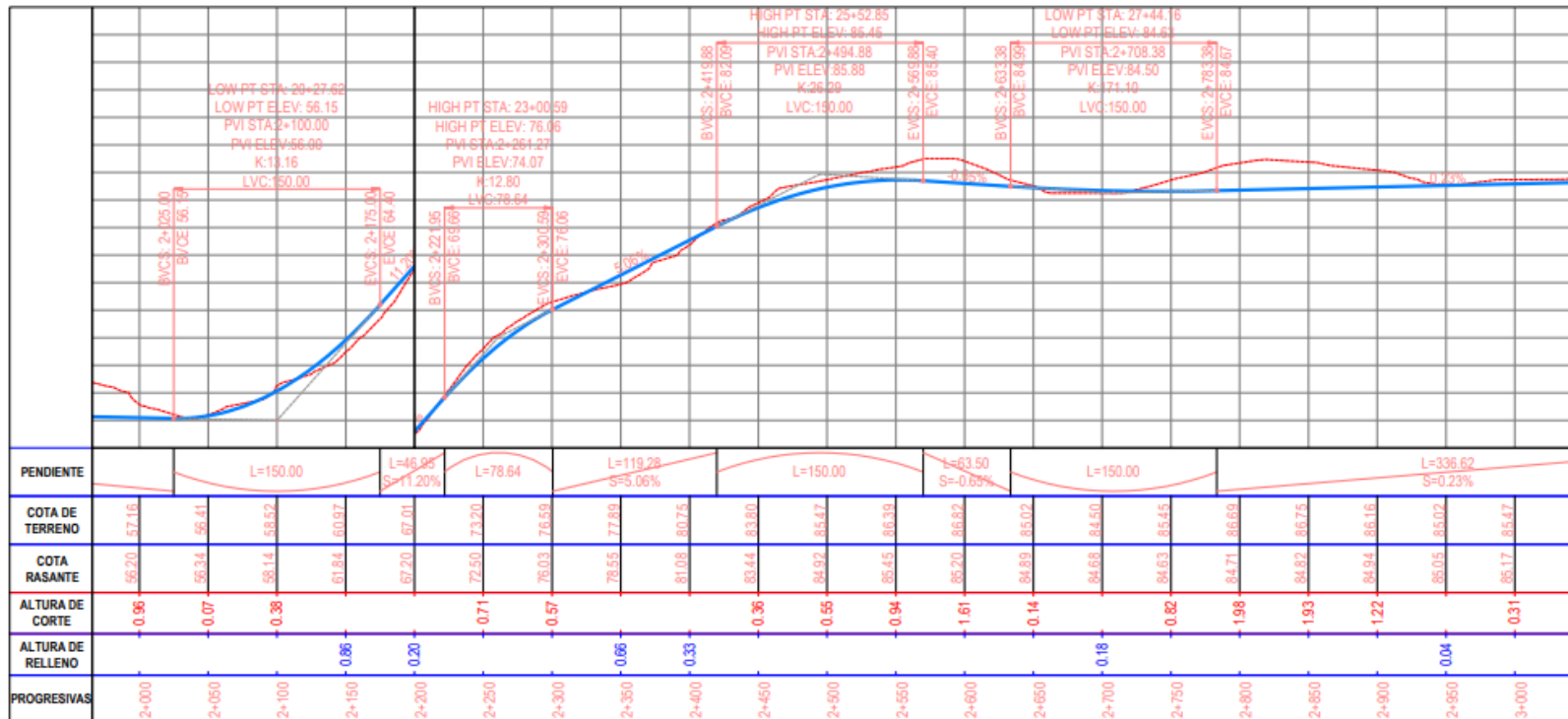
AUTOR:
Br. Ing. Avilés Gutiérrez, Félix Christian

ASESOR:
Ing. Rodríguez Ramos, Mamerto

**PIURA, PERÚ
2022**



PLANO TOPOGRAFICO DE PLANTA Y PERFIL TRAMO DE 2+000 A 3+000



PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

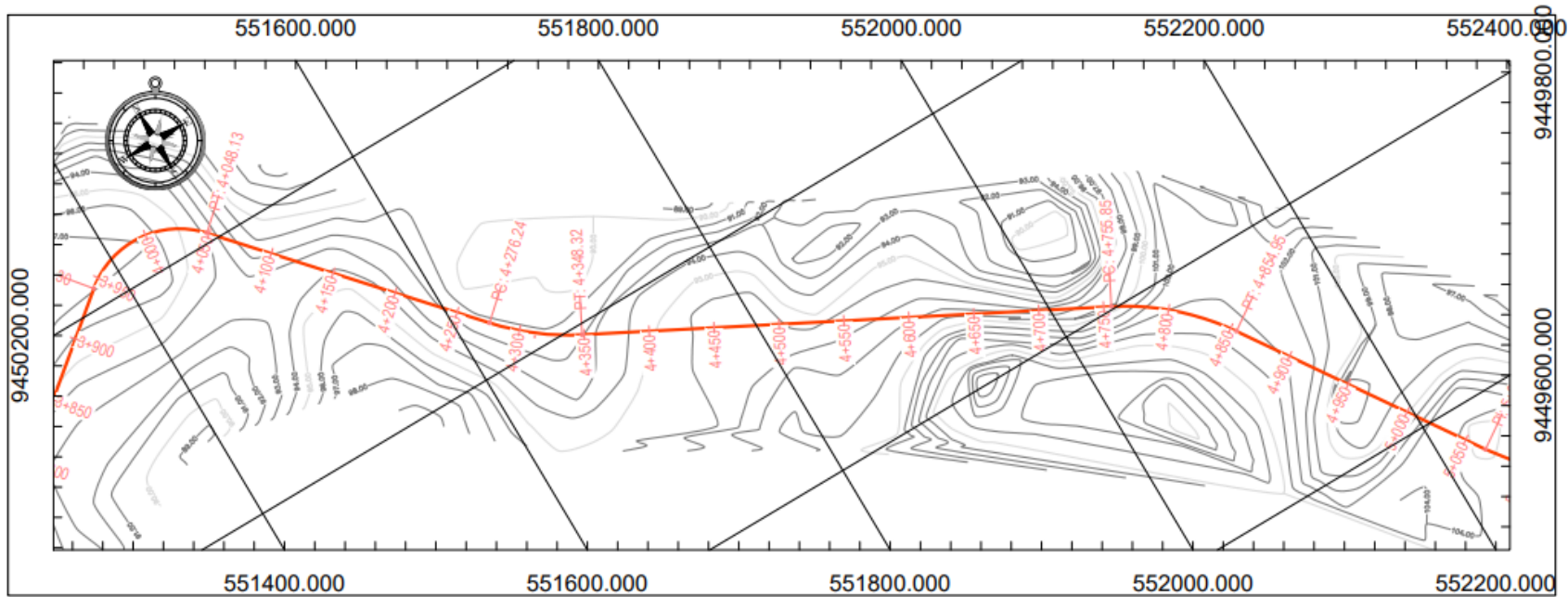
"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP PIURA - OBRILLA - SANTA ANA - TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO DEL DEPARTAMENTO DE PIURA"

Área de Investigación:
Transporte

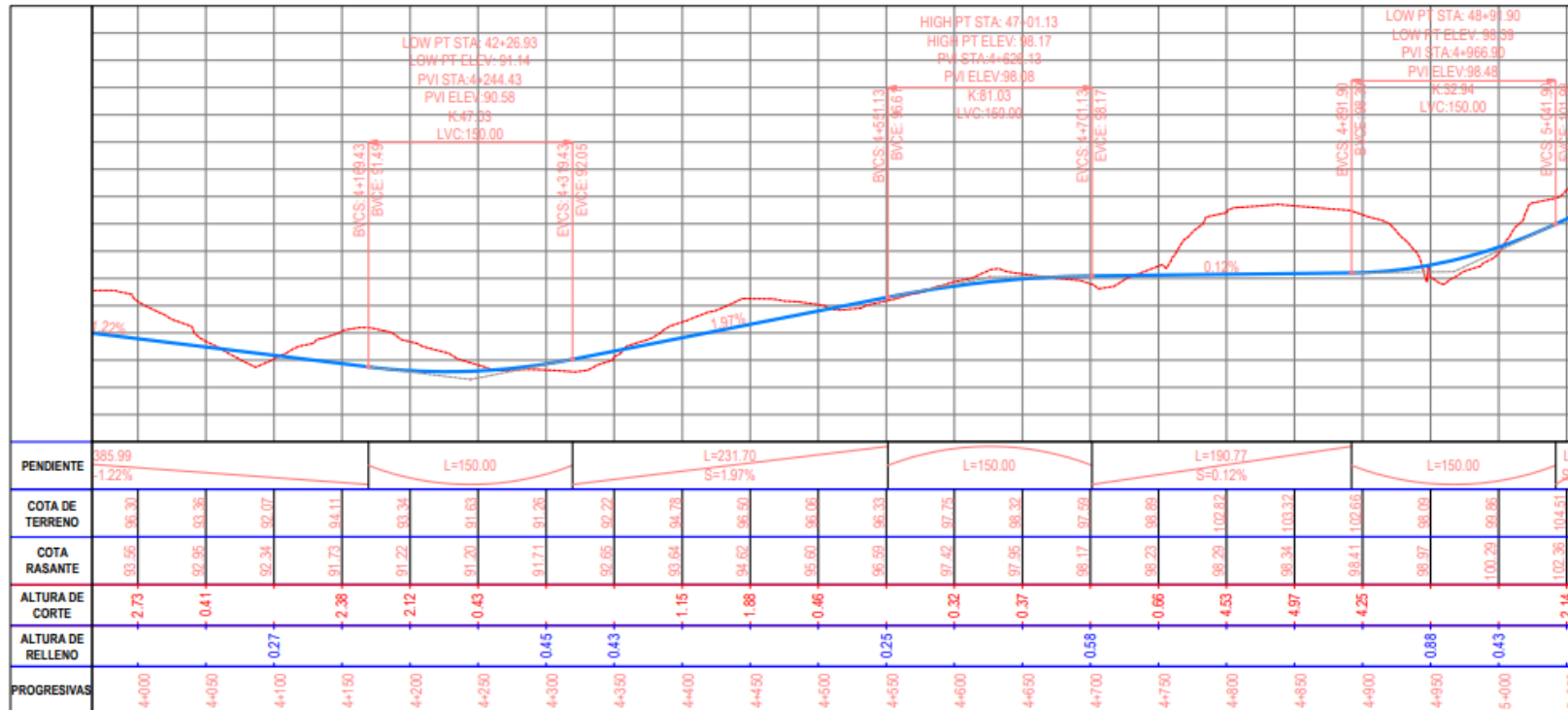
AUTOR:
Br. Ing. Avilés Gutiérrez, Félix Christian

ASESOR:
Ing. Rodríguez Ramos, Mamerto

PIURA, PERÚ
2022



PLANO TOPOGRAFICO DE PLANTA Y PERFIL TRAMO DE 4+000 A 5+000



PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

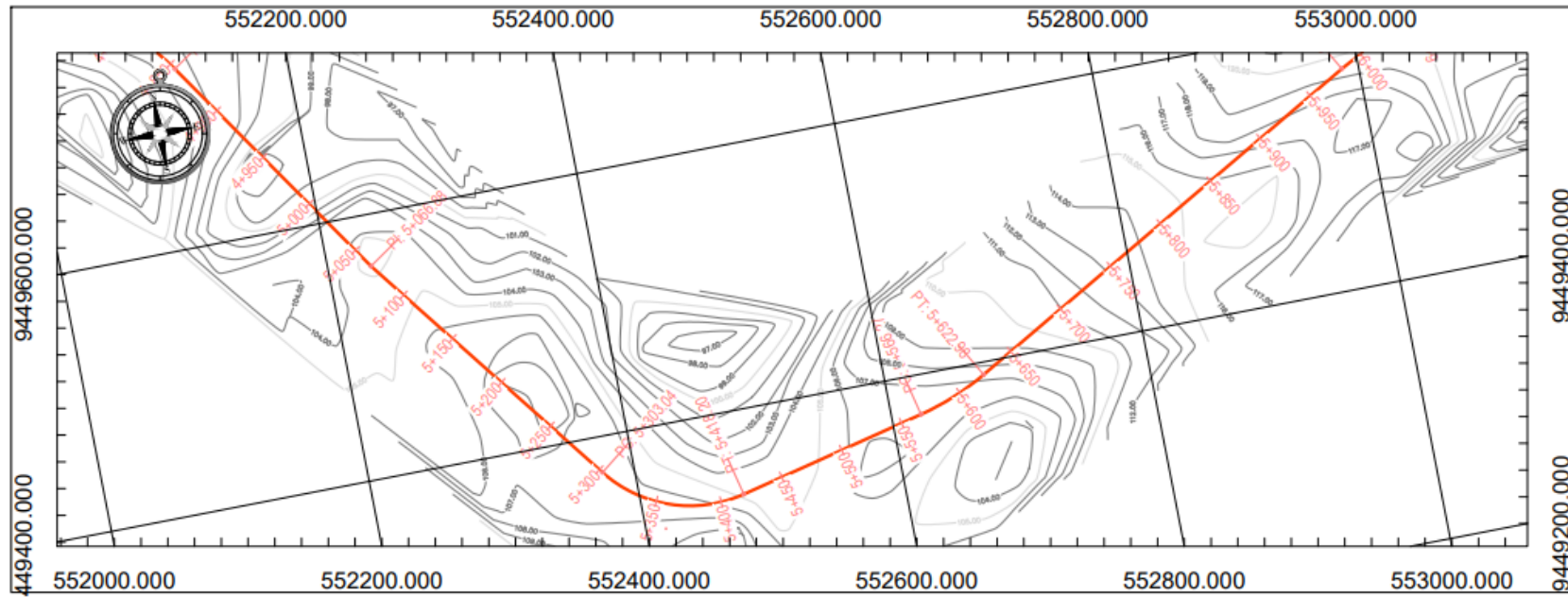
"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP PIURA - OBRILLA - SANTA ANA - TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO DEL DEPARTAMENTO DE PIURA"

Área de investigación:
Transporte

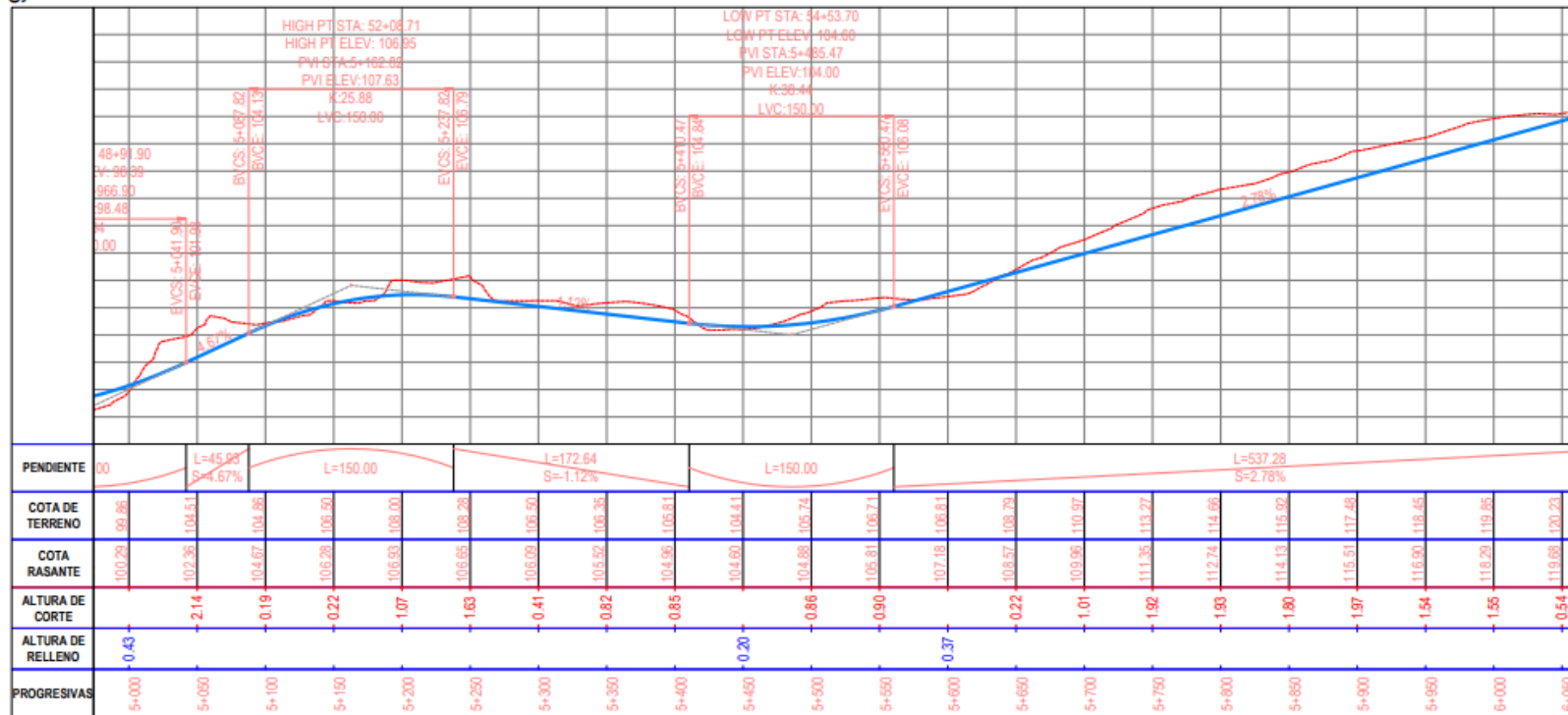
AUTOR:
Br. Ing. Avilés Gutiérrez, Félix Christian

ASESOR:
Ing. Rodríguez Ramos, Mamerto

PIURA, PERÚ 2022



**PLANO TOPOGRAFICO DE
PLANTA Y PERFIL TRAMO
DE 5+000 A 6+000**



**PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

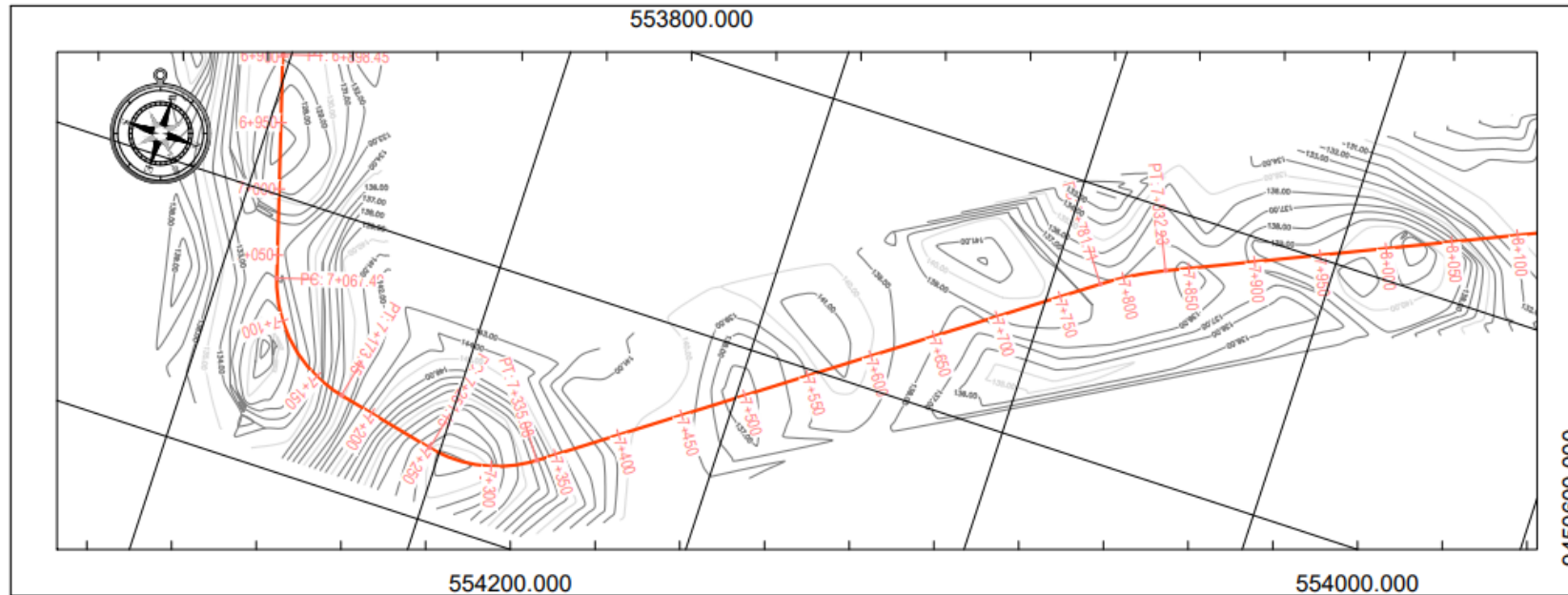
"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL
PAVIMENTO DE LA CARRETERA
EMP PIURA - OBRILLA - SANTA ANA
- TAMBOGRANDE TRAMO LA
OBRILLA - PROGRESO BAJO DEL
DEPARTAMENTO DE PIURA"

Área de Investigación:
Transporte

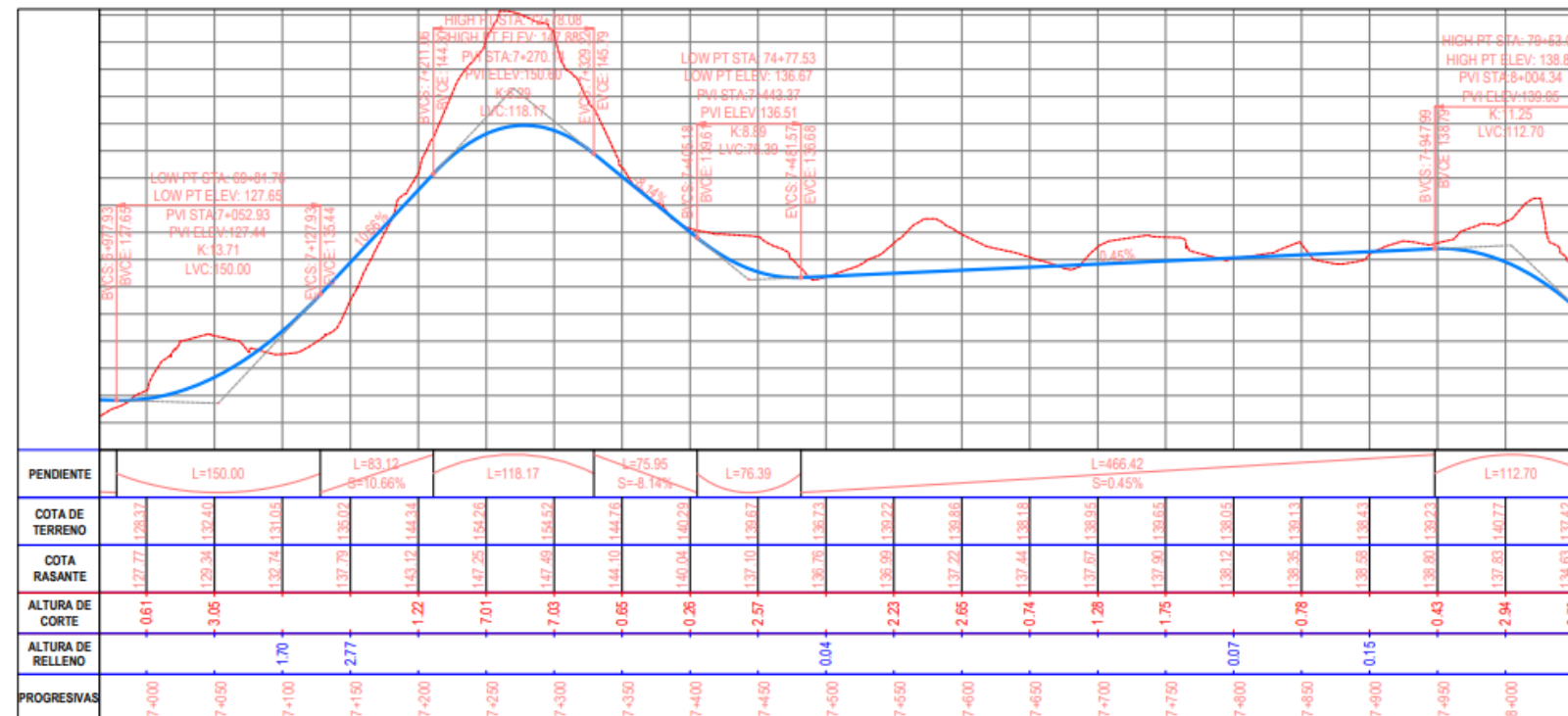
AUTOR:
Br. Ing. Avilés Gutiérrez, Félix Christian

ASESOR:
Ing. Rodríguez Ramos, Mamerto

**PIURA, PERÚ
2022**



**PLANO TOPOGRAFICO DE
PLANTA Y PERFIL TRAMO
DE 7+000 A 8+000**



**PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

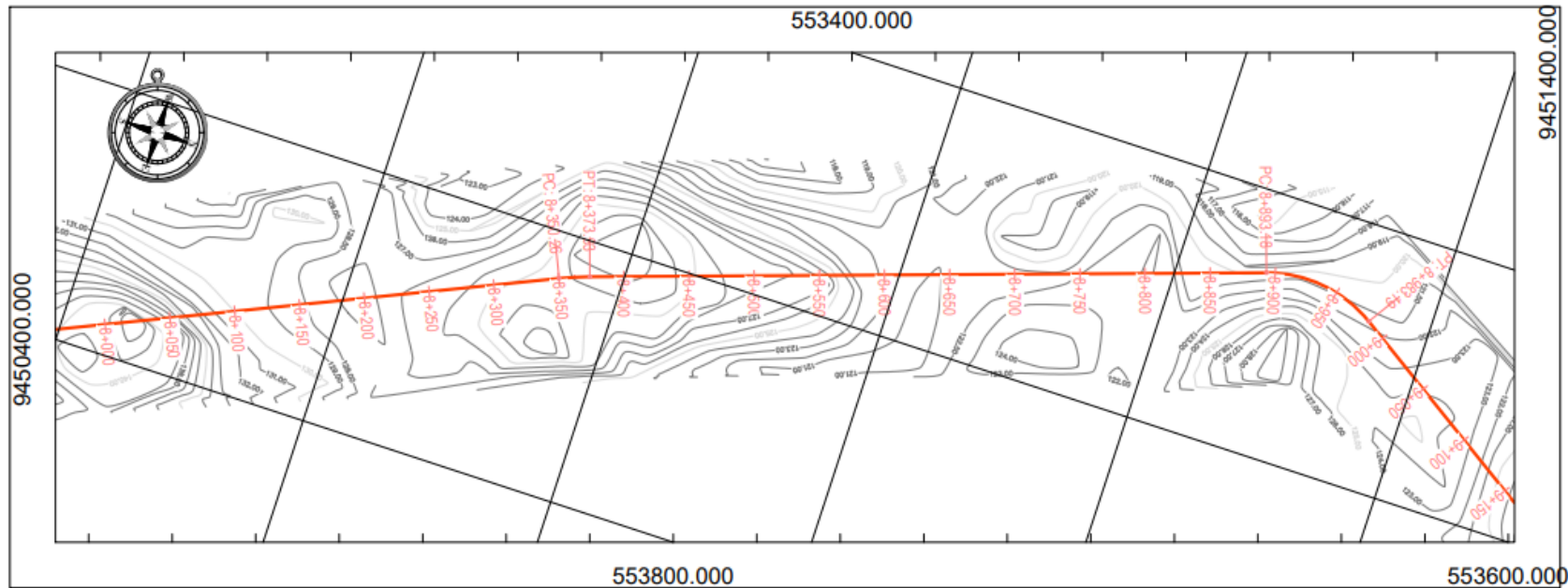
"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL
PAVIMENTO DE LA CARRETERA
EMP PIURA - OBRILLA - SANTA ANA
- TAMBOGRANDE TRAMO LA
OBRILLA - PROGRESO BAJO DEL
DEPARTAMENTO DE PIURA"

Área de investigación:
Transporte

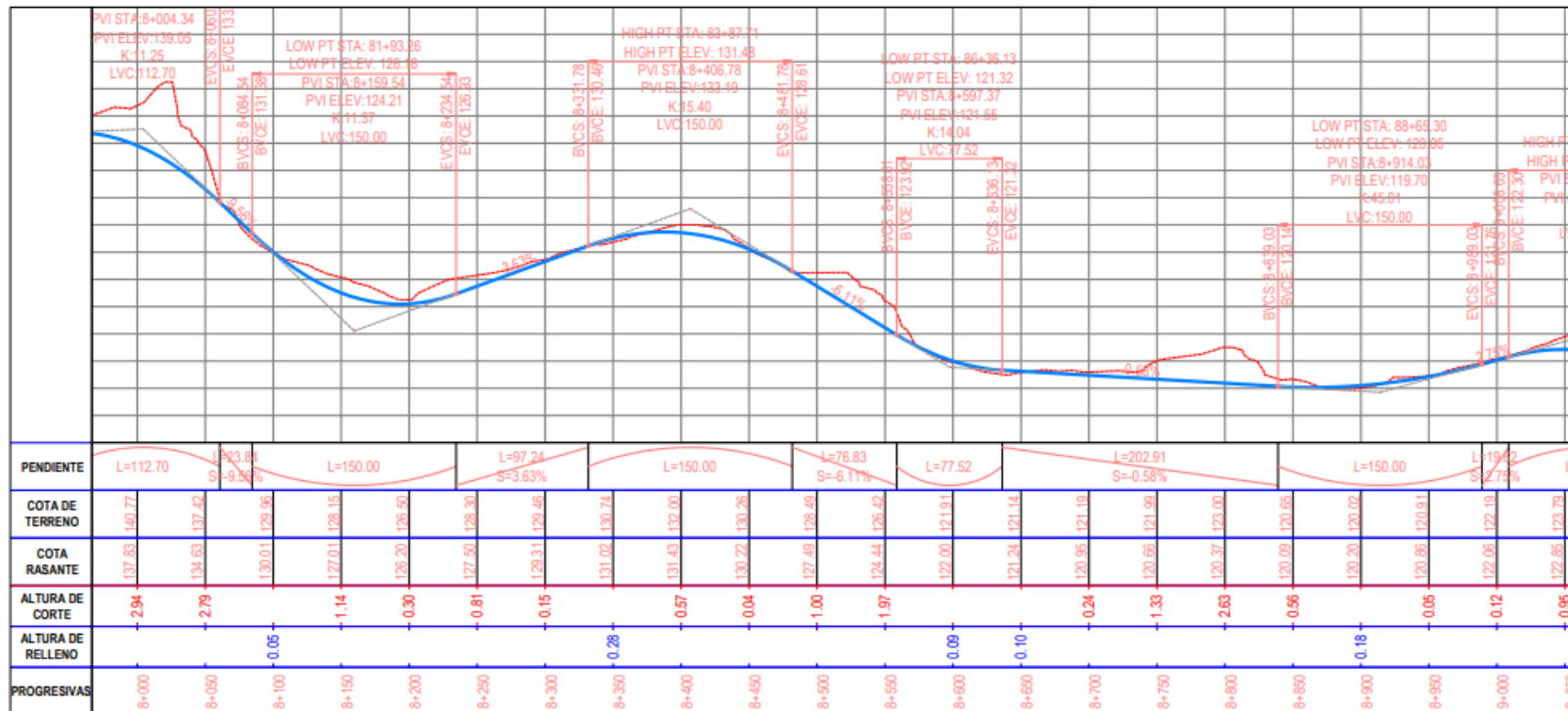
AUTOR:
Br. Ing. Avilés Gutiérrez, Félix Christian

ASESOR:
Ing. Rodríguez Ramos, Mamerto

**PIURA, PERÚ
2022**



PLANO TOPOGRAFICO DE PLANTA Y PERFIL TRAMO DE 8+000 A 9+000



PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP PIURA - OBRILLA - SANTA ANA - TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO DEL DEPARTAMENTO DE PIURA"

Área de Investigación:
Transporte

AUTOR:
Br. Ing. Avilés Gutiérrez, Félix Christian

ASESOR:
Ing. Rodríguez Ramos, Mamerto

PIURA, PERÚ 2022

PANEL FOTOGRAFICO



Foto 01: Se muestra la zona en estudio, específicamente en la entrada de la población Progreso Bajo.



Foto 02: Se aprecia tramo en tangente con una plataforma plana con material de afirmado en estructura regular y funcionalidad regular se aprecia deformaciones de la rasante.



Foto 03: en los lados laterales de la plataforma se aprecia la falta de afirmado y ligeros baches.

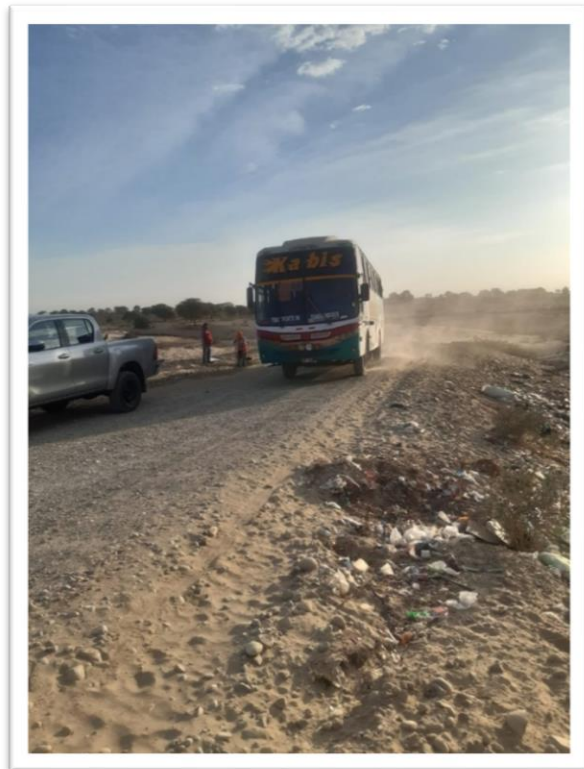


Foto 04: Ómnibus 2E circulan por esta vía que se encuentra en algunos tramos en malas condiciones ampliando el tiempo de recorrido entre salitral y progreso bajo



Foto 05: Se observa que el terreno natural está conformado por arenas limo arcillosas color marrón claro.

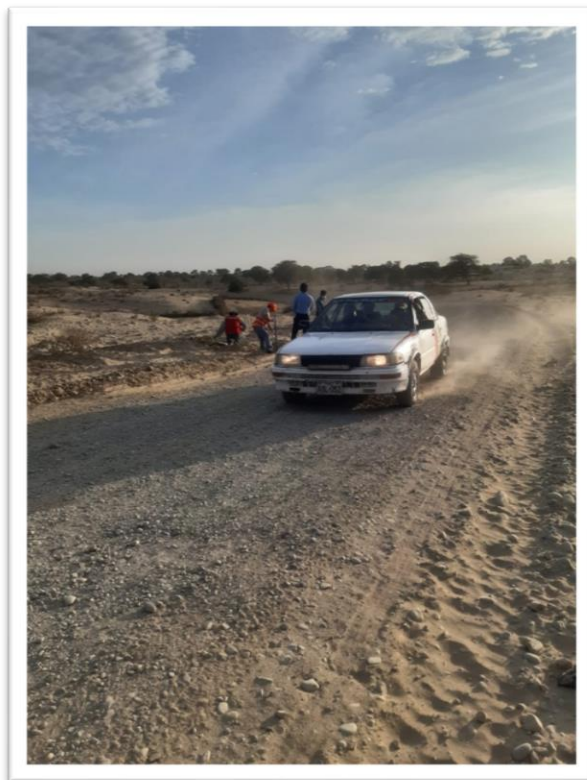


Foto 06: Se observa que el afirmado existente se ha desgastado que se evidencia desprendimiento de las piedras que la conforman.

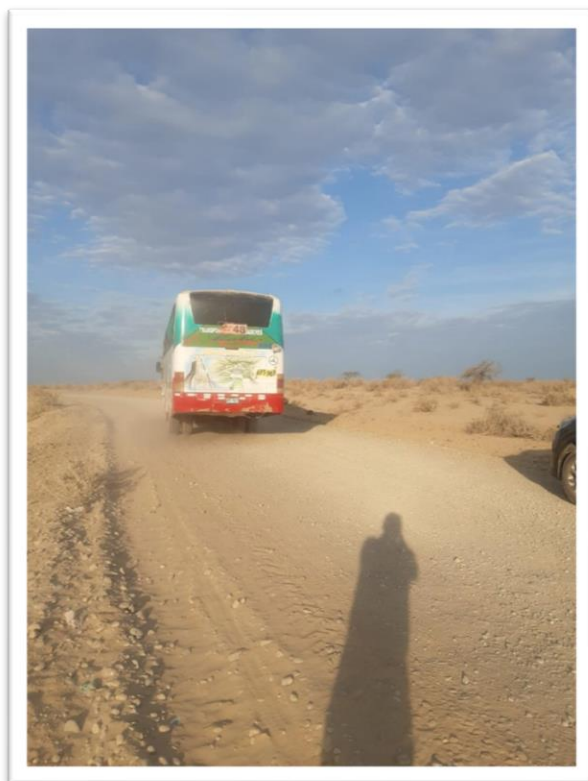


Foto 07: Se evidencia ahuellamiento y hundimiento en la plataforma esto se debe a la fluencia de camiones y ómnibus que circulan por la vía.



Foto 08: En algunos sectores se evidencia área de sembrío que colindan con la carretera y es la razón de la necesidad urgente de contar con una carretera.

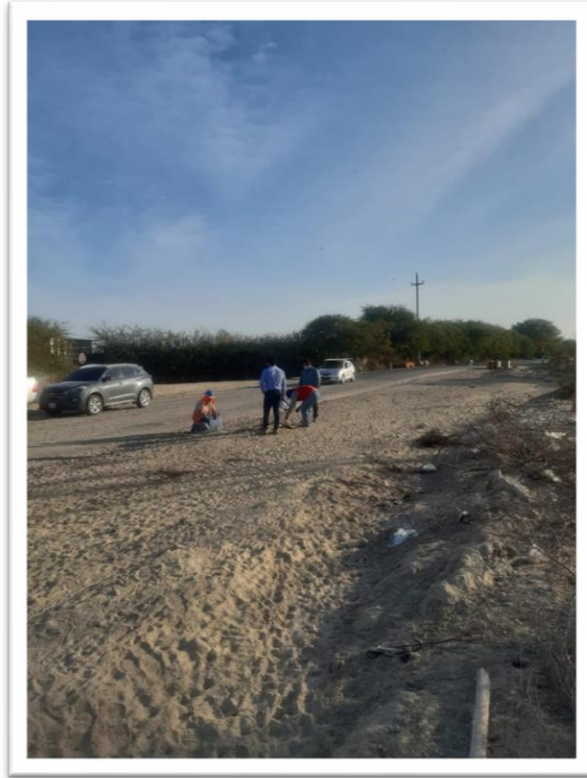


Foto 09: Se observa que el suscrito realiza coordinaciones con los técnicos laboratorista en la determinación de las características físicas mecánicas de los suelos de la sub rasante.



Foto 10: Es en este punto donde se realizó el conteo de trafico de progreso bajo hacia la obrilla.

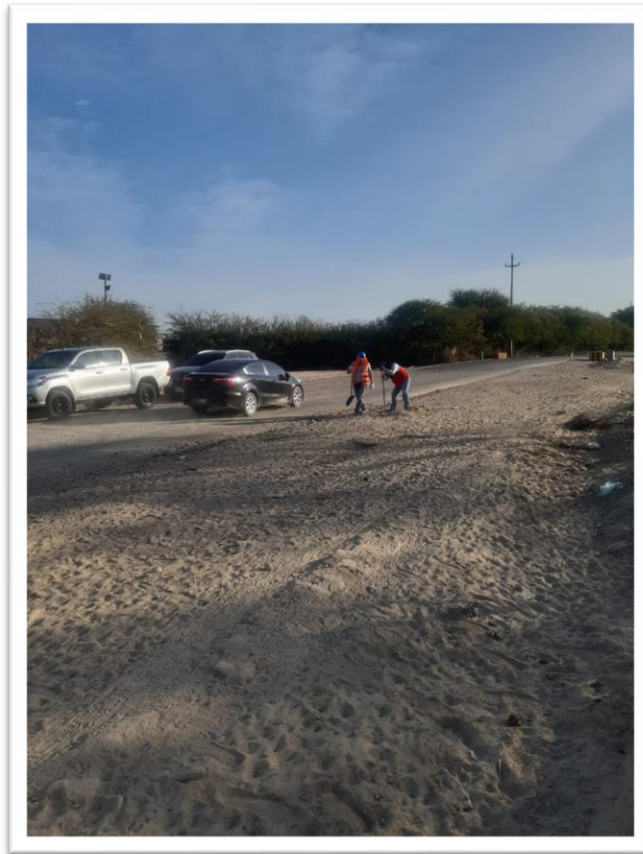


Foto 11: en el tramo presentado se realizó la calicata para elaborar el perfil estratigráfico de la sub rasante en base a los resultados de la intervención.



Foto 12: Se muestra el suelo perforado se evidencia la estratigrafía del suelo pasando el nivel de sub rasante altura de 1.50 m..



Foto 13: Se excavaron tres calicatas al costado de la vía para no interrumpir el tráfico se identificaron y describieron las características de los materiales según su estratigrafía.



Foto 14: La exploración del sub suelo de la vía se realizó de acuerdo a la norma del MTC verificado por el Br Félix Christian Avilés Gutiérrez.



Foto 15: Br Félix Christian Avilés Gutiérrez dirigiendo la ubicación de las calicatas C-1 Lado izquierdo de la vía, profundidad 1.50m.,.C2 lado derecho Prof. 1.50m.



Foto 16: Calicata 3 lado izquierdo de la vía con profundidad de 1.50m.



Foto 17: Calicata 1 lado izquierdo de la vía coordenadas N9449605 E549218 con profundidad de 1.50m verificada por el Br Félix Christian Avilés Gutiérrez



Foto 19: Se muestra plataforma con afirmado en un estado regular y con presencia de desgaste y desprendimiento de piedras que la conforman y en los lados laterales hundimiento con presencia de arena color marrón claro.



Foto 20: Topógrafo realizando el levantamiento topográfico con Estación Total y prismas, a fin de identificar el área donde se realizará el diseño geométrico, diseño estructural de pavimento de la carretera.



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997
Urb los Titanes Mzna K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura", Cel. 952879906
E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



INFORME TÉCNICO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN CALICATA

TESIS

**"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP.
PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA- TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA -
PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA "**

DEPARTAMENTO : PIURA

PROVINCIA : PIURA

DISTRITO : PIURA

SOLICITA : BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES

GUTIERREZ


MIGUEL ÁNGEL MACEDO PINEDO
 **INGENIERO CIVIL**
Reg. CIP. N° 199568

PIURA, JULIO DEL 2022



INDICE

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

1.0 INTRODUCCION

- 1.1 Objetivos
- 1.2 Localización y descripción del Proyecto

2.0 GEOLOGIA Y SISMICIDAD

- 2.1 Geología
- 2.2 Sismicidad

3.0 DESCRIPCION DEL ESTADO SUPERFICIAL DE LA VIA

4.0 ACTIVIDADES REALIZADAS

- 4.1 Descripción de los trabajos de campo
- 4.2 Ensayos de laboratorio
- 4.3 Fase de Gabinete

5.0 EVALUACION DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO

6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.0 CERTIFICADO DE ENSAYOS DE CALICATAS

8.0 PANEL FOTOGRAFICO


MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 199568



1.0 INTRODUCCION

Los trabajos de mecánica de suelos se desarrollaron con la finalidad de investigar las características del suelo que nos permitan establecer los criterios de diseño de la vía. El estudio se desarrolla en tres etapas; los trabajos corresponden al relevamiento de información, ejecutados directamente en el campo; posteriormente los trabajos que evalúan las características de los materiales involucrados en el proyecto, y finalmente el procesamiento de toda la información recopilada que permita establecer los parámetros de diseño. Los trabajos de campo se orientaron a explorar el sub suelo (sub rasante), mediante la ejecución de tres calicatas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

El objetivo general del presente estudio es determinar las características físicas-mecánicas de los suelos de Sub rasante, (Tipo, Profundidad y CBR del suelo), para la Tesis: **DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA- TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA**". Y así poder diseñar el paquete estructural del pavimento acorde con las características del suelo de la Sub rasante.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Efectuar las exploraciones de campo necesarias para determinar las características físicas-mecánicas de los suelos de la sub rasante existente.
- Elaborar el perfil estratigráfico de la sub rasante en base a los resultados de los ensayos efectuados a estos suelos.

1.2 LOCALIZACION Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.2.1. Localización y Acceso al Proyecto

El área en estudio se ubica en el distrito de Piura, el cual es uno de los diez distritos que conforman la Provincia de Piura, ubicada en el Departamento de Piura Para llegar a la zona de estudio partiendo desde la ciudad de Piura se hace por la Carretera asfaltada de los ejidos – Curumuy con dirección a Cieneguillo

La Región Piura limita por el norte con Tumbes y la República del Ecuador; por el este, con Cajamarca y el Ecuador; por el sur, con Lambayeque; por el oeste, con el Océano Pacífico. Se extiende entre los 04° 04' 50" y los 06° 22' 12" de latitud sur y desde los 80° 29' 30" y los 80° 37' 24" de longitud oeste.


MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 199568



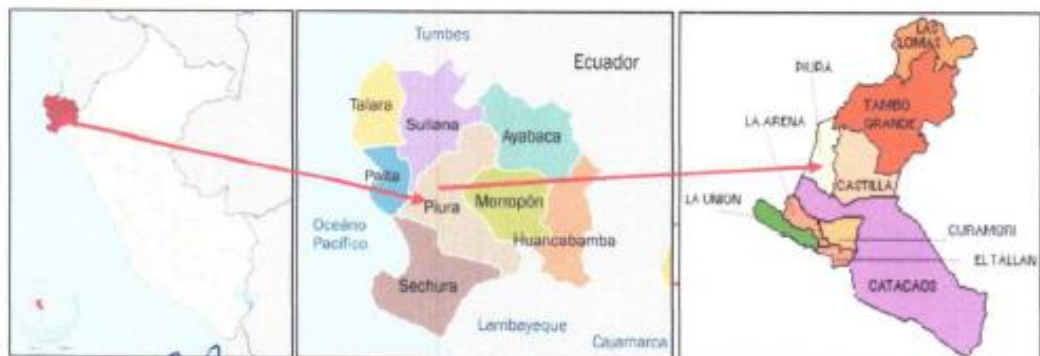


Cuadro N° 01: Provincias Y Distritos De La Región Piura

Provincia	Distrito
AYABACA	Ayabaca, Frías, Jilili, Lagunas, Montero, Pacaipampa, Paimas, Sapillica, Sicchez, Suyo
HUANCABAMBA	Huancabamba, Canchaque, El Carmen de la Frontera, Huarmaca, Lalaquíz, San Miguel del Faique, Sondor, Sondorillo
MORROPÓN	Chulucanas, Buenos Aires, Chalaco, La Matanza, Morropón, Salitral, San Juan de Bigote, Santa Catalina de Mossa, Santo Domingo, Yamango
PAITA	Paíta, Amotape, El Arenal, Colán, La Huaca, Tamarindo, Vichayal
PIURA	Piura, Castilla, Catacaos, Cura Mori, El Tallán, La Arena, La Unión, Las Lomas, Tambogrande
SECHURA	Sechura, Bellavista de la Unión, Bernal, Cristo Nos Valga, Rinconada Llicuar, Vice
SULLANA	Sullana, Bellavista, Ignacio Escudero, Lancones, Marcavelica, Miguel Checa, Querecotillo, Salitral.
TALARA	Pariñas, El Alto, La Brea, Lobitos, Los Órganos, Mancora

El Gobierno Regional Piura ha dividido administrativamente la región en tres Sub Regiones: La Sub Región Piura que comprende las provincias de Piura y Sechura, la Sub Región Morropón-Huancabamba que agrupa a las provincias del mismo nombre y la Sub Región Luciano Castillo Colonna que comprende las provincias de Ayabaca, Paíta, Sullana y Talara.

Fig N°01 Ubicación del Área de estudio




MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 199568



Fig. N° 2 Ubicación del área de estudio (GOOGLE EARTH.)



1.2.2. Localización del ámbito para la Tesis

Se encuentra enmarcado aproximadamente en las siguientes coordenadas UTM WGS-84)

Punto de Inicio:	Punto Final:
• Este: 547678 E	• Este: 553836.0E
• Norte: 9449013 N	• Norte: 9452449 N

1.2.3. Condiciones Climáticas de la zona de estudio

El clima en el distrito de Piura es cálido, Los promedios de Temperaturas máxima y mínima del aire en Piura son de 33.8°C y 22.6°C, con anomalías de + 3.2 y + 3.2° C, respectivamente, y para los primeros días de Junio en Piura la temperatura máxima y mínima es de 32.4°C y 22.4°C con anomalía de + 3.4 + 4.2°C respectivamente.

Las condiciones climáticas de la zona varían cada cierto ciclo, especialmente cuando se produce el fenómeno de "El Niño", en cuyo período las lluvias son intensas, alcanzando en promedio de 100 – 200 mm/hora.

2.0 GEOLOGIA Y SISMICIDAD

2.1 Geología:

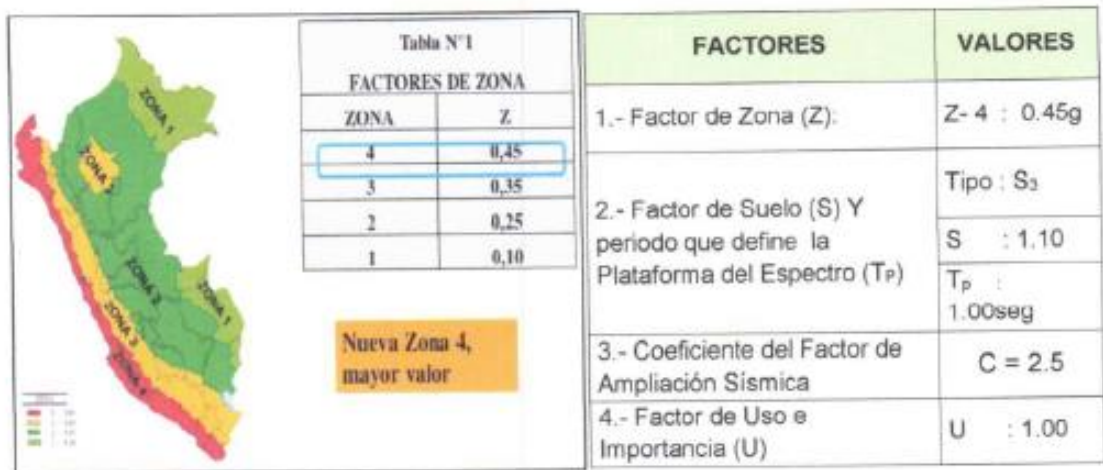
Geológicamente el área de estudio se encuentra en una zona cubierta por depósitos de materiales de origen aluvial constituidos por arenas, conchuelas con gravas, arcillas, y arenas arcillas. En las excavaciones realizadas en el área de estudio, se encuentran depositados Cuaternarios constituidos por suelos aluviales representados por arenas no plásticas, arenas limosas, arenas limo arcillosas y arcillas limosas secas



2.2 Sismicidad:

El sector del Nor-Oeste del Perú se caracteriza por su actividad Geotectónica muy tenue, particularidad de la conformación geológica de la zona; sin embargo, los Tablazos marinos demuestran considerables movimientos radiales durante el Plestoceno, donde cada tablazo está intimamente relacionado a levantamiento de líneas litorales, proceso que aún continúa en la actualidad por emergencia de costas.

Fig. N°03: Mapa de la zona sísmica (Piura está en la zona 4)



3.0 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL DE LAS VÍA

Esta es la etapa inicial antes de evaluar las otras etapas. Corresponde a determinar la evaluación de la vía existente en el área en estudio

Este sector se encuentra en regular estado de transitabilidad, la superficie de la zona es plana, conformada por una llanura desértica.

La superficie presenta de manera aislada leves ahuellamientos en el borde de la calzada. La superficie de rodadura se ha construido con un material de afirmado, actualmente esta en regular estado. En la sub rasante predominan los suelos arenosos limosos y arenoso no plásticos secos semi compacto, no se registró Niveles Freáticos

Actualmente existente tiene un ancho de vía de hasta 6.00 m. La superficie en general es plana, a nivel de afirmado en regular estado (ver vistas fotográficas).

MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997
Urb los Titanes Mzna K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura Cel. 952879906
E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com




MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 199568



4.0 ACTIVIDADES REALIZADAS

Los trabajos para evaluar los materiales que componen la sub rasante se ha realizado mediante la toma de muestras; ensayos destructivos del tipo calicatas.

4.1. Descripción de los Trabajos de Campo

La exploración del subsuelo de la vía se realizó de acuerdo a la norma MTC E101, MTC E102, MTC E103 y MTC E 104. Para esto se usó el manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos de la versión Abril 2014, que recoge los procedimientos y pautas de la norma ASSHTO T86-90 Y ASTM D420-69. Tomando todas estas recomendaciones se procedió a hacer el EMS con la finalidad de evaluar las propiedades físico mecánicas de los suelos yacientes se excavaron 03 calicatas al costado de la vía para no interrumpir el trafico. Se identificaron y describieron las características de los materiales que conforman el perfil estratigráfico del todo el área, tales como tipo de suelo, humedad, plasticidad, color, etc.; todo ello en concordancia con la nomenclatura establecida para tal fin en la norma ASTM D 2488.

Cuadro N° 02: Relación de calicatas y ubicación

Calicata N°	Ubicacion	Coordenadas		Profun. (m)
		Norte	Este	
C - 1	LADO IZQUIERDO DE LA VÍA	9449605	549218	1.50
C - 2	LADO DERECHO DE LA VÍA	9449854	552032	1.50
C - 3	LADO IZQUIERDO DE LA VÍA	9451142	553506	1.50

Fig. N°04: Ubicación de calicatas 1 (GOOGLE EARTH.)





4.2. Ensayos de Laboratorio

Las muestras disturbadas del suelo, provenientes de cada una de las exploraciones, fueron sometidas a ensayos de acuerdo a las recomendaciones de la American Society of Materials (ASTM), lo mismo que permitió evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físico-mecánicos. Los ensayos se efectuaron por cada variación estratigráfica en conformidad con las especificaciones dadas en el reglamento EG-2013 y al Manual de Ensayos de Laboratorio (EM-2016-versión mayo). Los trabajos de laboratorio permitieron determinar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos, mecánicos y químicos a cada una de las muestras disturbadas.

En el siguiente Cuadro N°03: "Relación de Ensayos de Mecánica de Suelos", se presentan los diferentes ensayos a los que fueron sometidas las muestras representativas que se obtuvieron en los trabajos de campo, en tal sentido en el cuadro a continuación se describe el nombre del Ensayo, Uso, Método de clasificación utilizado y propósito del ensayo.

Cuadro N° 03 Relación de Ensayos de Mecánica de Suelos

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	ENSAYO NTP	METODO MTC	ENSAYO ASTM	PROPOSITO DEL ENSAYO
Análisis Granulométrico por tamizado	Clasificación	339.128	E- 107	D422	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelos
Contenido de Humedad	Clasificación	339.127	E- 108	D2216	Determinar el contenido de humedad del suelo.
Límite Líquido	Clasificación	339.129	E – 110	D4318	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquido y Plástico.
Límite Plástico	Clasificación	339.129	E- 111	D4318	Hallar el contenido de agua entre los estados Plásticos y semi sólidos.
Índice Plástico	Clasificación	339.129	E- 111	D 4318	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
Clasificación de Suelos	Clasificación	339.134		D 2467	Determinar la Clasificación de los suelos mediante los Sistemas SUCS y ASSTHO.
Compactación Proctor Modificado	Diseño de espesores Control de Rellenos	339.141	E-115	D1557	Determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario de los Suelos (Curva de Compactación).
California Bearing Ratio (CBR)	Diseño de espesores		E-132	D1883	Determinar la relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y su capacidad soporte como base de sustentación.
Sulfatos Solubles	Concreto	339.178		T 290	Determinar la acción química del suelo por Sulfatos
Cloruros Solubles	Concreto	339.177		T 291	Determinar la acción química del suelo por Cloruros
Sales Solubles Totales	Agresividad del Suelo a la Cimentación	339.152	E 219	D1883	Determinar la acción química del suelo por acción mecánica sobre la estructura de concreto.



4.2.1. Descripción de los ensayos de Propiedades Físicas

En cuanto a los ensayos a ejecutar, se puede realizar una breve explicación de los ensayos y los objetivos de cada uno de ellos. Cabe anotar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-421)

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelos de acuerdo a su tamaño que se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200 (de diámetro 0.074 mm), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global. Para conocer su distribución granulométrica por debajo de ese tamiz se hace el ensayo de sedimentación. El análisis granulométrico deriva en una curva granulométrica, donde se plotea el diámetro de tamiz versus el porcentaje acumulado que pasa o que retiene el mismo, de acuerdo al uso que se quiera dar al agregado.

Limite Liquido (ASTM D-423) y Limite Plástico (ASTM D-424)

Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de este de ser moldeable. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla N° 200, porque este material actúa como ligante.

Un material, de acuerdo al contenido de humedad en la cual se encuentra húmedo de modo que no puede moldearse, se dice que está en estado semilíquido. Conforme se le va quitando agua, llega un momento en el que el suelo, sin dejar de estar húmedo, comienza a adquirir una consistencia que permite moldearlo o hacerlo trabajable, entonces se dice que está en estado plástico.

Al seguir quitando agua, llega un momento en el que el material pierde su trabajabilidad y se cuarte al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semi seco. El contenido de humedad en el cual el agregado pasa del estado semilíquido al plástico es el limite liquido (ASTM D-423) / (MTC E-110), y el contenido de humedad es el que pasa del estado plástico al semi seco es el limite plástico (ASTM D-424) / (MTC E-111).

Contenido de Humedad Natural (ASTM D-2216)

El contenido de humedad de una muestra indica la cantidad de agua que esta contiene, expresada como un porcentaje del peso de agua entre el peso del material seco. En cierto modo este valor es relativo, porque depende de las condiciones atmosféricas que pueden ser variables. Entonces lo conveniente es realizar este ensayo y trabajar casi inmediatamente con este resultado, para evitar distorsiones al momento de los cálculos.

Clasificación de Suelos por el Método SUCS y AASHTO

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de sus partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes, como por ejemplo arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de



clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos. El sistema e clasificación para construcción de carreteras AASHTO, es también usado de manera general. Los suelos pueden ser también clasificados en grandes grupos, pueden ser porosos, de grano grueso o grano fino, granular o no granular y cohesivo, semi cohesivo y no cohesivo. Los resultados de propiedades como índices de consistencia, humedad, análisis granulométricos y clasificaciones presentan el cuadro N° 04

Cuadro N° 04. Resumen de resultados de los ensayos

Calicata N°	01	02	03
Muestra	M - 01	M - 01	M - 01
Prof (m)	0.00- 1.50	0.00m -1.50	0.00-1.50
Grava (%)	0.00	0.00	0.00
Arena (%)	73.20	92.40	89.50
Finos (%)	26.80	7.60	10.50
Hum. natural (%)	4.30	5.14	4.63
L. L (%)	23.58	N. P	N. P
L.P (%)	19.11	N. P	N. P
I.P (%)	4.47	N. P	N. P
SUCS	SC- SM	SP-SM	SP-SM
AASHTO	A-2 -4 (0)	A-3(0)	A-2-4(0)
Nivel Freático (m)	No presenta		

4.2.2. Descripción de los ensayos de Propiedades Mecánicas

Los ensayos para definir las propiedades mecánicas, permiten determinar la resistencia de los suelos o comportamiento frente a las solicitaciones de cargas.

Ensayo Proctor Modificado (ASTM D-1557)

El ensayo de próctor se efectúa para determinar un óptimo contenido de humedad, para la cual se consigue la máxima densidad seca del suelo con una compactación determinada. Este ensayo se debe realizar antes de usar el agregado sobre el terreno, para así saber qué cantidad de agua se debe agregar para obtener la mejor compactación.

Con este procedimiento de compactación se estudia la influencia que ejerce en el proceso el contenido inicial de agua del suelo, encontrando que valor es de fundamental importancia en la compactación lograda. En efecto, se observa que a contenidos de humedad creciente, a partir de valores bajos, se obtienen más altos pesos específicos secos y por lo tanto mejores compactaciones del suelo, pero que esta tendencia no se mantiene indefinidamente, sino que al pasar la humedad de un cierto valor, los pesos específicos secos obtenidos disminúan, resultado peores compactaciones en la muestra. Es decir, para un suelo dado y empleando el procedimiento descrito, existe una humedad inicial, llamada la "óptima", que produce el máximo peso específico seco que puede lograrse con este procedimiento de compactación. Lo anterior puede explicarse, en



términos generales, teniendo en cuenta que, a bajos contenidos de agua, en los suelos finos, del tipo de los suelos arcillosos, el agua esta en forma capilar produciendo compresiones entre las particulas constituyentes del suelo lo cual tiende a formar grumos dificilmente desintegrables que dificultan la compactación. El aumento en el contenido de agua disminuye esa tensión capilar en el agua haciendo que una misma energía de compactación produzca mejores resultados. Empero, si el contenido de agua es tal que haya exceso de agua libre, el grado de llenar casi los vacios del suelo, esta impide una buena compactación, puesto que no puede desplazarse instantáneamente bajo los impactos del pistón.

California Bearing Ratio – CBR (ASTM D-1883)

El índice de California (CBR) es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad, cuidadosamente controladas. Se usa en el proyecto de pavimentos flexibles auxiliándose de curvas empíricas. Se expresa en porcentaje como la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón a la misma profundidad en una muestra de tipo piedra partida. Los valores de carga unitaria para las diferentes profundidades de penetración dentro de la muestra patrón están determinados. El CBR que se usa para proyectar, es el valor que se obtiene para una profundidad de 0.1 pulgadas. Como el CBR de un agregado varía de acuerdo a su grado de compactación y el contenido de humedad, se debe repetir cuidadosamente en el laboratorio las condiciones del campo, para lo que se requiere un control minucioso. A menos que sea seguro que el suelo no acumulara humedad después de la construcción, los ensayos CBR se llevan a cabo sobre muestras saturadas.

Se realizó el ensayo del CBR cada 2.0 km Para esto se usó el manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos de la versión abril 2014

En el cuadro N° 05 "resumen de valores del ensayo ASTM D-1883", se muestra las características mecánicas de los suelos, valores con los que se ha calculado la capacidad de soporte del suelo de fundación (sub rasante).

Cuadro N° 05: Resultados de las características Mecánicas de los suelos

DATOS				RESULTADOS DE ENSAYOS					
N° de Calicata	Lado	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación		Proctor		CBR (0.1)	
				SUCS	AASHTO	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)	100%	95%
C - 01	LADO IZQ DE LA VÍA	M-1	0.00 - 1.50	SC- SM	A-2 -4 (0)	1.745	15.40	24.0	9.0
C - 02	LADO DER. DE LA VÍA	M-1	0.00 - 1.50	SP - SM	A-3 (0)	1.760	12.1	23.5	13.5
C - 03	LADO IZQ DE LA VÍA	M-1	0.00 - 1.50	SP - SM	A-2 -4 (0)	1.766	12.30	25.9	12.0


MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 199568



4.2.3. Descripción de los ensayos de Propiedades Químicas

La agresión que ocasiona el suelo bajo el cual se cimienta la estructura, está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto: de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.) Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimiento, respectivamente, y las sales solubles totales por su acción mecánica sobre el cimiento, al ocasionarle asentamientos bruscos por lixiviación (lavado de sales en contacto con el agua).

Con los resultados se determina: a). -Si se presenta o no, una Agresividad de los sulfatos al concreto, b).-Si se presenta o no una agresividad de los cloruros al fierro; c).-Si se presenta o no una agresividad del ataque de sales solubles totales al concreto.

Cuadro N°06 Valores permisibles de agresividad del Suelo al Concreto Armado del Comité 318-83 ACI

Presencia en el Suelo de	p.p.m	Grado de Alteración	Tipo de cemento recomendado	Relación A/C recomendado	Observaciones
* SULFATOS	0 – 1000	Leve	I II, IP (MS)		Ataca al concreto de la cimentación
	1000 – 2000	Moderado	IS (MS) IPM (MS)	0.50	
	2000 – 20000	Severo	V	0.45	
	> 20000	Muy Severo	V + Puzolana	0.45	
**CLORUROS	> 6000	Perjudicial			Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos
**SALES SOLUBLES TOTALES	> 15000	Perjudicial			Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de Lixiviación

* Comité 318-83 ACI

* N.T.E. E060 – Tabla 4.4

** Experiencia Existente

Teniendo en cuenta lo antes mencionado se efectuaron Ensayos Químicos (Sulfatos, Cloruros y Sales Solubles Totales) a las muestras obtenidas de las investigaciones de campo fueron llevadas al laboratorio; con el fin de determinar el porcentaje (%) de Agentes Químicos agresivos al Concreto que existe en los suelos a la cota profundidad indicada en el cuadro N°7



Cuadro N°07 Resultado del análisis Químicos

Datos			Resultados		
Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Sales Solubles (ppm)	Sulfatos (ppm)	Cloruros (ppm)
C - 01	M-1	0.00 -1.50	321	421	312
C - 02	M-1	0.00 -1.50	394	362	272
C - 03	M-1	0.00 -1.50	304	325	481

De los valores obtenidos en los Ensayos de Laboratorio, se determinó que:

- ✓ Con respecto a las Sales Solubles Totales, de los resultados obtenidos se concluye que los Niveles de Sales son Leves, por tanto, no son perjudiciales para una pérdida de resistencia mecánica ocasionada por lixiviación.
- ✓ Para Sulfatos Solubles en el suelo, existen tolerancias permisibles que se encuentran en el Reglamento Nacional de Construcción; de los resultados obtenidos se concluye que el Grado de Alteración que se presenta en los suelos en interacción con el concreto es Leve, por tanto no es necesario el uso de ningún tipo especial de cemento para la cimentación de obras de arte y drenaje.
- ✓ Los Cloruros producen corrosión a estructuras metálicas, refuerzo de acero del concreto, etc. La referencia a valores máximos se encuentra en la Norma técnica de Edificación E-60, en tal sentido se menciona que de los resultados obtenidos se determinó que los niveles presentes en el suelo son mínimos, por lo tanto, no es necesario Proteger la cimentación de los cloruros.
- ✓ Ahora al respecto al Análisis Global de los resultados de Ensayos Químicos se concluye que los suelos analizados presentan Grado de Alteración Leve ante un Ataque Químico, recomendándose utilizar cemento Portland tipo "MS".

4.3. Fase de Gabinete

A partir de los resultados en Campo y Laboratorio, se ha elaborado el presente informe técnico que incluye:

Análisis del perfil estratigráfico, Capacidad de Soporte del subsuelo, así como su utilización como material de relleno, conclusiones y recomendaciones constructivas para pavimentos. Se incluye además anexos que contienen los resultados obtenidos en Campo y Laboratorio; así como un plano de ubicación de calicatas y panel fotográfico que corrobora la estratigrafía encontrada.



4.3.1. Perfil Estratigráfico

Con la información integrada, tanto de campo como del laboratorio, se ha establecido los horizontes de los materiales que se encuentren en la vía. Cada exploración genero la descripción de campo de los suelos y con los resultados de laboratorio se ha establecido técnicamente los tipos de suelos.

C-1 / Lado izquierdo de la vía

Hasta la profundidad de -1.50m el terreno está conformada por arenas limo arcillosas de baja plasticidad, color marrón claro secas y compactas. De clasificación SUCS (SC-SM) y AASHTO A- 2-4 (0)

Nota: No se ha evidenciado nivel freático, ni infiltraciones a la profundidad excavada.

C-2 / Lado izquierdo de la vía

Profundidad de 0.00m hasta 1.50 m). conformado por arena de grano fino pobremente graduada limosa no plástica de una coloración beige claro en estado seca y semi compacta de clasificación SUCS (SP-SM) y AASHTO A-3 (0)

Nota: No se ha evidenciado nivel freático, ni infiltraciones a la profundidad excavada.

C-3 / Lado derecho de la vía

Profundidad de 0.00m hasta 1.50 m). Está conformado por arena de grano fino pobremente graduada limosa no plástica de una coloración beige claro en estado seca y semi compacta de clasificación SUCS (SP-SM) y AASHTO A-2-4(0)

Nota: No se ha evidenciado nivel freático, ni infiltraciones a la profundidad excavada.

5.0 EVALUACION DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO

Para la determinación del CBR de la sub rasante se ha considerado la variación de los diferentes tipos de suelos encontrándose según el perfil estratigráfico, seleccionado para cada tipo de suelo muestras representativas para ser sometidas a ensayos de CBR, de los cuales se concluye que existen tramos cuyo suelo de fundación varían de regular a bueno.

Las pruebas a las que fueron sometidas las muestras se encuentran dentro de lo establecido en las normas EG 2013, y los valores han sido obtenidos para un 95% de la MDS según el Proctor Modificado, se muestra los valores de CBR obtenidos al 95% de la MDS.


MIGUEL ÁNGEL MACEDO PINEDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 199568



Cuadro N° 08: Valores de CBR de los suelos de las calicatas

DATOS				RESULTADOS DE ENSAYOS			Clasificación de la Sub rasante
N° de Calicata	Lado	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación		CBR (0.1)	
				SUCS	AASHTO	95%	
C-1	LADO IZQ DE LA VÍA	M-1	1.50	SC- SM	A-2 -4 (0)	9.0	Regular
C-2	LADO DER. DE LA VIA	M-1	1.50	SP - SM	A-3 (0)	13.5	Buena
C-3	LADO IZQ DE LA VÍA	M-1	1.50	SP - SM	A-2 -4 (0)	12.0	Buena

Nota: Se obtuvo un valor promedio del CBR = 11.50% considerada como una sub rasante buena

Cuadro N°09: Categoría de la Sub rasante por medio de su C.B.R

Categoría de la Sub rasante	CBR
S0: Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Sub rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30 %

Fuente: Manual de Carreteras MTC-2014 cuadro N° 4.11

6.0 CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

De la exploración de campo, análisis de los resultados de los ensayos insitu y de laboratorio se puede concluir lo siguiente:

✓ **Calicata N° 01**

Hasta la profundidad de -1.50m el terreno está conformada por arenas limo arcillosas de baja plasticidad, color marrón secas y compacta. De clasificación SUCS (SC-SM) y AASHTO A- 2-4 (0)

Calicata N°- 02 y 03

Profundidad de 0.00m hasta 1.50 m). conformada por arenas de grano fino pobremente graduadas limosas no plástica de una coloración beige claro en estado seca y semi compacta de clasificación SUCS (SP-SM) y AASHTO A-3 (0)

Nota: No se ha evidenciado nivel freático, ni infiltraciones a la profundidad excavada.



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO

ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

CIP N° 199568 RUC. N° 10029568997

Urb los Titanes Mzna K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura°. Cel. 952879908

E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



- ✓ En conclusión, el área hasta 0.15 m presenta una capa de afirmado compactado en regular estado y de 0.15 hasta la profundidad de -1.50m, está conformada por arenas limo arcillosas y arenas finas pobremente graduadas limosas no plásticas húmeda, semi compacta
- ✓ El tramo estudiado presenta un CBR promedio al 95.0% de la MDS del Proctor modificado y con una penetración de carga de 2.54mm de: **11.50 %** valor considerado como una **sub rasane buena** (ver cuadro N°08)
- ✓ Se diseñará el pavimento de acuerdo a las normas vigentes para carreteras de acuerdo a la realidad topográfica de la zona, para así evitar la formación de cuencas ciegas que en épocas de fuertes lluvias entre los meses de enero a marzo principalmente en épocas del Fenómeno del Niño pondría en peligro la vida útil del pavimento. Para esto se sugiere diseñar un sistema de drenaje apropiado para evacuar estas aguas pluviales
- ✓ Una vez cortado la sub rasante a su cota definida en los planos, deberá ser regada con la cantidad de agua requerida para alcanzar su penetración de humedecido de (0.15m) mínimos.
- ✓ No se permitirá la presencia de basura o materia orgánica dentro del material de la Sub rasante y todas las que no tengan buenas características en el terreno de conformación se rechazarán y eliminarán manualmente en el acto.
- ✓ La compactación del suelo de la sub-rasante se realizará cada 250 m² del área compactada y preparada y deberá ser por lo menos del 95% de AASHTO T-180 del Proctor modificado. La profundidad de compactación efectiva deberá ser por lo menos las 12 pulgadas (300 mm) superficiales, para la base también se realizará cada 250m² y la compactación será del 100% como mínimo del proctor Modificado
- ✓ Se sugiere que de acuerdo a las propiedades de los materiales existentes de la sub rasante y al tipo vía a diseñar, el material de base tendrá un índice plástico entre 0% al 4% con un límite líquido máximo de 25%, con CBR entre 80% al 100% y el desgaste de los Ángeles 50% max. y que estén dentro de los rangos establecidos por la NTE CE.010 Pavimentos Urbanos y Norma EG-2013 del MTC vigentes.
- ✓ Con respecto para las obras de arte se recomienda el cemento tipo MS de acuerdo a los análisis químicos (ver cuadro N°02)
- ✓ El proyectista tendrá como referencia estas recomendaciones y el adoptará su criterio correspondiente
- ✓ Las conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente Informe Técnico son sólo aplicables para el área estudiada
- ✓ El presente estudio es válido solo para el área investigada.


MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997
Urb los Titanes Mzna K Lote -1 de la 1era Etapa – Piura”. Cel. 952879906
E-mail: miguelmacedo_96@hotmail.com



7.0 A. CERTIFICADO DE ENSAYOS DE CALICATAS



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
 CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997
 Urb los Tiranes Mzna K Lote -1 de la Tera Etapa - Piura". Cel. 952879906
 E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

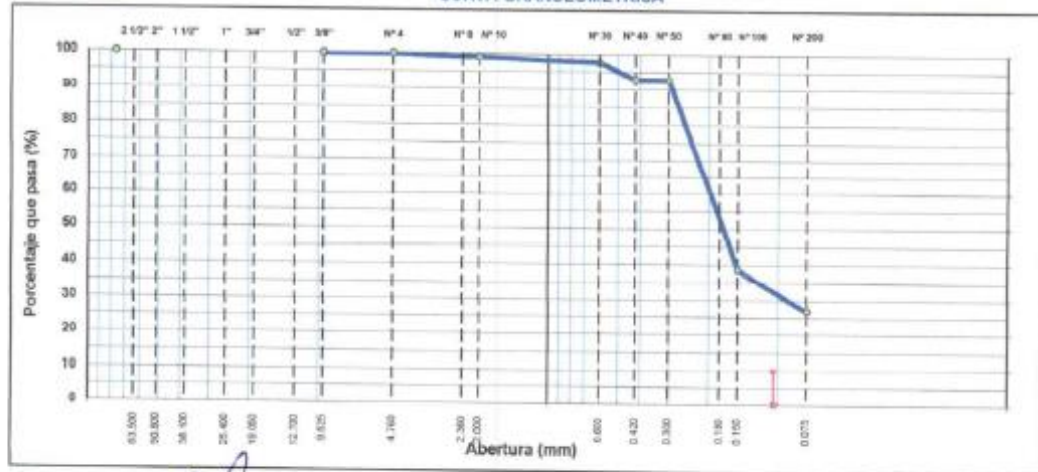
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA- TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA"	N° REGISTRO :
LUGAR	: PIURA - PIURA	ING° RESP. : M.A.M.P
SOLICITA	: BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES GUTIERREZ	TECNICO. :
CALICATA	: N° 1	FECHA : PIURA JULIO DEL 2022
PROFUNDIDAD	: 0.00m - 1.50m	COORD. N. : 9448605
LADO	: LADO IZQUIERDO DE LA VÍA	COORD. E. : 549218
COLOR	: MARRON CLARO	PROGRESIVA :

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					PESO TOTAL = 350.0 gr			
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO = 256.2 gr			
2"	50.800					PESO FINO = 350.0 gr			
1 1/2"	38.100					LIMITE LIQUIDO = 23.58 %			
1"	25.400					LIMITE PLÁSTICO = 19.11 %			
3/4"	19.050					INDICE PLÁSTICO = 4.47 %			
1/2"	12.700					CLASF. AASHTO = A-2-4 [0]			
3/8"	9.525				100.0	CLASF. SUCCS = SC - SM			
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.0	100.0	Ensayo Malta #200 P.S. Seco. P.S. Lavado % 200			
# 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0	350.0 256.2 26.8			
# 8	2.360					% Grava = 0.0 %			
# 10	2.000	3.2	0.9	0.9	96.1	% Arena = 73.2 %			
# 30	0.800	5.6	1.4	3.3	97.7	% Fino = 26.8 %			
# 40	0.420	16.5	4.7	7.1	93.0	% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad			
# 50	0.300					365.0 350.0 4.3%			
# 80	0.180	123.5	35.3	42.3	57.7	OBSERVACIONES:			
# 100	0.150	66.5	19.0	61.3	38.7	Arena limo arcillosa			
# 200	0.075	41.5	11.9	73.2	26.8	de baja plasticidad color marron seca y semi compacta			
< # 200	FONDO	93.8	26.8	100.0	0.0				
FRACCIÓN		350.0							
TOTAL		350.0							

Descripción suelo: Arena limo arcillosa

CURVA GRANULOMÉTRICA



Miguel Angel Macedo Pinedo
MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
 CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997
 Urb los Titanes Mzna K Lote -1 de la Tera Etapa - Piura". Cel. 952879906
 E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com

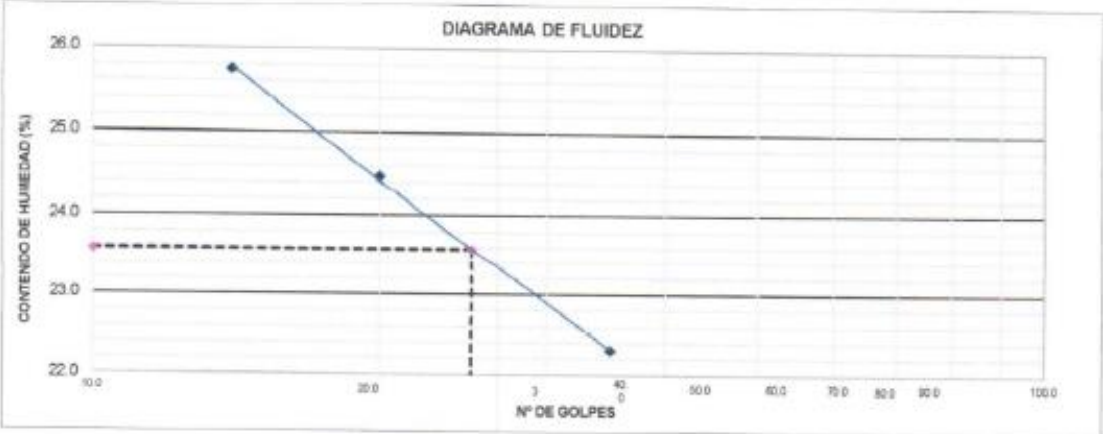


LÍMITES DE ATTERBERG
 MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

TESIS	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA- TAMROGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO DEPARTAMENTO DE PIURA"	N° REGISTRO :	
LUGAR	: PIURA - PIURA	ING° RESP.	: M.A.M.P
SOLICITA	: BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES GUTIERREZ	TECNICO.	:
CALICATA	: N° 1	FECHA	: PIURA JULIO DEL 2022
PROFUNDIDAD	: 0.00m - 1.50m	COORD. N.	: 9449605
LADO	: LADO IZQUIERDO DE LA VÍA	COORD. E.	: 545218
COLOR	: MARRON CLARO	PROGRESIVA	:

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	11	15	12	
TARRO + SUELO HÚMEDO	40.36	40.65	40.36	
TARRO + SUELO SECO	36.12	36.62	36.51	
AGUA	4.24	4.03	3.85	
PESO DEL TARRO	19.65	20.15	19.25	
PESO DEL SUELO SECO	16.47	16.47	17.26	
% DE HUMEDAD	25.74	24.47	22.31	
N° DE GOLPES	14	20	35	

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	15	15		
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.54	25.51		
TARRO + SUELO SECO	23.85	23.95		
AGUA	1.69	1.56		
PESO DEL TARRO	15.20	15.80		
PESO DEL SUELO SECO	8.65	8.35		
% DE HUMEDAD	19.54	18.68		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	23.58
LÍMITE PLÁSTICO	19.11
INDICE DE PLASTICIDAD	4.47

OBSERVACIONES	
CLASF. AASHTO	A-2-4 (0)
CLASF. SUCCS	SC - SM
Arena limo arcillosa	


MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 199568

 <p style="text-align: center;"> INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997 Urb los Titanes Mzna K Lote -1 de la 1era Etapa – Piura” Cel. 952879906 E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com </p> 	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)	
TESIS "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA- TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA "	N° REGISTRO
LUGAR PIURA - PIURA	ING° RESP. M.A.M.P
SOLICITA BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES GUTIERREZ	TECNICO.
CALICATA N° 1	FECHA PIURA JULIO DEL 2022
PROFUNDIDAD 0.00m - 1.50m	COORD. N. 9449605
LADO LADO IZQUIERDO DE LA VÍA	COORD. E. 549218
COLOR MARRON CLARO	PROGRESIVA

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	410.5	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	393.5	
Peso del agua contenida (gr)	17.0	
Peso de la muestra seca (gr)	393.5	
Contenido de Humedad (%)	4.3	
Contenido de Humedad Promedio (%)	4.3	


MIGUEL ÁNGEL MACÉDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997
 Urb los Titanes Mzta K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura*. Cel. 952879606
 E-mail: miguelmacedo_85@hotmail.com



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557 / NTP 3391.41)

TESIS : "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA-TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA"

LUGAR : PIURA - PIURA

SOLICITA : BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES GUTIERREZ ING° RESP. M.A.M.P

CALICATA : N° 1

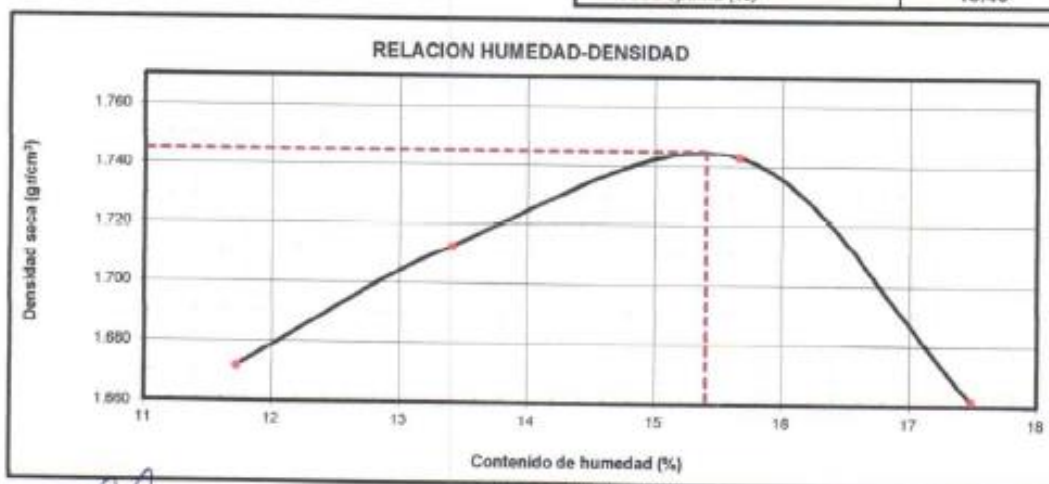
PROFUNDIDAD : 0.00m - 1.50m **FECHA** PIURA JULIO DEL 2022

LADO : LADO IZQUIERDO DE LA VÍA **COORD. N.** 9449605

CLASIFICACION : AASHTO - A- 2-4 (0) SUCS - "SC-SM" **COORD. E.** 549218

MÉTODO : "A"

DESCRIPCION		I	II	III	IV	
1	Peso molde + Suelo Húmedo gr	3800	3870	3940	3880	
2	Peso de Molde gr	2035	2035	2035	2035	
3	Peso suelo Húmedo Compactado gr	1765	1835	1905	1845	
4	Volumen del Molde cm ³	945	945	945	945	
5	Densidad Humedad gr/cm ³	1.868	1.942	2.016	1.952	
6	DENSIDAD SECA gr/cm ³	1.672	1.712	1.743	1.662	
DETERMINACION DE HUMEDAD						
7	Resipiente N°	1	2	3	4	
8	Peso del Suelo Húmedo + Tara gr	375.0	377.2	395.0	416.9	
9	Peso del Suelo Seco + Tara gr	346.2	344.5	365.4	369.8	
10	Agua gr	28.8	32.70	29.6	47.1	
11	Peso de Tara gr	100.5	100.6	176.4	100.4	
12	Peso de Suelo Seco gr	245.7	243.9	189	269.4	
13	CONTENIDO DE HUMEDAD %	11.72	13.41	15.66	17.48	
					Densidad máxima (gr/cm ³)	1.745
					Humedad óptima (%)	15.40



MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997
 Urb los Titanes Mzna K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura*, Cel. 952879906
 E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

TESIS	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA- TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA"		
LUGAR	PIURA - PIURA		
SOLICITA	BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES GUTIERREZ	TECNICO.	0
CALICATA	N° 1	FECHA	PIURA JULIO DEL 2022
PROFUNDIDAD	0.00m - 1.50m	COORD. N.	9449605
LADO	LADO IZQUIERDO DE LA VÍA	COORD. E.	549218
CLASIFICACION	AASHTO - A- 2-4 (0)	SUCS - "SC-SM"	PROGRESIVA 0

Molde N°	3		4		6	
	5		5		5	
Capas N°	12		25		56	
Golpes por capa N°	12		25		56	
Condición de la muestra	óptima	saturada	óptima	saturada	óptima	saturada
Peso del molde+suelo húmedo gr.	8463		8640		8820	
Peso del molde gr.	4136		4170		4145	
Peso del suelo húmedo gr.	4327		4470		4675	
Volúmen del suelo cm³	2315		2315		2315	
Densidad húmeda gr/cm³	1.869		1.931		2.019	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	370.3		383.2		405.5	
Peso suelo seco + tara (g)	334.1		345.5		365.5	
Peso de tara (g)	102.5		101.5		105.5	
Peso de agua (g)	36.2		37.7		40	
Peso de suelo seco (g)	231.6		244		260	
Contenido de humedad (%)	15.63		15.45		15.38	
Densidad seca gr/cm³	1.616		1.672		1.750	

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%

PENETRACION

Penetración (pulg.)	Tiempo (lb/pulg)	Carga Estd (lb./pulg²)	Carga		Corregida		Carga		Corregida		Carga		Corregida	
			Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	% CBR	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	% CBR	Diales	lb/pulg²	lb/pulg²	% CBR
0.025	30"		4		13.8		10		34.5		17		58.6	
0.050	1'		8		27.6		17		58.6		40		138.0	
0.075	1'30"		12		41.4		25		86.2		58		200.0	
0.100	2'	1,000	15		51.7	5.2	32		110.4	11.0	74		255.2	
0.150	3'		20		69.0		43		148.3		98		338.0	
0.200	4'	1,500	25		86.2	5.7	52		179.3	12.0	118		407.0	
0.250	5'		30		103.5		58		200.0		140		482.9	
0.300	6'	1,900	35		120.7	6.4	65		224.2	11.8	157		541.5	
0.350	7'		40		138.0		70		241.4		170		586.3	
0.400	8'	2,300	45		155.2		77		265.6		180		620.8	
0.450	9'		52		179.3		85		293.2		187		645.0	
0.500	10'	2,600	60		206.9		92		317.3		195		672.5	


MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO

INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
 CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997

Urb los Titanes Mzra K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura" Cel. 952879906
 E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



GRAFICO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

TESIS : "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA - TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA"

LUGAR : PIURA - PIURA

SOLICITA : BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES GUTIERREZ

CALICATA : N° 1 **FECHA** : PIURA JULIO DEL 2022

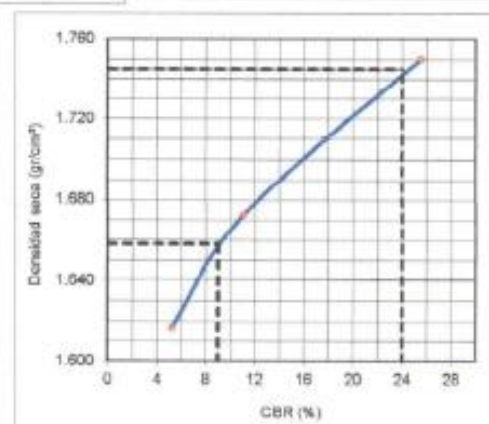
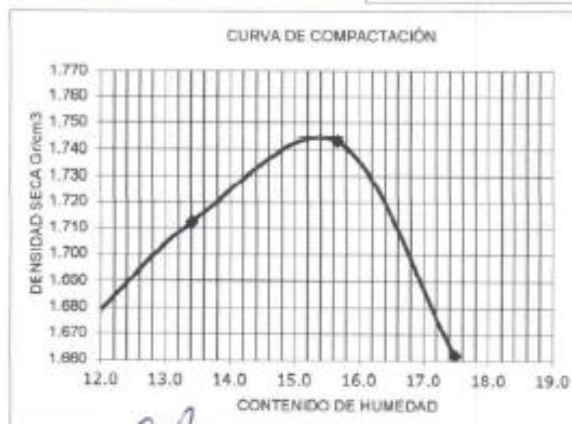
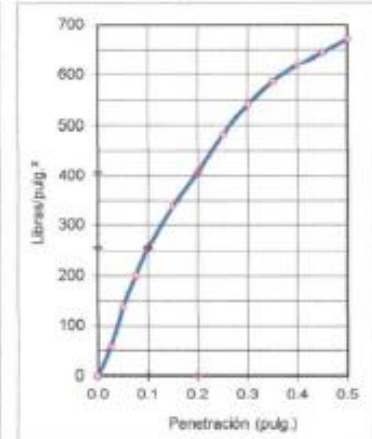
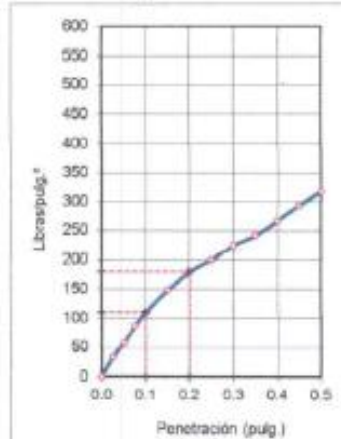
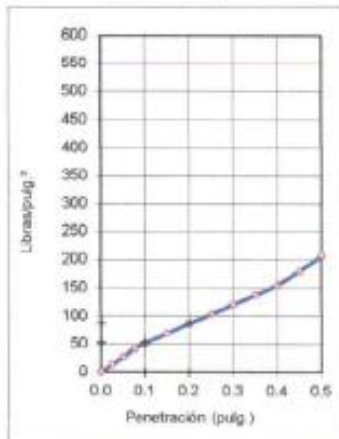
PROFUNDIDAD : 0.00m - 1.50m **COORD. N.** : 9449605

LADO : LADO IZQUIERDO DE LA VÍA **COORD. E.** : 549218

CLASIFICACION : AASHTO - A- 2-4 (0) **SUCS** - "SC-SM"

METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557	PESO ESPECIFICO (g/cm³)	
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.745	EMBEBIDO	1 DIAS
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.4	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 24.0
96% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.66	C.B.R. al 96% de M.D.S. (%)	0.1": 9.0

10 GOLPES	25 GOLPES	58 GOLPES
CBR (0.1): 5.2 %	CBR (0.1): 11.0 %	CBR (0.1): 25.5 %
CBR (0.2): 5.7 %	CBR (0.2): 12.0 %	CBR (0.2): 27.1 %



Miguel Ángel Macedo Pinedo
MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997

Urb los Titanes Mzra K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura* Cel. 952879908
 E-mail: miguelmacedo_85@hotmail.com



REGISTRO DE EXCAVACION

TESIS	"DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA- TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA."		
LUGAR	PIURA - PIURA		
SOLICITA	BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES GUTIERREZ		
CALICATA	N° 1		
PROFUNDIDAD	0.00m - 1.50m	NIVEL FREATICO NO PRESENTA	
LADO	LADO IZQUIERDO DE LA VÍA	COORD. N. 9449605	
FECHA	PIURA JULIO DEL 2022	COORD. E. 549218	

PROFUNDIDA (Metros)	TIPO DE EXPLOR.	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	Clasificación
0,00	A C I E L O A B I E R T O	M - 1	Arena fina limo arcillosa de baja plasticidad de color marron claro verdoso estado seca y compacta. Que presenta un 0.0% de material que retiene por el tamiz N° 4, un 73.20% de arena y un 26.80% de finos que pasa por el tamiz N° 200 . L.L. = 23.58% L.P. = 19.1% I.P. = 4.47% Humedad Natural = 4.30% C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 9.0		SC-SM A- 2- 4 (0)
1.50					

MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP, N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997

Urb los Titanes Mzta K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura°. Cel. 952879905
 E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



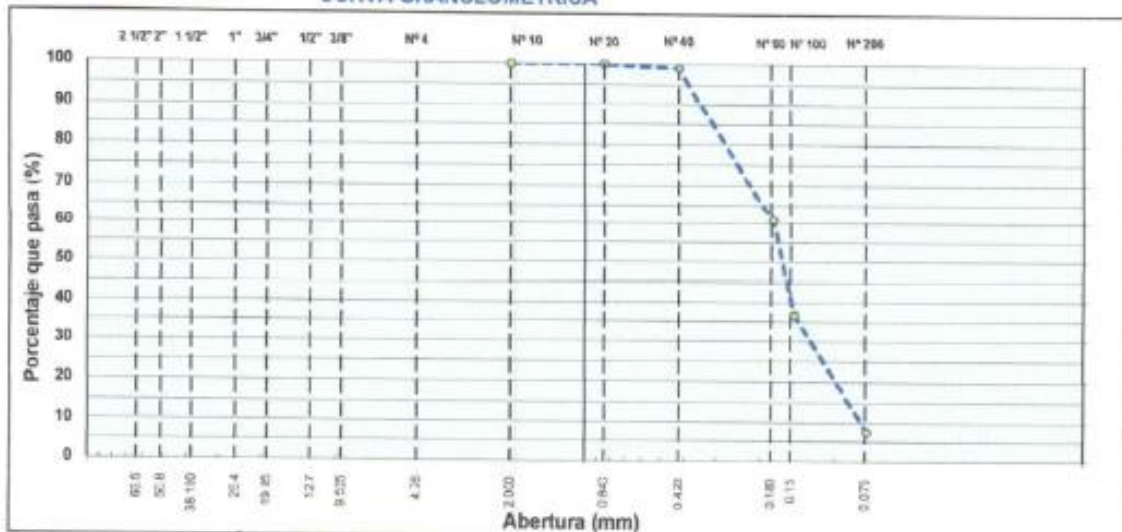
ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)


TESIS :	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA- TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA °		
LUGAR:	PIURA -PIURA		
SOLICITA:	BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES		
PROCEDENCIA :	CALICATA-02 / ESTRATO-01 / PROF. 0.00m a 1.50 m.		
UBICACION :	LADO DERECHO DE LA VÍA	N.	9449854
FECHA :	PIURA, JULIO DEL 2022	E.	552032

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	OBSERV.	Tamaño Máximo
3"	76.20						% PIEDRA = 0.0
2 1/2"	63.50						% ARENA = 92.4
2"	50.00						% FINOS = 7.6
1 1/2"	38.10						TOTAL = 100.0
1"	25.40						
3/4"	19.00						L.L. N.P
1/2"	12.70						L.P. N.P
3/8"	9.30						I.I.P N.P
1/4"	6.35						
N° 4	4.76						
N° 10	2.00				100.0		CLASIFICACION
N° 20	0.840	0.0	0.0	0.0	100.0		AASHTO : A-3 (0)
N° 40	0.420	4.2	1.1	1.1	98.9		SUCS : SP- SM
N° 80	0.177	145.8	38.1	39.2	60.8		ARENA FINA MAL GRADUADA LIMOSA
N° 100	0.145	92.5	24.2	63.4	36.6		SEMI COMPACTA
N° 200	0.074	110.5	28.9	92.4	7.6		
TOTAL		352.8					
PERDIDA		29.2	7.6	100.0	0.0		Humedad Nat. 5.14
PESO INICIAL		382.00					

CURVA GRANULOMÉTRICA




MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997
 Urb los Titanes Zona K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura*, Cel. 052679906
 E-mail: miguelmacedo_85@hotmail.com



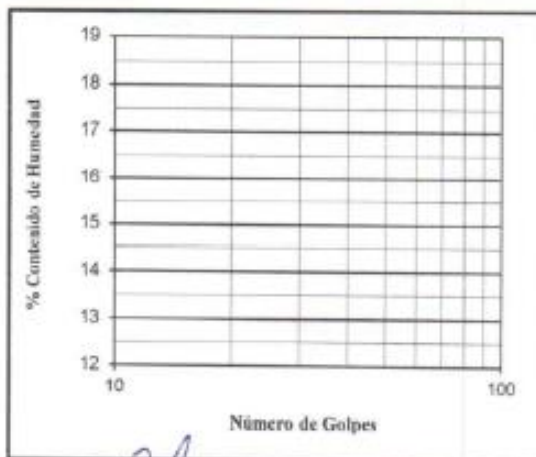
LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40

(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

TESIS :	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA-TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA "		
LUGAR:	PIURA -PIURA		
SOLICITA:	BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES		
PROCEDENCIA :	CALICATA-02 / ESTRATO-01 / PROF. 0.00m. a 1.50 m.		
UBICACION :	LADO DERECHO DE LA VÍA	N.	9449854
FECHA :	PIURA, JULIO DEL 2022	E.	552032

LIMITE LIQUIDO (ASTM D - 4318)					
N°	MUESTRA	1	2	3	
1	Tara N°				
2	Peso de la Tara grs.				
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.		N.P		
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.				
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.				
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.				
7	Humedad (5) / (6) x 100 %				
8	N° De Golpes				

LIMITE PLASTICO (ASTM D - 4318)						
N°	MUESTRA	1	2	3	4	5
1	Tara N°					
2	Peso de la Tara grs.					
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.		N.P			
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.					
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.					
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.					
7	Humedad (5) / (6) x 100 %					
Promedio de Limite Plástico :						



DESCRIPCION DE LA MUESTRA :	
LL :	N.P
L.P. :	N.P
I.P. :	N.P
AASHTO :	A-3 (0)
SUCS :	SP- SM
HUMEDAD NATURAL (%)	5.14


MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997

Urb los Titanes Mzna K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura", Cel. 952879906
 E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557 / NTP 3391.41)

TESIS : : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA
 : SANTA ANA- TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA "

LUGAR: : PIURA -PIURA

SOLICITA: : BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES

PROCEDENCIA : : CALICATA-02 / ESTRATO-01 / PROF. 0.00m. a 1.50 m.

UBICACION : : LADO DERECHO DE LA VÍA

CLASIFICACION : AASHTO A-3 (0) **SUCS** SP- SM

MUESTRA : : ARENA FINA MAL GRADUADA LIMOSA DE COLOR BEIGE CLARO

MÉTODO : : "A" N. 9449854

FECHA : : PIURA, JULIO DEL 2022 E. 552032

	DESCRIPCION		I	II	III	IV	
1	Peso molde + Suelo Húmedo	gr	3710	3820	3900	3810	
2	Peso de Molde	gr	2035	2035	2035	2035	
3	Peso suelo Húmedo Compactado	gr	1675	1785	1865	1775	
4	Volumen del Molde	cm ³	945	945	945	945	
5	Densidad Humedad	gr/cm ³	1.772	1.889	1.974	1.878	
6	DENSIDAD SECA	gr/cm³	1.631	1.709	1.758	1.645	
DETERMINACION DE HUMEDAD							
7	Resipiente N°		1	2	3	4	
8	Peso del Suelo Humedo + Tara	gr	379.0	389.0	382.5	398.0	
9	Peso del Suelo Seco + Tara	gr	356.8	361.5	358.7	361.0	
10	Agua	gr	22.2	27.50	23.8	37.0	
11	Peso de Tara	gr	100.5	100.6	165.0	100.4	
12	Peso de Suelo Seco	gr	256.3	260.9	193.7	260.6	
13	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	8.66	10.54	12.29	14.20	
						Densidad máxima (gr/cm ³)	1.760
						Humedad óptima (%)	12.10





INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
 CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997
 Urb Los Tilares Mosa K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura, Cel. 952079900
 E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NTP 339.145/ASTM D1883

TESIS :	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA- TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA *		
LUGAR :	PIURA - PIURA		
SOLICITA :	BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES		
PRECEDENCIA :	CALICATA-02 / ESTRATO-01 / PROF. 0.00m. a 1.50 m.		
UBICACION :	LADO DERECHO DE LA VIA		
CLASIFICACION :	AASHTO A-3 (0)	SUCS	SP-6M
MUESTRA :	ARENA FINA MAL GRADUADA LIMOSA DE COLOR BEIGE CLARO		
MÉTODO :	"C"	N	9448654
FECHA :	PIURA, JULIO DEL 2022	E	902032

Cond. de la muestra	MOLDE N° 4		MOLDE N° 2		MOLDE N° 3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	4		2		3	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso molde + Suelo húmedo	6730		8512		8460	
Peso de molde (gr)	4165		4185		4165	
Peso del suelo húmedo (gr)	4565		4327		4295	
Volumen del molde (cc)	2315		2315		2314	
Densidad húmeda (gr/cc)	1.972		1.869		1.856	
% de humedad	12.08		12.13		12.05	
Densidad seca (gr/cc)	1.759		1.667		1.656	
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	438.60		438.00		441.00	
Tarro + Suelo seco (gr.)	403.50		402.50		405.50	
Peso del Agua (gr.)	35.40		35.50		35.50	
Peso del tarro (gr.)	110.50		109.80		110.80	
Peso del suelo seco (gr.)	293.00		292.70		294.70	
% de humedad	12.08		12.13		12.05	
Promedio de Humedad (%)	12.08		12.13		12.05	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION gwg	CARGA STAND. kg/cm²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (mm)	lb/pulg²	lb/pulg²	%	Dial (mm)	lb/pulg²	lb/pulg²	%	Dial (mm)	lb/pulg²	lb/pulg²	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		25	86.2			9	31.0			8	27.6		
0.050		44	151.8			19	65.5			15	51.7		
0.075		64	220.7			25	86.2			24	82.8		
0.100	1000	82	282.8	235.06	23.5	36	124.2	124.79	12.5	32	110.4	105.69	10.6
0.150		109	375.9			56	193.1			42	144.9		
0.200	1500	139	479.4	449.19	29.9	71	244.0	245.90	16.4	52	179.3	176.35	11.8
0.250		164	565.6			86	296.6			58	200.0		
0.300		184	634.6			101	348.3			65	224.2		
		219	755.3			116	410.4			77	266.8		

MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 199568



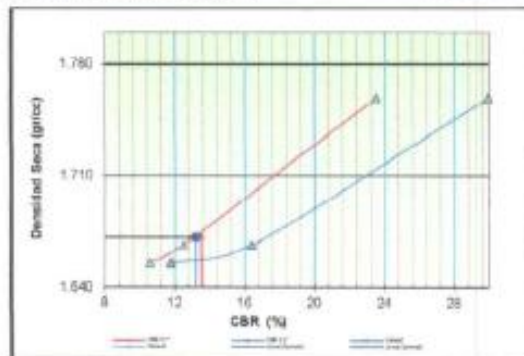
INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
 CIP N° 199568 RUC. N° 10028568097
 Urb Los Tilanos Zona K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura - Cel. 952070900
 E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

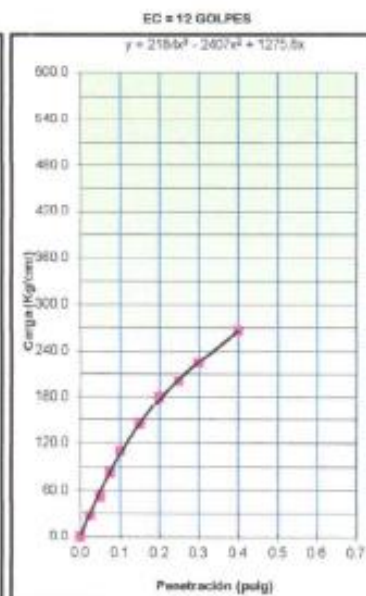
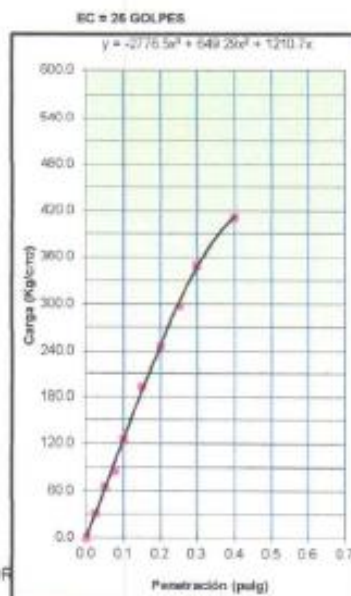
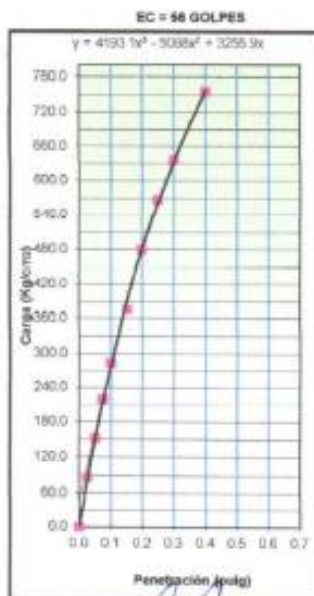
TESIS :	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA- TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA. - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA "		
LUGAR:	PIURA-PIURA		
SOLICITA:	BAC, ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES		
PROCEDENCIA :	CALICATA-02 / ESTRATO-01 / PROF. 0.00m. a 1.50 m.		
UBICACION :	LADO DERECHO DE LA VIA		
CLASIFICACION :	AASHTO A-3 (0)	SUCS	SP- SM
MUESTRA :	ARENA FINA MAL GRADUADA LIMOSA DE COLOR BEIGE CLARO		
MÉTODO :	°C	N	9449854
FECHA :	PIURA, JULIO DEL 2022	E	552032

METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557	PESO ESPECIFICO (g/cm3)	
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.760	EMBEBIDO	4 DIAS
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.10	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1" 23.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.672	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1" 13.5



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	23.5	0.2"	29.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	13.5	0.2"	13.2

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.760	gr/cm3
Optimo Humedad	12.10	%




MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
 CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997
 Urb los Titanes Mzne K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura". Cel. 952879906
 E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



REGISTRO DE EXPLORACIÓN

TESIS :	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA- TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA "		
LUGAR:	PIURA -PIURA		
SOLICITA:	BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES		
PROCEDENCIA :	CALICATA-02 / ESTRATO-01 / PROF. 0.00m. a 1.50 m.		
UBICACION :	LADO DERECHO DE LA VÍA	N.	9449854
FECHA :	PIURA, JULIO DEL 2022	E.	552032

PROFUNDIDA (Metros)	TIPO DE EXPLOR.	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CLASIFIC
0,00	A C I E L O A B I E R T O	M-1	Arena fina pobremente graduada imosa no plastico de color beige claro estado seca y semi compacta que presenta un 0.0% de grava que retiene por el tamiz N° 4, un 98.80% de arena y un 7.60% de finos que pasa por el tamiz N° 200 . L.L. = N.P L.P. = N.P I.P. = N.P Humedad Natural = 5.14% C.B.R. al 95% de M.D.S.13.50(%)		SP- SM A-3 (0)
1.70					

MIGUEL ÁNGEL MACEDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997

Urb los Titanes Mzra K Lote -1 de la Tera Etapa - Piura*, Cel. 952879908
 E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



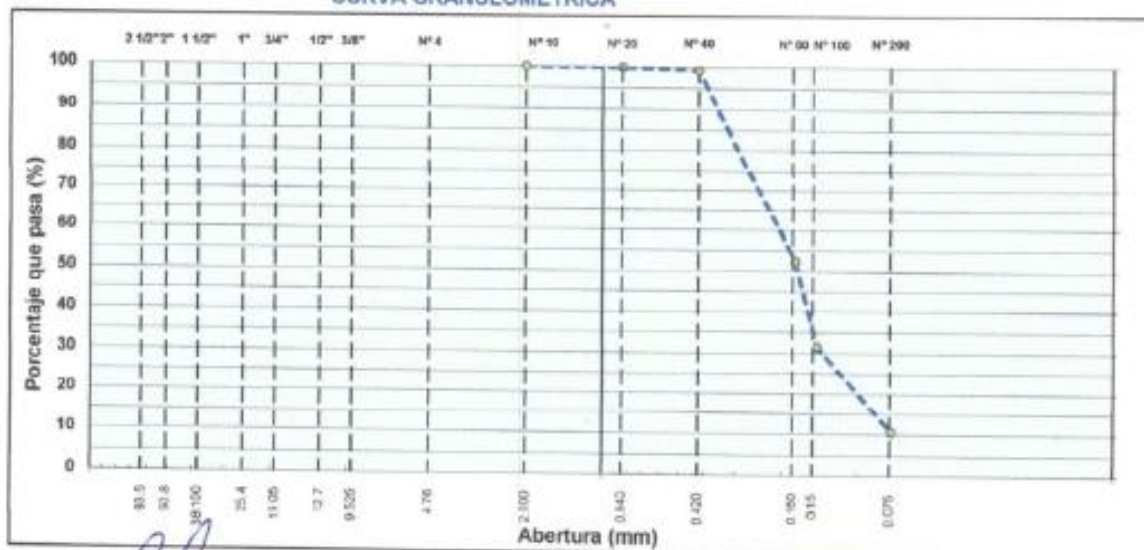
ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

TESIS :	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA-TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA *		
LUGAR:	PIURA -PIURA		
SOLICITA:	BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES		
PROCEDENCIA :	CALICATA-03 / ESTRATO-01 / PROF. 0.00m. a 1.50 m.		
UBICACION :	LADO IZQUIERDO DE LA VÍA	N.	9451142
FECHA :	PIURA, JULIO DEL 2022	E.	553508

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	OBSERV.	Tamaño Máximo	
3"	76.20						% PIEDRA =	0.0
2 1/2"	63.50						% ARENA =	89.5
2"	50.00						% FINOS =	10.5
1 1/2"	38.10						TOTAL =	100.0
1"	25.40							
3/4"	19.00						L.L.	N.P
1/2"	12.70						L.P.	N.P
3/8"	9.30						I.P.	N.P
1/4"	6.35							
N° 4	4.76						CLASIFICACION	
N° 10	2.00				100.0		AASHTO :	A-2-4 (0)
N° 20	0.840	1.00	0.2	0.2	99.8		SUCS :	SP- SM
N° 40	0.420	3.40	0.7	0.9	99.1		ARENA FINA MAL GRADUADA LIMOSA SEMI COMPACTA	
N° 80	0.177	231.50	46.8	47.7	52.3			
N° 100	0.145	102.50	20.7	68.4	31.6			
N° 200	0.074	104.70	21.2	89.5	10.5			
TOTAL		443.1					Humedad Nat.	4.63
PERDIDA		51.9	10.5	100.0	0.0			
PESO INICIAL		495.00						

CURVA GRANULOMÉTRICA



Miguel Angel Macedo Pinedo
MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997

Urb los Tránes Mzra K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura". Cel. 952679906
 E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40

(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D-4318)

TESIS :	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA-TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA "	
LUGAR:	PIURA -PIURA	
SOLICITA:	BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES	
PROCEDENCIA :	CALICATA-03 / ESTRATO-01 / PROF. 0.00m. a 1.50 m.	
UBICACION :	LADO IZQUIERDO DE LA VÍA	N. 9451142
FECHA :	PIURA, JULIO DEL 2022	E. 553506

LIMITE LIQUIDO (ASTM D - 4318)

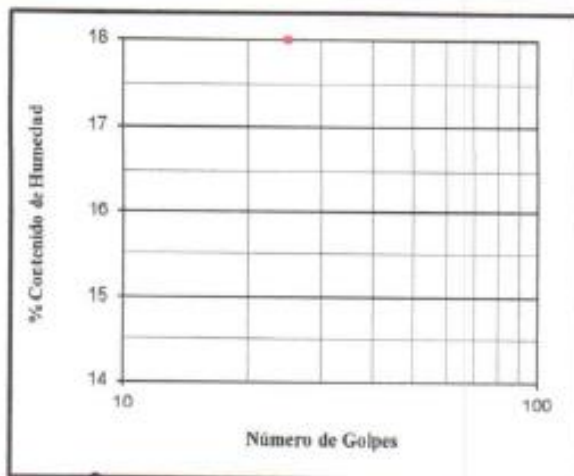
N°	MUESTRA	1	2	3		
1	Tara N°					
2	Peso de la Tara grs.					
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.					
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.					
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.					
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.					
7	Humedad (5) / (6) x 100 %					
8	N°. De Golpes					

N.P

LIMITE PLASTICO (ASTM D - 4318)

N°	MUESTRA	1	2	3	4	5
1	Tara N°					
2	Peso de la Tara grs.					
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.					
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.					
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.					
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.					
7	Humedad (5) / (6) x 100 %					
	Promedio de Límite Plástico :					

N.P



DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

L.L. : N.P
 L.P. : N.P
 I.P. : N.P

AASHTO : A-2-4 (0)
 SUCS : SP-SM

HUMEDAD NATURAL 4.63

MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
CIP N° 199568 RUC, N° 10028568997

Urb los Titanes Mzta K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura". Cel. 952079906
E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557 / NTP 3391.41)

TESIS : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA
: SANTA ANA- TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA "

LUGAR: : PIURA -PIURA

SOLICITA: : BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES

PROCEDENCIA : : CALICATA-03 / ESTRATO-01 / PROF. 0.00m. a 1,50 m.

UBICACION : : LADO IZQUIERDO DE LA VÍA

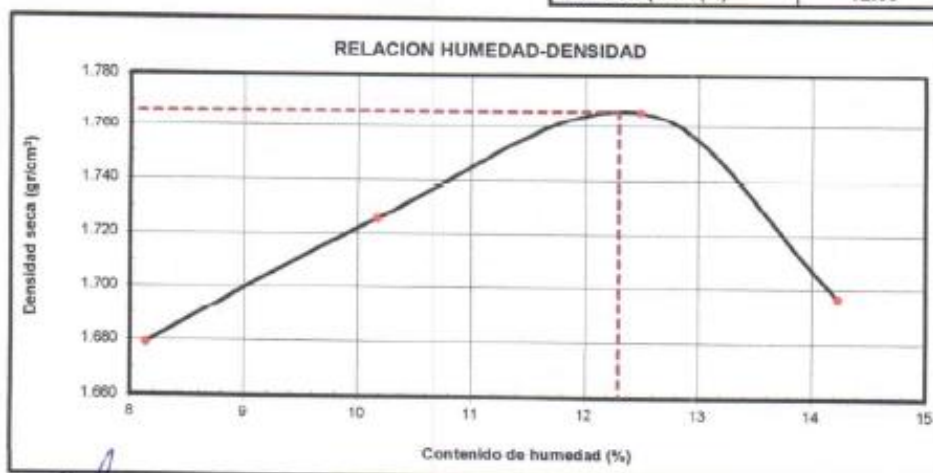
CLASIFICACION : : AASHTO A-2-4 (0) SUCS SP- SM

MUESTRA : : ARENA FINA MAL GRADUADA CON LIMO NO PLASTICA

MÉTODO : : "A" N. 9451142.0

FECHA : : PIURA, JULIO DEL 2022 E. 553506.0

DESCRIPCION		I	II	III	IV	
1	Peso molde + Suelo Húmedo	gr	3670	3750	3830	3785
2	Peso de Molde	gr	1965	1965	1965	1965
3	Peso suelo Húmedo Compactado	gr	1705	1785	1865	1820
4	Volumen del Molde	cm ³	939	939	939	939
5	Densidad Humedad	gr/cm ³	1.816	1.901	1.986	1.938
6	DENSIDAD SECA	gr/cm³	1.679	1.725	1.766	1.697
DETERMINACION DE HUMEDAD						
7	Resipiente N°		1	2	3	4
8	Peso del Suelo Humedo + Tara	gr	385.0	383.2	389.0	388.0
9	Peso del Suelo Seco + Tara	gr	368.5	363.4	365.4	360.8
10	Agua	gr	16.5	19.80	23.6	27.2
11	Peso de Tara	gr	165.7	168.7	176.4	169.7
12	Peso de Suelo Seco	gr	202.8	194.7	189	191.1
13	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	8.14	10.17	12.49	14.23
					Densidad máxima (gr/cm ³)	1.766
					Humedad óptima (%)	12.30



Miguel Ángel Macedo Pinedo
MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
 CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997
 Urb los Tizanos Mina K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura - Cel. 952879606
 E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NTP 339.145/ASTM D1883

TESIS :	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA- TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA *		
LUGAR:	PIURA - PIURA		
SOLICITA:	BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES		
PROCEDENCIA :	CALICATA-03 / ESTRATO-01 / PROF. 0.00m. a 1.50 m.		
UBICACION :	LADO IZQUIERDO DE LA VIA		
CLASIFICACION :	AASHTO A-2-4 (0)	SUCS	SP-9M
MUESTRA :	ARENA FINA MAL GRADUADA CON LIMO NO PLASTICA		
FECHA :	PIURA, JULIO DEL 2022	N.	9451142
		E.	553506

Molde N°	7		6		8	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + Suelo húmedo	8735		8520		8325	
Peso de molde (gr)	4139		4175		4135	
Peso del suelo húmedo (gr)	4596		4345		4190	
Volumen del molde (cc)	2315		2315		2314	
Densidad húmeda (gr/cc)	1.985		1.877		1.811	
% de humedad	12.30		12.31		12.36	
Densidad seca (gr/cc)	1.768		1.671		1.612	
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	412.50		401.00		390.10	
Tarro + Suelo seco (gr.)	385.40		375.40		365.50	
Peso del Agua (gr.)	27.10		25.60		24.60	
Peso del tarro (gr.)	165.00		167.50		166.40	
Peso del suelo seco (gr.)	220.40		207.90		199.10	
% de humedad	12.30		12.31		12.36	
Promedio de Humedad (%)	12.30		12.31		12.36	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 7				MOLDE N° 6				MOLDE N° 8			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	lb/pulg²	lb/pulg²	%	Dial (div)	lb/pulg²	lb/pulg²	%	Dial (div)	lb/pulg²	lb/pulg²	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		21	72.4			7	24.1			5	17.2		
0.050		40	138.0			15	51.7			12	41.4		
0.075		60	205.9			22	75.9			20	69.0		
0.100	1000	77	265.6	259.11	25.9	33	113.8	110.64	11.1	23	79.3	86.67	8.9
0.150		100	302.1			53	182.8			40	138.0		
0.200	1500	134	462.2	423.90	26.3	68	234.5	230.26	15.4	52	179.3	176.31	11.8
0.250		150	540.4			62	282.8			63	217.3		
0.300		179	617.4			97	334.5			79	251.8		
0.400		216	745.0			116	400.1			95	327.6		


MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
 ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
 CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997
 Urb los Trienes Zona K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura', Cel. 902879900
 E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



GRAFICO DE PENETRACION DE CBR

TESIS : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA- TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA *

LUGAR : PIURA -PIURA

SOLICITA : ING CLARA ROSA ORDINOLA RAMIREZ

PROCEDENCIA : CALICATA-03 / ESTRATO-01 / PROF. 0.00m. a 1.50 m.

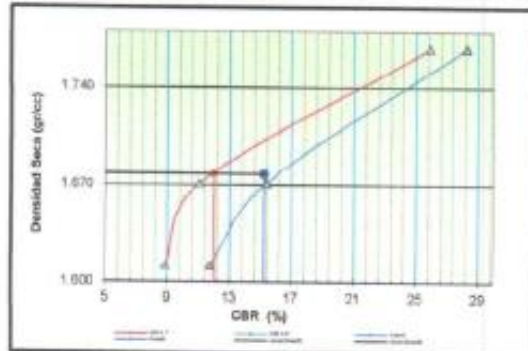
UBICACION : LADO IZQUIERDO DE LA VÍA

CLASIFICACION : AASHTO A-2-4 (D) SUCS SP- SM

MUESTRA : ARENA FINA MAL GRADUADA CON LIMO NO PLASTICA N. 9451142

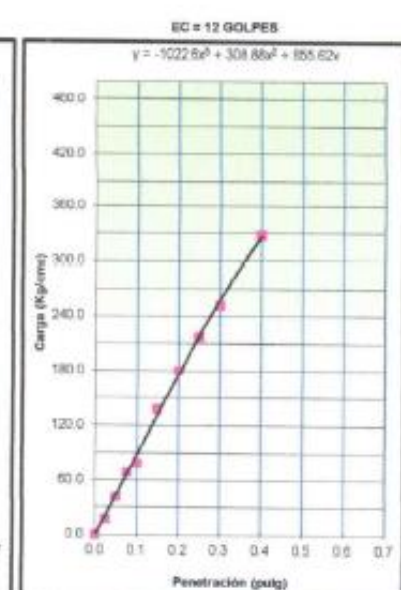
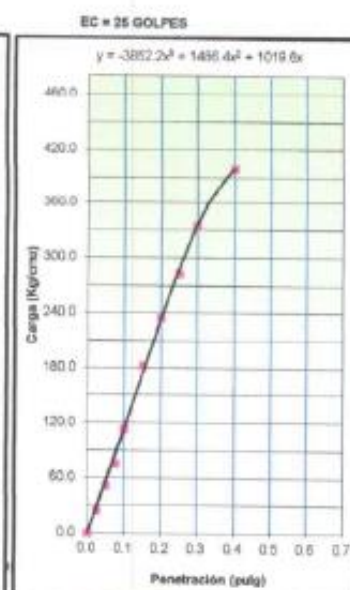
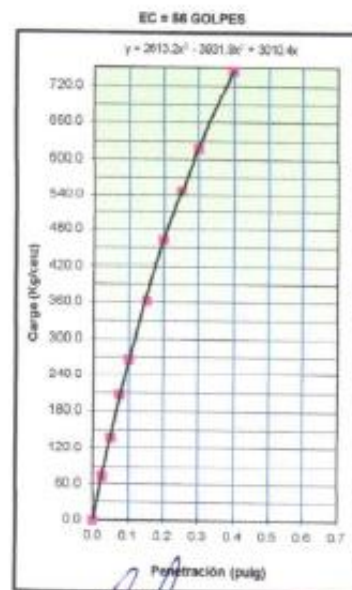
FECHA : PIURA, JULIO DEL 2022 E. 553506

METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557	PESO ESPECIFICO (g/cm3)	
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.766	EMBEBIDO	2 DIAS
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.30	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1" 25.9
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.678	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1" 12.0



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	25.9	0.2"	28.3
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	12.0	0.2"	15.2

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.766	gr/cc
Optimo Humedad	12.30	%



MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 199566



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
 CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997
 Urb los Titanes Mzna K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura* Cel. 952879906
 E-mail: miguelmacedo_96@hotmail.com



REGISTRO DE EXPLORACIÓN

TESIS :	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA EMP. PIURA - LA OBRILLA SANTA ANA- TAMBOGRANDE TRAMO LA OBRILLA - PROGRESO BAJO - DEPARTAMENTO DE PIURA "		
LUGAR:	PIURA -PIURA		
SOLICITA:	BAC. ING CIVIL FELIX CHRISTIAN AVILES		
PROCEDENCIA :	CALICATA-03 / ESTRATO-01 / PROF. 0.00m. a 1.50 m.		
UBICACION :	LADO IZQUIERDO DE LA VÍA	N.	9451142
FECHA :	PIURA, JULIO DEL 2022	E.	553506

PROFUNDIDA (Metros)	TIPO DE EXPLOR.	MUESTRA	DESCRIPCION	SÍMBOLO	CLASIFIC
0.00	A C I E L O A B I E R T O	M-1	Arena fina mal graduada limosa no plastica de coloracion beige claro en estado semi compacta que presenta un 0.0% grava que retiene el tamiz N° 4, un 89.50% de arena y un 10.50% de finos que pasa por el tamiz N° 200 . L.L. = N.P L.P. = N.P I.P. = N.P Humedad Natural = 4.63% C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 12.0		SP- SM A-2-4 (0)
1.50					

NO PRESENTA NIVEL FREATICO

MIGUEL ÁNGEL MACEDO PINEDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997
Urb Los Titanes Mzra K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura". Cel. 952879906
E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



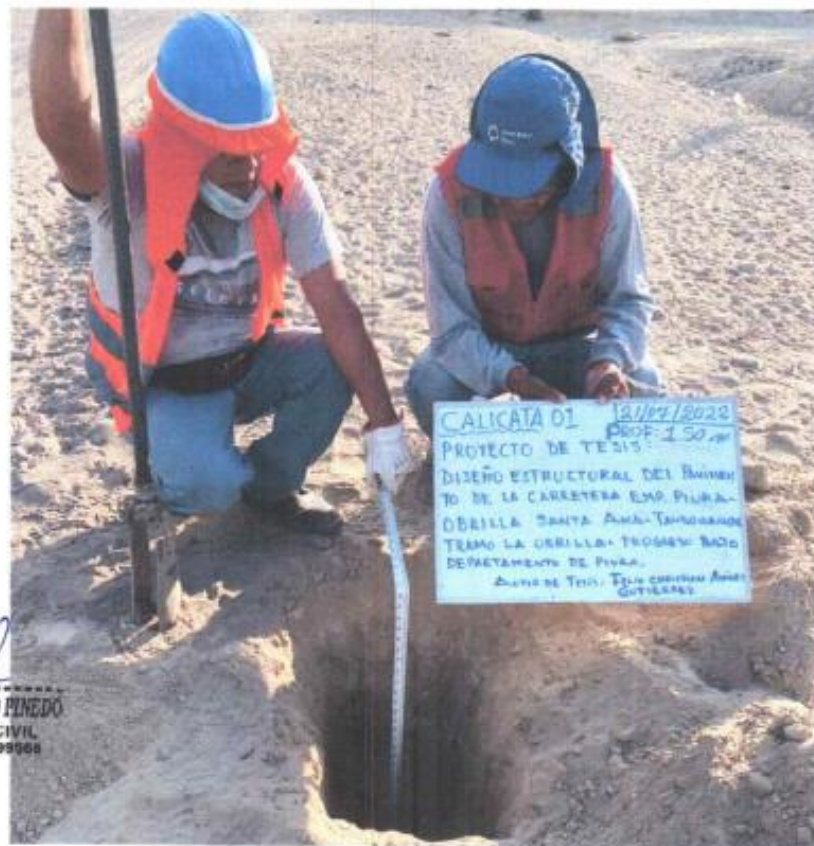
08.PANELFOTOGRAFICO



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997
Urb los Titanes Mzna K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura, Cel. 952079906
E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



CALICATA N° 01 / PROFUNDIDAD 1.50m



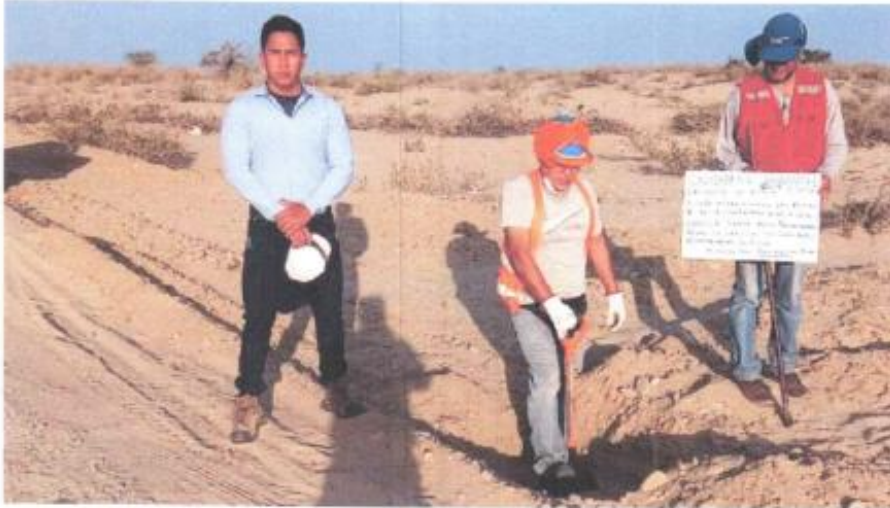
Miguel Ángel
MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 199568



INGENIERO CIVIL MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
ESTUDIO GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
CIP N° 199568 RUC. N° 10028568997
Urb los Titanes Mzna K Lote -1 de la 1era Etapa - Piura, Cel. 952879905
E-mail: miguelmacedo_95@hotmail.com



CALICATA N° 02 / PROFUNDIDAD 1.50m




MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 199568



CALICATA N° 03 / PROFUNDIDAD 1.50m




MIGUEL ANGEL MACEDO PINEDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 199568