

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



*INFORME DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL*

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE, RÍGIDO Y ARTICULADO EN EL SECTOR VILLA
JUDICIAL – DISTRITO DE HUANCHACO – TRUJILLO – LA LIBERTAD**

LINEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES

AUTORES:

BACH. FRANCO VILLANUEVA, JOSÉ LUIS

BACH. VARGAS LOBATÓN, MARGARETH WENDY

JURADO EVALUADOR:

PRESIDENTE : ING. LUJAN SILVA ENRIQUE

SECRETARIO : ING. VERTIZ MALABRIGO MANUEL

VOCAL : ING. BURGOS SARMIENTO TITO

ASESOR:

ING. RODRIGUEZ RAMOS, MAMERTO

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

TRUJILLO – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



*INFORME DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL*

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE, RÍGIDO Y ARTICULADO EN EL SECTOR VILLA
JUDICIAL – DISTRITO DE HUANCHACO – TRUJILLO – LA LIBERTAD**

LINEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES

AUTORES:

BACH. FRANCO VILLANUEVA, JOSÉ LUIS

BACH. VARGAS LOBATÓN, MARGARETH WENDY

JURADO EVALUADOR:

PRESIDENTE: ING. LUJAN SILVA ENRIQUE

SECRETARIO: ING. VERTIZ MALABRIGO MANUEL

VOCAL: ING. BURGOS SARMIENTO TITO

ASESOR:

ING. RODRIGUEZ RAMOS, MAMERTO

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

TRUJILLO – PERÚ

2021

DEDICATORIA:

El presente trabajo está dedicado principalmente a Dios, por permitirme continuar en este proceso y darme las fuerzas necesarias para poder cumplir un sueño tan importante en mi formación profesional.

A mis padres, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han apoyado de manera incondicional, Rolando Vargas y Maruja Lobatón, son el pilar más importante de mi inspiración, porque por ustedes he logrado llegar a donde estoy y gracias a ustedes mi camino profesional seguirá iluminándose.

A mis hermanos, por el gran cariño y constante apoyo durante todo este proceso, por estar conmigo en cada momento pese a estar cerca o a la distancia, sé que siempre seguiré contando con ustedes.

Br. Margareth Wendy Vargas Lobatón

Dedico el presente trabajo a mis padres, Guillermina Villanueva y Luis Franco, quienes me han apoyado desde amanecer de mi vida, criándome como alguien de bien y enseñándome a no rendirme nunca, sé que contaré con ellos por siempre.

A mis hermanas Kelly y Mayra Franco, quienes estuvieron ahí en cada momento difícil y por quienes he podido seguir adelante.

A todos aquellos verdaderos amigos que siempre pusieron su mano en mi espalda, evitando mi caída y por quienes siempre mantendré la fe.

Br. José Luis Franco Villanueva

AGRADECIMIENTO:

Agradecer a Dios, por guiarme y acompañarme a lo largo de mi vida y por permitirme concluir con este tan importante objetivo.

A mi familia, quienes son mi mayor motor para seguir adelante y mi principal fuente de inspiración para la culminación de esta etapa tan importante de mi vida, especialmente a mis padres, que el cumplimiento de mis metas son el reflejo de todo su esfuerzo y dedicación.

Agradecer a todas las personas importantes en mi vida por formar parte de esta experiencia y por brindar siempre su apoyo.

Finalmente, a la Universidad y a los docentes, por compartir sus conocimientos y formar parte importante de mi formación académica.

Br. Margareth Wendy Vargas Lobatón

Agradezco a Dios por mantenerme con vida y permitirme luchar por aquello que considero importante, permitiéndome alcanzar mis objetivos.

A mi familia por mantenerse siempre a mi lado y apoyarme, gracias a ellos he sido capaz de mantenerme enfocado en mis objetivos.

A mis amigos, personas importantes en mi vida cuyas palabras de aliento resonarán siempre en mí, sé que con ellos mantendré el rumbo.

Por último a nuestro asesor el Ing. Mamerto Rodríguez por su guía y ayuda en cada etapa del desarrollo de esta tesis, así como a todos aquellos docentes que contribuyeron con mi educación, no dejaré de avanzar.

Br. José Luis Franco Villanueva

RESUMEN

El Sector Villa Judicial se ubica en el distrito de Huanchaco, cerca al Parque Industrial, siendo uno de los sectores con más crecimiento en los últimos años, se encuentra a la actualidad poblado en toda su extensión y posee servicios básicos de luz, agua y desagüe. Además, por sus calles circulan vehículos livianos y pesados con una afluencia considerable pese a que sus calles carecen de pavimento, surgiendo la necesidad de pavimentar la zona.

En la presente tesis se evaluaron mediante un análisis comparativo los pavimentos flexible, rígido y articulado, con el objetivo de determinar el más ventajoso para la calle Los Tulipanes, las avenidas Alan García y El Sol, vías principales del sector Villa Judicial, realizando el diseño la estructura de cada uno mediante las pautas establecidas en el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Ministerio de Transportes, el cual a su vez se basa en la normativa AASHTO 93 para diseño de pavimentos.

Para iniciar la investigación se realizaron los ensayos de tráfico vehicular y de mecánica de suelos, el primero con el objetivo de determinar las cargas vehiculares a las que se someterá el futuro pavimento, y el segundo a fin de calcular el CBR de la subrasante en el terreno a pavimentar. Posteriormente se realizó el cálculo para el diseño estructural de pavimentos según la metodología AASHTO 93, elaborando luego el diseño geométrico de las vías para finalizar con la elaboración de un presupuesto para cada pavimento, cuyos montos resultantes se consideraron determinantes en la comparación de los tres pavimentos.

Al final de la presente investigación se presentan tanto los resultados de los estudios elaborados, como los diseños estructurales de cada tipo de pavimento, tanto en planos en planta y a nivel de detalle, así como los costos directos de su construcción mostrados en los presupuestos y la determinación del más ventajoso para las calles del sector Villa Judicial.

ABSTRACT

Villa Judicial sector is located on Huanchaco district, near to Parque Industrial sector, it is one of the fastest growing in recent years, it is currently populated in all its extension and it has light, water and drain services. Also, lightweight and heavy vehicles roading daily on its streets in spite of they are not pavement, for that reasons the need of paving the zone emerge.

In the present tesis the flexible, rigid and articulated pavements were evaluated trough a comparative analysis, the objective was to determinate the most advantageous for Los Tulipanes Street, Alan Garcia avenue and El Sol avenue, main streets of Villa Judicial sector, designing the structure of each one trough the guidelines of the Guide of roads, soils, geology, geotechnics and Pavement of the ministry of transport, which is based on AASHTO 93 normative for pavement design.

To start with the investigation, traffic and soil mechanic studies were realized, the first in order to determinate the vehicle loads the soil will support, and the second to calculate the subgrade's CBR in the soil to be pavement. Subsequently the calculation for pavements structure design were carry on using the AASHTO 93 methodology, making next the geometry design of the streets to finalize with a budget for each pavement, which resulting amounts were determinating to the comparative analysis of the three pavements.

At the final of this investigation, the results of the elaborated studies, the structure design of each pavements, plants and detail plans and also the direct cost of each pavement budget were shown as well as the most advantageous pavement for the streets of Villa Judicial sector.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

Dando cumplimiento y conformidad a los requisitos establecidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Facultad de Ingeniería para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, es grato poner a su disposición la presente tesis titulada: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, RIGIDO Y ARTICULADO EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL – DISTRITO DE HUANCHACO – TRUJILLO – LA LIBERTAD.

El contenido de la presente investigación se desarrolló aplicando los conocimientos adquiridos durante nuestro paso por la universidad y siguiendo las normativas peruanas vigentes, contando con el asesoramiento del Ing. Mamerto Rodríguez Ramos.

Atentamente,

Br. Franco Villanueva, José Luis

Br. Vargas Lobatón, Margareth Wendy

INDICE

DEDICATORIA:.....	IV
AGRADECIMIENTO:.....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
PRESENTACIÓN	VIII
INDICE DE TABLAS.....	XII
INDICE DE FIGURAS	XIV
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	2
1.2. OBJETIVOS	2
1.1.2. Objetivo general.....	2
1.1.3. Objetivos específicos.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	3
II. MARCO DE REFERENCIA	4
2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO.....	4
2.1.1. ANTECEDENTE INTERNACIONAL	4
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	4
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	5
2.2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.2.1. ESTUDIOS PREVIOS A LA PAVIMENTACIÓN	7
2.2.1.1. ESTUDIO DE SUELOS	7
2.2.1.2. ESTUDIOS DE TRÁNSITO	7
2.2.2. PAVIMENTOS	8
2.2.2.1. Pavimentos flexibles	9
2.2.2.2. Pavimentos rígidos	9
2.2.2.3. Pavimentos articulados.....	9
2.2.3. DISEÑO DE PAVIMENTOS	9
2.2.3.1. Diseño de pavimentos flexibles empleando la metodología AASHTO 93	9
2.2.3.1.1. Forma analítica	10
2.2.3.1.2. Forma gráfica	11
2.2.3.2. Diseño de pavimentos rígidos empleando la metodología AASHTO 93	13
2.2.3.2.1. Método analítico.....	13
2.2.3.2.2. Método gráfico	15
2.2.3.3. Diseño de pavimentos articulados utilizando el método AASHTO 93	17

2.3.	MARCO CONCEPTUAL	17
2.4.	SISTEMA DE HIPÓTESIS (OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES)	19
2.5.	VARIABLES E INDICADORES.....	20
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA.....	21
3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	21
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO	21
3.3.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	21
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	21
3.5.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	22
3.5.1.	ESTUDIO DE TRÁFICO.....	22
3.5.1.1.	Metodología de campo	23
3.5.1.2.	Metodología de gabinete	23
3.5.1.2.1.	Conteo vehicular y cálculo de IMD	24
3.5.1.2.2.	Determinación del Factor de Crecimiento Acumulado (Fca).....	24
3.5.1.2.3.	Determinación del Factor Direccional (Fd) y Factor Carril (Fc).....	26
3.5.1.2.4.	Determinación del factor de presión neumática (Fp)	26
3.5.1.2.5.	Cálculo del Factor Vehículo Pesado (Fvp)	27
3.5.1.2.6.	CÁLCULO DE LOS EEDIA – CARRIL :.....	32
3.5.1.2.7.	Cálculo del ESAL de diseño	34
3.5.2.	ESTUDIO DE SUELOS	35
3.5.2.1.	Exploración de campo	35
3.5.2.2.	Ensayos de laboratorio	36
3.5.2.2.1.	Ensayos estándar	36
3.5.2.2.2.	Ensayos especiales	38
3.5.3.	DISEÑO DE PAVIMENTOS POR EL MÉTODO AASHTO - 93:.....	40
3.5.3.1.	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE	40
a)	ESAL de diseño (W18)	40
b)	Módulo de resiliencia (Mr)	41
c)	Confiabilidad (%R).....	41
d)	Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr).....	42
e)	Desviación estándar Combinada (So).....	43
f)	Índice de servicialidad Presente (PSI):	43
g)	Número Estructural (SN)	45
3.5.3.2.	DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO	52
a)	ESAL de diseño (W18).....	52
b)	Servicialidad	52
c)	Confiabilidad y desviación estándar	53

d)	Módulo de reacción de la subrasante (K_c).....	54
e)	Resistencia a la flexotracción del concreto (MR)	55
f)	Módulo de elasticidad del concreto (EC)	56
g)	Coeficiente de drenaje (C_d).....	56
h)	Coeficiente de transferencia de cargas (J)	56
i)	Determinación de las capas que componen el pavimento rígido	57
j)	Diseño de bermas laterales para pavimento rígido	61
3.5.3.3.	DISEÑO DEL PAVIMENTO ARTICULADO	62
3.5.3.	DISEÑO GEOMÉTRICO	64
3.5.3.1.	Clasificación de la carretera	64
3.5.4.	ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS.....	66
3.5.4.1.	Presupuesto para pavimento flexible	67
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	73
4.1.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	73
4.2.	Docimasia de hipótesis	76
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	77
	CONCLUSIONES.....	78
	RECOMENDACIONES	79
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
	ANEXOS.....	81
a)	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	81
b)	ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS:.....	85
c)	PANEL FOTOGRÁFICO.....	103
d)	ESTUDIO DE MECANICA SUELOS:	105
e)	RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS	121
f)	INFORME FINAL DE ASESOR	122
g)	AUTORIZACIÓN DE LA MUNICIPALIDAD DE VICTOR RAÚL HAYA DE LA TORRE	123
	PLANOS	124

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: SELECCIÓN DE LONGITUD Y SEPARACIÓN DE DOWELLS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	15
TABLA N° 3: VARIABLE DE INVESTIGACIÓN	20
TABLA N° 4: RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR.....	24
TABLA N° 5: FACTOR DE CRECIMIENTO ACUMULADO (FCA).....	25
TABLA N° 6: DETERMINACIÓN DEL FACTOR DIRECCIONAL (FD) Y DEL FACTOR CARRIL (FC)	26
TABLA N° 7: CONFIGURACIONES DE EJES VEHICULARES	27
TABLA N° 8: RELACIONES DE EJES PARA CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y ARTICULADOS.....	28
TABLA N° 9: CÁLCULO DE EE DÍA-CARRIL SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES Y ARTICULADOS	28
TABLA N° 10: CÁLCULO DE EE DÍA-CARRIL SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES Y ARTICULADOS	29
TABLA N° 11: CÁLCULO DE EE DÍA-CARRIL SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES Y ARTICULADOS	29
TABLA N° 12: CÁLCULO DE EE DÍA-CARRIL SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES Y ARTICULADOS	29
TABLA N° 13: CÁLCULO DE EE DÍA-CARRIL SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES Y ARTICULADOS	30
TABLA N° 14: RELACIONES DE EJES PARA CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	30
TABLA N° 15: CÁLCULO DE EE DÍA-CARRIL SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	31
TABLA N° 16: CÁLCULO DE EE DÍA-CARRIL SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	31
TABLA N° 17: CÁLCULO DE EE DÍA-CARRIL SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	31
TABLA N° 18: CÁLCULO DE EE DÍA-CARRIL SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	32
TABLA N° 19: CÁLCULO DE EE DÍA-CARRIL SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	32
TABLA N° 20: CÁLCULO DE LOS EE DÍA-CARRIL SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES Y ARTICULADOS	33
TABLA N° 21: CÁLCULO DE LOS EE DÍA-CARRIL SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	33
TABLA N° 22: CÁLCULO DE ESAL PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y ARTICULADOS	34
TABLA N° 23: CÁLCULO DE ESAL PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	35

TABLA N° 24: RELACIÓN DE CALICATAS REALIZADAS	36
TABLA N° 25: DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DEL SUELO.....	37
TABLA N° 26: CONTENIDO DE HUMEDAD EN MUESTRAS	37
TABLA N° 27: LÍMITES DE PLASTICIDAD	38
TABLA N° 28: RESULTADOS DE PRUEBA PROCTOR MODIFICADO	38
TABLA N° 29: DETERMINACIÓN DEL CBR DE DISEÑO	39
TABLA N° 30: CLASIFICACIÓN DE LA SUBRASANTE ACORDE AL CBR.....	39
TABLA N° 31: TIPOS DE TRÁFICO PESADO SEGÚN LA CANTIDAD DE EJES EQUIVALENTES	40
TABLA N° 32: PORCENTAJE DE CONFIABILIDAD PARA UNA ETAPA DE DISEÑO.....	42
TABLA N° 33: COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR) .	43
TABLA N° 34: ÍNDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL SEGÚN TRÁFICO.....	44
TABLA N° 35: ÍNDICE DE SERVICIALIDAD FINAL SEGÚN TRÁFICO	45
TABLA N° 36: RESUMEN DE DATOS PARA DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE	46
TABLA N° 37: DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE CAPA ASFÁLTICA PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES	48
TABLA N° 38: DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE	49
TABLA N° 39: DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA SUB BASE PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES	49
TABLA N° 40: CALIDAD DE DRENAJE EN BASE AL TIEMPO DE EVACUACIÓN DEL AGUA	50
TABLA N° 41: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DRENAJE PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	50
TABLA N° 42: ÍNDICES DE SERVICIALIDAD PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN RANGO DE TRÁFICO	53
TABLA N° 43: CONFIABILIDAD (R%) Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR) EN PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	54
TABLA N° 44: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO	56
TABLA N° 45: DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CARGA (J)	57
TABLA N° 46: PARÁMETROS DE DISEÑO PARA EL PAVIMENTO RÍGIDO.....	58
TABLA N° 47: DIMENSIONAMIENTO DE LOSAS PARA PAVIMENTO RÍGIDO.....	60
TABLA N° 48: DIÁMETROS Y LONGITUDES RECOMENDADOS PARA DOWELLS.....	61
TABLA N° 49: ESPESORES RECOMENDADOS PARA PAVIMENTOS ARTICULADOS	63
TABLA N° 50: ESAL DE DISEÑO PARA CADA TIPO DE PAVIMENTO	73
TABLA N° 51: RESULTADOS DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	74
TABLA N° 52: PARÁMETROS DE DISEÑO AASHTO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLE, RÍGIDO Y ARTICULADO	74
TABLA N° 53: COSTO DIRECTO DE PAVIMENTOS PROPUESTOS.....	76

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: MONOGRAMA AASHTO PARA DETERMINAR EL NÚMERO ESTRUCTURAL	12
FIGURA N° 2: NOMOGRAMA AASHTO PARA DETERMINAR EL NÚMERO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	15
FIGURA N° 3: NOMOGRAMA AASHTO PARA DETERMINAR EL NÚMERO ESTRUCTURAL EN PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	16
FIGURA N° 4: UBICACIÓN DE LA VÍA SELECCIONADA PARA CONTEO VEHICULAR	23
FIGURA N° 5: UBICACIÓN DE CALICATAS EN ZONA DE ESTUDIO	36
FIGURA N° 6: DETERMINACIÓN DE NÚMERO ESTRUCTURAL USANDO NOMOGRAMA AASHTO.....	47
FIGURA N° 7: CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL PROPUESTA PARA PAVIMENTO FLEXIBLE.....	51
FIGURA N° 8: CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL DE BERMA PARA PAVIMENTO ASFÁLTICO.....	52
FIGURA N° 9: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR Y EL MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE.....	55
FIGURA N° 10: NOMOGRAMA DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	59
FIGURA N° 11: CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL PROPUESTA PARA PAVIMENTO RÍGIDO.....	60
FIGURA N° 12: CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL DE BERMA LATERAL PARA PAVIMENTO RÍGIDO	62
FIGURA N° 13: CORRELACIÓN ENTRE CBR Y COEFICIENTE ESTRUCTURAL PARA CAPA BASE.....	63
FIGURA N° 14: CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL PROPUESTA PARA PAVIMENTO ARTICULADO.....	64
FIGURA N° 15: SECCIÓN GENERAL DE CALLE	73
FIGURA N° 16: CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PROPUESTOS.....	75
FIGURA N° 17: CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL DE BERMAS PROPUESTAS	76

I. INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Desde la antigüedad los caminos han impulsado el desarrollo de la civilización humana, permitiendo la comunicación entre ciudades y el constante crecimiento económico y cultural de las mismas. Dicho crecimiento continúa hasta la actualidad, para lo cual se han forjado conocimientos y técnicas para facilitar la construcción de caminos de forma más eficiente, formándose así la denominada ingeniería de pavimentos.

Cada país ha desarrollado sistemas distintos que aplican dicha ingeniería en sus calles. En el Perú, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) es el encargado de administrar la construcción y mantenimiento de los caminos, por lo cual se encuentra en constante proceso de pavimentar las vías del país. Sin embargo, la pavimentación al 100% es aún un objetivo distante según revela el MTC en su “Diagnóstico de la situación de las brechas de infraestructura o de acceso a servicios” del año 2020, en el cual indica que antes de la pandemia del COVID-19 la red nacional se encontraba pavimentada al 80%, mientras que la red vial departamental y la red vecinal solo alcanzan porcentajes de 13% y 2% de pavimentación, respectivamente.

Dentro del porcentaje de vías urbanas encontramos incluida a la ciudad de Trujillo, la cual se destaca como la más pavimentada en la región pese a las deficiencias en mantenimiento de caminos que presenta. Esta ciudad suele encontrarse entre las más afectadas por el fenómeno de El Niño costero, el cual trae consigo fuertes precipitaciones y climas anómalos que generan daños serios en la infraestructura vial, perjudicando el desarrollo de las actividades diarias de la población, en especial en distritos como La Esperanza, Huanchaco y El Milagro, donde la carencia de pavimento genera lodazales en lluvia y polvaredas en tiempos normales, surgiendo la necesidad de agilizar el proceso de pavimentación.

Dentro del distrito de Huanchaco, nos centramos en el Sector Villa Judicial, zona que en los últimos años ha presentado un notable crecimiento, contando actualmente con una población considerable. Tal es el caso, que la

zona ha sido ya provista de los servicios básicos de luz, agua y desagüe, además de contar con rutas de transporte público que circulan en sus inmediaciones y de vehículos pesados que la transitan dada la presencia de negocios tales como ladrilleras y ferreterías. Sin embargo, la zona aún presenta carencias que podrían ser reducidas considerablemente mediante la implementación de infraestructura vial que mejore el acceso a la zona, aumentando la velocidad de su desarrollo.

De este modo, a fin de reducir problemas tales como daño a los vehículos por ausencia de cualquier diseño geométrico en la zona, lodazales por precipitaciones sobre el suelo de características arenosas, contaminación por ausencia de áreas verdes y polvaredas que ponen en riesgo la salud de pobladores, debe realizarse un análisis a nivel de ingeniería que permita determinar un pavimento adecuado que aproveche las características existentes en el sitio, desarrollando el diseño estructural del mismo y su distribución en la zona.

1.1.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Tras un análisis comparativo, ¿Qué diseño estructural entre el pavimento flexible, rígido y articulado, será el más adecuado para el sector Villa Judicial – Distrito de Huanchaco – Trujillo – La Libertad?

1.2. OBJETIVOS

1.1.2. Objetivo general

Determinar, mediante un análisis comparativo entre el diseño estructural de los pavimentos flexible, rígido y articulado, el pavimento más adecuado para el sector Villa Judicial – Distrito de Huanchaco – Trujillo – La Libertad – Perú.

1.1.3. Objetivos específicos

- Realizar el diseño geométrico de las calles en estudio.
- Determinar el ESAL o número de ejes equivalentes que actuarán sobre la vía en estudio mediante conteo vehicular en una vía pavimentada con características similares a la estudiada.
- Realizar el estudio de suelos con fines de pavimentación para obtener el CBR de la subrasante.

- Calcular los espesores de las capas de los pavimentos: flexible, rígido y articulado en la zona de estudio empleando la metodología AASHTO 93.
- Realizar el análisis económico de las propuestas de pavimentación.

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

a) Académico

La presente investigación se justifica académicamente porque pone en práctica los conocimientos, procedimientos y metodologías desarrollados por la ingeniería de pavimentos, aplicados bajo la normativa peruana vigente, realizando así, una comparación óptima entre los tres principales tipos de pavimentos, mediante una evaluación objetiva y más precisa basada en datos reales recopilados en campo.

b) Social

En el aspecto social, el desarrollo de esta investigación beneficiará directamente a la población de la zona, pues se sentará un referente para proyectos de pavimentación con datos reales que pueden ser empleados por la Municipalidad del Distrito de Huanchaco, agilizando de esta manera su trabajo y permitiendo que esta se encargue de lidiar con otros problemas que aquejan a sus habitantes.

c) Económico

Por último, el presente proyecto se justifica económicamente porque busca establecer el diseño estructural del pavimento más sostenible para la zona; es decir, que aproveche sus características y permita economizar el costo sin afectar la calidad de la estructura y así mismo reducir la posibilidad de costos de mantenimiento que aparecen en etapas tempranas de la vida útil del pavimento.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

2.1.1. ANTECEDENTE INTERNACIONAL

- Hurtado (2016), en su proyecto “Análisis comparativo entre pavimento flexible y rígido para uso en ruta cantonal de El Guarco”, tiene por objetivo comparar el pavimento flexible y rígido, analizando la funcionalidad, costo y durabilidad de ambos para obtener el más óptimo en la red vial de Cantonal, para lo cual se plantean 3 escenarios por tipo de pavimento empleando la metodología de diseño AASHTO, con variaciones en la subrasante, realizando luego un análisis desempeño y deterioro de las mismas con softwares de modelamiento.

Las conclusiones alcanzadas incluyen que las tres propuestas de pavimentos flexibles mantenían el espesor de la capa asfáltica, variando la base y sub base acorde al mejoramiento de la subrasante, mientras que en las propuestas de pavimentos rígidos, la losa de concreto variaba 2cm bajo las mismas condiciones; sin embargo, solo el caso de pavimento flexible con mejora de subrasante era rentable debido al análisis de desempeño que indicaba un mantenimiento más distanciado en tiempo, por lo cual fue la elegida.

Este trabajo no abarca directamente un análisis económico de las propuestas planteadas, sino la selección de la más rentable basándose en el mantenimiento durante su funcionamiento, por lo que el aporte a la presente investigación yace en los aspectos analizados de las patologías y mantenimiento de los pavimentos flexibles y rígidos.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

- Vega (2018), en su tesis “Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (KM 1+000 a 2+000)”, tiene por objetivo el diseño de pavimento para el segundo kilómetro de la carretera de acceso al nuevo puerto Yurimaguas, mediante la comparación de los pavimentos flexible y rígido, para lo cual se realizó

el diseño de los primeros por medio de la metodología AASHTO y de la del Instituto del Asfalto, mientras que para el pavimento rígido se emplearon los métodos AASHTO y PCA. Luego de obtenidas todas las propuestas de diseño se sometieron a un análisis económico de la etapa inicial y de mantenimiento a fin de seleccionar la mejor opción. Las conclusiones a las que se llegó fueron los diseños para pavimentos según cada metodología, los cuales, tras el análisis económico realizado, permitieron establecer al pavimento flexible diseñado bajo la metodología AASHTO como el más económico, por lo que fue el elegido. Finalmente, el aporte de esta investigación yace en la metodología usada para el análisis netamente económico, pues se determinaron los costos unitarios para cada partida necesaria.

- Ocaña (2018), en su tesis “Propuesta técnica para el diseño geométrico y diseño estructural del pavimento flexible, pavimento flexible y pavimento rígido para las avenidas Las Amapolas, en los distritos de Veintiséis de Octubre y Piura, provincia de Piura, región de Piura”, tiene como objetivo desarrollar, por medio del diseño de tres tipos de pavimentos, una propuesta técnica que esté evaluada y justificada como la más óptima para la zona de estudio. Para ello se realizaron todos los estudios básicos correspondientes, como el de tránsito, suelos, topografía y geotecnia, empleando luego el método AASHTO y realizando el diseño geométrico de las calles en estudio. Se tuvo como conclusiones de la investigación los diseños completos de cada tipo de pavimento, así como el diseño de la red vial completa, dejando a evaluación económica el pavimento a usar.

Este trabajo se centra especialmente en el diseño geométrico de las secciones de cada calle en estudio, por lo cual el aporte del mismo es la metodología empleada para llegar a tales diseños geométricos.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

- Ramírez y Zavaleta (2017) en su investigación titulada “Estudio comparativo del diseño del pavimento rígido, semirrígido con adoquines de concreto y flexible para las calles del sector VI C - El Milagro - Trujillo - La Libertad”, plantea como objetivo el realizar un

estudio comparativo de los distintos pavimentos aplicables en la zona de estudio, realizando todos los estudios y análisis correspondientes, para concluir en la elección del más óptimo. Además de aplicar la metodología AASHTO 93 a sus diseños, elabora un análisis de costos unitarios para determinar desde una perspectiva realista el beneficio de cada pavimento. Llegando a la conclusión que el más económico es el pavimento flexible, y el más costoso, el rígido. Finalmente, esta investigación aporta los criterios de diseño de pavimentos articulados a nuestro estudio, así como el modelo de aplicación para un estudio de costos unitarios de los distintos pavimentos.

- Bazán y Vargas (2020) en su tesis “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”, se planteó como objetivo elegir el pavimento más óptimo para su zona de estudio, planteando como alternativas los pavimentos flexibles y rígidos, diseñados mediante la metodología AASHTO y efectuando la comparación entre estos mediante factores económicos y estructurales.

Las conclusiones a las que llegó esta investigación contienen tanto los espesores de las distintas capas para pavimentos flexibles y rígidos, como los resultados de los estudios previos al diseño, así como la evaluación económica de cada pavimento, la cual determinó que pese al bajo costo inicial del pavimento flexible, el pavimento rígido era más adecuado debido a su durabilidad y resistencia, además de su mejor comportamiento frente a eventuales precipitaciones causadas por el fenómeno de El Niño Costero que afecta la zona.

Esta investigación aportó el modelo usado para comparar los pavimentos, pues no toma en cuenta solo aspectos económicos, sino más bien situacionales.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. ESTUDIOS PREVIOS A LA PAVIMENTACIÓN

2.2.1.1. ESTUDIO DE SUELOS

Destinado a conocer las propiedades mecánicas del suelo, toma muestras representativas de la subrasante sobre la cual se planea ejecutar un proyecto. Estos ensayos permitirán conocer si la subrasante es apta para usarse como soporte o si deberá ser mejorada artificialmente antes de ser útil para un proyecto.

Para fines de pavimentación no es necesario presentar todas las propiedades del suelo, sino aquellas que permitan una descripción y clasificación completa del mismo, lo cual incluye: la granulométrica del suelo, la plasticidad del mismo, la humedad presente y su capacidad resistente, siendo esta última preponderante en el diseño y medida mediante un parámetro denominado CBR (California Bearing Ratio).

Para la ejecución de los estudios de suelos correspondientes se seguirán los lineamientos establecidos en la normativa peruana establecida en el Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013), el cual indica que los procedimientos realizados durante los ensayos de suelos seguirán las normas MTC E101, MTC E102, MTC E103 y MTC E 104, creadas a partir las guías AASHTO Y ASTM.

Por último, los ensayos de suelos serán complementados con ensayos de canteras que permitan conocer las propiedades de los materiales que compondrán las capas estructurales de los pavimentos a diseñar.

2.2.1.2. ESTUDIOS DE TRÁNSITO

De vital importancia en el diseño de pavimentos, será el estudio que nos permita estimar la carga soportada por la estructura durante su vida útil. Teniendo como principal producto el IMDA (índice medio diario anual), el cual representa la cantidad de vehículos que circulan o circularán sobre el pavimento durante un día común.

Dicho conteo se realizará de forma ordenada, clasificando los vehículos contabilizados según el tipo de los mismos, diferenciando entre automóviles simples, camionetas, buses y camiones cuya clasificación dependerá del número de ejes que los compongan.

Según afirma Montejo (2002) existen tres métodos para estimar el volumen de tránsito o IMDA de la vía a diseñar: realizar el estudio directamente en la ubicación de la nueva vía, utilizar los valores tránsito en una vía alterna a la que se pretende diseñar o realizar el conteo en una vía que estimamos tendrá características similares a la vía que se erigirá. De los casos anteriores, si se realiza el conteo ubicándonos en la misma vía, será necesario realizar el cálculo de la proyección del tránsito; sin embargo, si tomamos los datos de la vía de características similares a futuro, podremos trabajar directamente con ellos.

Cabe resaltar que el objetivo final del estudio de tránsito no es determinar solo el IMDA, sino realizar el cálculo de los ejes equivalentes, que son la representación de la carga transmitida al pavimento por los vehículos a través de sus neumáticos.

2.2.2. PAVIMENTOS

Montejo (2002) define a los pavimentos como el conjunto superpuesto de capas cuya composición se ha aceptado como apta y que han sido compactadas correctamente, descansando estas en la llamada sub rasante o terreno natural y cumpliendo la función de resistir los esfuerzos generados por las cargas vehiculares producto del tránsito a lo largo de su tiempo de vida (pág. 1).

Un pavimento bien diseñado debe ser capaz de resistir dichas cargas vehiculares, transmitiéndolas y distribuyéndolas desde los neumáticos de cada vehículo hacia la subrasante, soportando además las condiciones adversas del intemperismo, como la humedad y distintos fenómenos característicos de cada zona, sin afectar la seguridad del tránsito vehicular.

Los pavimentos se clasifican acorde a la estructura que presentan, variando tanto la cantidad como el material constituyente de cada capa, otorgando de este modo cualidades específicas a cada tipo de pavimento, razón por la cual se emplean en distintos proyectos. Según dicha clasificación se identifican:

2.2.2.1. Pavimentos flexibles

También denominados pavimentos asfálticos, “están conformados por una carpeta asfáltica apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub base” (Minaya y Ordoñez, 2006, p.1).

En estos, es la carpeta asfáltica la encargada de recibir directamente las cargas provenientes del tránsito vehicular, siendo las dos capas restantes las encargadas de la transmisión y distribución de la misma, pudiendo obviarse la sub base de ser necesario, esto dependerá de las características y necesidades del proyecto.

2.2.2.2. Pavimentos rígidos

Constituidos generalmente por solo dos capas, la carpeta o superficie de rodadura y la base del pavimento. Entre estas, la superficie de rodadura está compuesta por una losa de concreto que puede o no ser armada, dependiendo de los esfuerzos a los que se expone, siendo esta capa muy rígida y teniendo una superficie de distribución muy amplia; por otro lado, la base de estos pavimentos se compone generalmente de un material granular y sirve como transición entre la losa de concreto y la sub rasante, evitando también la fluencia de los finos debido al agua filtrada a través de las juntas de la losa.

2.2.2.3. Pavimentos articulados

Son estructuras viales conformadas por una capa de rodadura con bloques de concreto prefabricados o piedra natural labrada denominados adoquines, de longitudes y anchos uniformes, pero espesor variable. Esta capa de rodadura va apoyada sobre una capa de arena gruesa, la cual se apoya a su vez sobre una base granular compactada, pudiendo obviarse esta última si la subrasante es de buena calidad o si las cargas proyectadas que circularán sobre el pavimento son bajas.

2.2.3. DISEÑO DE PAVIMENTOS

2.2.3.1. Diseño de pavimentos flexibles empleando la metodología

AASHTO 93

Minaya y Ordoñez (2006) explican que este método cuantifica la resistencia estructural requerida por el pavimento para los factores finales que influirán en

el mismo, tales como el tráfico esperado, la pérdida de servicialidad y la capacidad de soporte del suelo en la zona (pág. 107).

Este método fue desarrollado de forma empírica mediante la observación y el análisis del comportamiento de pavimentos construidos por AASHTO, los cuales fueron sometidos a distintos escenarios de carga vehicular, y compuestos por distintos materiales, variando de este modo el factor del suelo. Por lo tanto, el diseño de los pavimentos empleando esta metodología se basa en datos obtenidos tras evaluar los siguientes parámetros:

- Las cargas vehiculares a las que se somete el pavimento, representadas por el total de ejes equivalentes y el cálculo del IMDA.
- Las características que posee la subrasante, natural o modificada, donde se asienta el pavimento, es decir las propiedades mecánicas del suelo.

La metodología AASHTO otorga dos opciones de diseño, una analítica basada en una fórmula general y una forma gráfica basada en el uso de monogramas generados empíricamente tras los ensayos y análisis de AASHTO. A continuación, se explican ambos procedimientos:

2.2.3.1.1. Forma analítica

Considerado como el método más exacto, consiste en aplicar la fórmula general a fin de obtener el número estructural (SN) mediante el uso de datos tales como la confiabilidad, desviación estándar, módulo de resiliencia, servicialidad y ejes equivalentes, todos estos datos obtenidos directamente de la zona de estudio.

Montejo (2002) nos presenta la fórmula dada por AASHTO y nos explica el significado de cada variable:

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_R \cdot S_o + 9,36 \cdot \text{Log}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5}\right)}{0,40 + \frac{1094}{(SN - 1)^{5,19}}} + 2,32 \cdot \text{Log}(M_R) - 8,07$$

- W_{18} : Número estimado de ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas.
- Z_R : Coeficiente estadístico de desviación estándar normal, el cual representa la confiabilidad seleccionada.

- S_0 : Desviación estándar combinada. Aquella que toma en cuenta la variabilidad o error en la predicción del tránsito y del comportamiento esperado.
- SN : Número estructural, representa el espesor total del pavimento que se colocará, que se transformará a espesor efectivo de cada una de las capas que conformen dicho pavimento.

$$SN = a_1d_1 + a_2d_2m_2 + a_3d_3m_3$$

En el cual se tiene:

a_i : Coeficiente estructural de cada capa, siendo un dato dependiente del material que las constituye

d_i : Espesor de las capas

m_i : Coeficiente de drenaje de cada capa

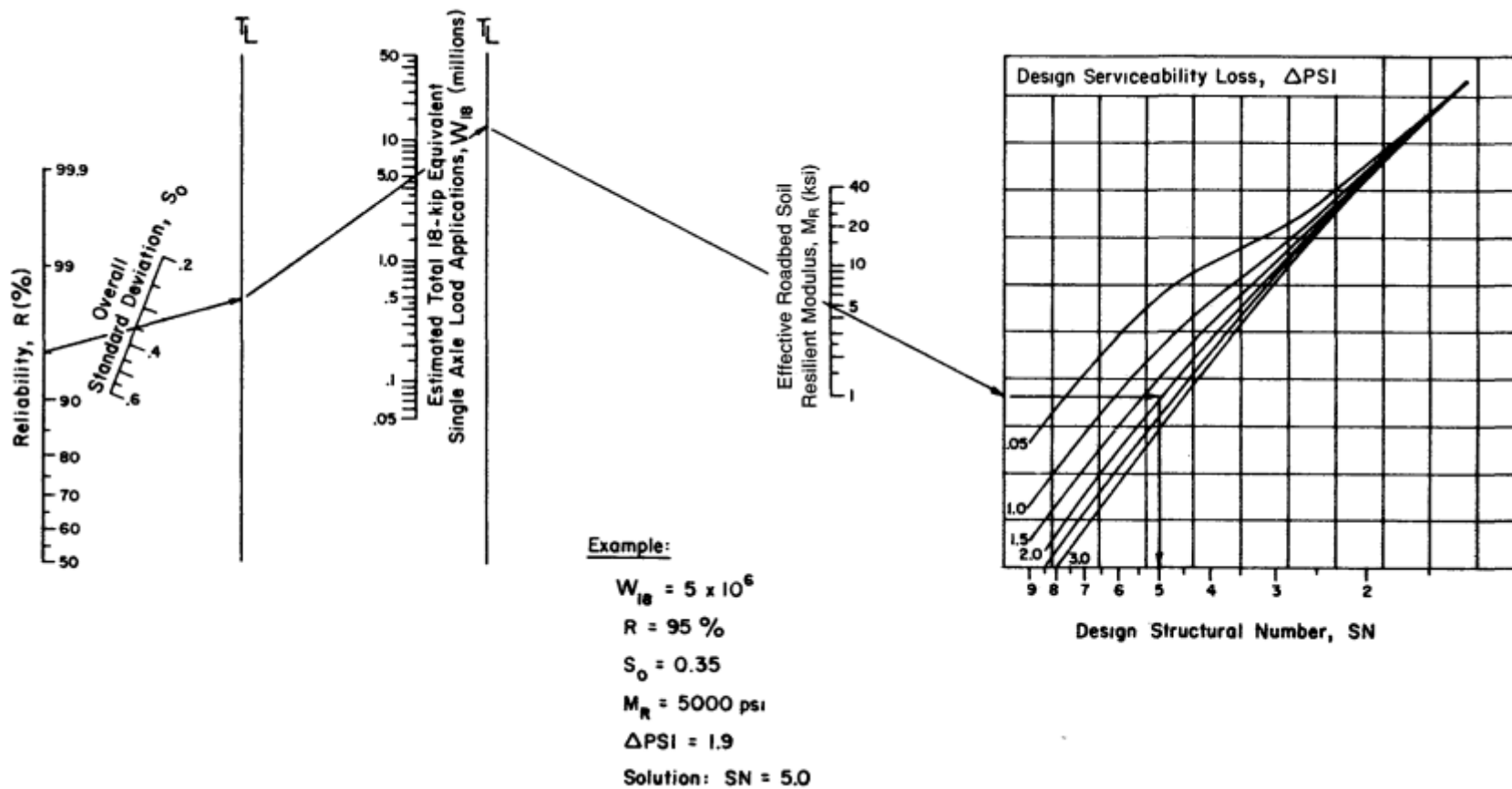
- ΔPSI : Diferencia entre índice de servicialidad inicial (P_o) y final (p_t), lo cual indica el deterioro estimado de la calidad del servicio en el periodo de diseño.
- M_R : Módulo de resiliencia, una medida de la rigidez del suelo que puede medirse empleando como dato el CBR calculado en la sub rasante.

Cabe resaltar que la ecuación final resultante tras calcular el número estructural, no cuenta con una única solución, por lo cual pueden generarse distintas combinaciones de espesores para cada capa, siendo el ingeniero proyectista el encargado de seleccionar la alternativa más óptima, satisfactoria y económica.

2.2.3.1.2. Forma gráfica

La norma AASHTO también brinda una forma reducida a través de un nomograma en el cual se hace uso de las mismas variables utilizadas en la ecuación general para hallar el número estructural, dato que se empleará del mismo modo que en el método analítico, haciendo uso de: coeficiente de capa, espesor de capa y coeficiente de drenaje para determinar la combinación de espesores más óptima para la estructura del pavimento flexible.

Figura N° 1: Monograma AASHTO para determinar el número estructural



Fuente: Guía AASHTO 1993 para el diseño de estructuras de pavimentos (pag.122)

2.2.3.2. Diseño de pavimentos rígidos empleando la metodología AASHTO

93

De la misma manera que para el pavimento flexible, la metodología AASHTO evaluó mediante medios empíricos las características principales requeridas para el diseño de pavimentos rígidos, considerando ahora las propiedades materiales constituyente de la capa de rodadura, por lo cual se incluyeron algunos nuevos parámetros de análisis, tales como el espesor de la losa de concreto, el coeficiente de transferencia de carga a través de la losa u el coeficiente de reacción de la subrasante.

2.2.3.2.1. Método analítico

Para una mayor comprensión del uso de la fórmula AASHTO en el diseño de pavimentos rígidos debemos saber que “mediante un proceso iterativo, se asumen espesores de la losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO llegue al equilibrio”. (Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. 2014, pp.224).

Es así que según el Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, la fórmula a aplicar es:

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_R \cdot S_O + 7,356 \cdot \text{Log}(D + 1) - 0,06 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5}\right)}{\frac{1,624 \times 10^7}{(D + 1)^{8,46}}} + (4,32 - 0,32P_t) \cdot \text{Log} \left[\frac{S'_c \cdot C_d \cdot [D^{0,75} - 1,132]}{215,63J \cdot \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0,25}} \right]} \right]$$

Dónde:

- W_{18} : Número estimado de ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas.
- Z_R : Coeficiente estadístico de desviación estándar normal, el cual representa la confiabilidad seleccionada.
- S_O : Desviación estándar de todas las variables.
- D : Espesor de la losa del pavimento rígido (pulgadas).
- ΔPSI : Pérdida de la servicialidad durante el periodo de diseño.
- S'_c : Módulo de rotura del concreto (psi).
- J : Coeficiente de transferencia de carga.
- C_d : Coeficiente de drenaje.
- E_c : Módulo de elasticidad del concreto (psi).

- k : Módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), expresado en psi (psi/pulgada).

No obstante, para diseñar correctamente un pavimento rígido debemos considerar elementos adicionales propios de estructuras de concreto, tales como juntas de dilatación y contracción, además de los llamados dowells o pasadores.

Montejo (2002) nos explica que el concreto contrae su volumen al endurecerse, y del mismo modo puede expandirlo ligeramente debido a la dilatación térmica, por ende, el objetivo de las juntas es controlar la variación volumétrica del concreto en la losa, evitando de esta manera el agrietamiento de la misma (pág. 254).

Según lo mencionado previamente, clasificamos a las juntas como de contracción, construcción y dilatación. Siendo las primeras las ocupadas del control del agrietamiento y fisuración, las segundas producto del encofrado realizado durante el proceso constructivo y las últimas las encargadas de evitar la expansión.

Las juntas pueden también clasificarse según su orientación, siendo juntas longitudinales aquellas paralelas a los carriles de circulación, y transversales, las perpendiculares a las anteriores.

La guía de diseño de pavimentos rígidos AASHTO nos da recomendaciones para el dimensionamiento de los paños de losa, representando estas medidas como una relación longitud/ancho, cuyo valor óptimo no debe superar el 1.25, exceptuando trabajos efectuados a más de 3000msnm, donde es recomendable trabajar con losas cuadradas.

Por otro lado, los dowells son piezas de acero liso encargadas de actuar como transmisores de carga entre paños adyacentes de losa, aligerando la concentración de cargas acumuladas en los bordes de cada paño, equiparando los esfuerzos y garantizando una transmisión de carga uniforme.

Según el Manual de carreteras, la longitud de estos elementos puede obtenerse del siguiente cuadro:

Tabla N° 1: Selección de longitud y separación de dowells en pavimentos rígidos

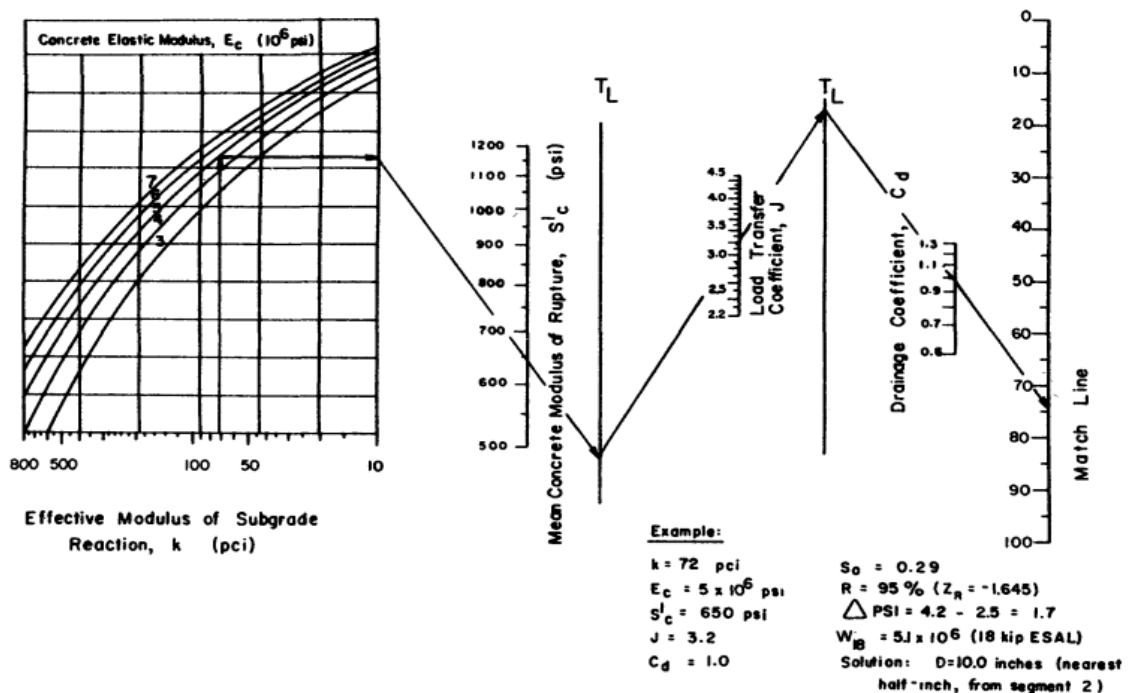
Rango de espesor de la losa	Diámetro		Longitud del dowell (mm)	Separación (mm)
	mm	pulg		
150 - 200	25	1"	410	300
200 - 300	32	1 ¼"	460	300
300 - 430	38	1 ½"	510	380

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pag. 285)

2.2.3.2.2. Método gráfico

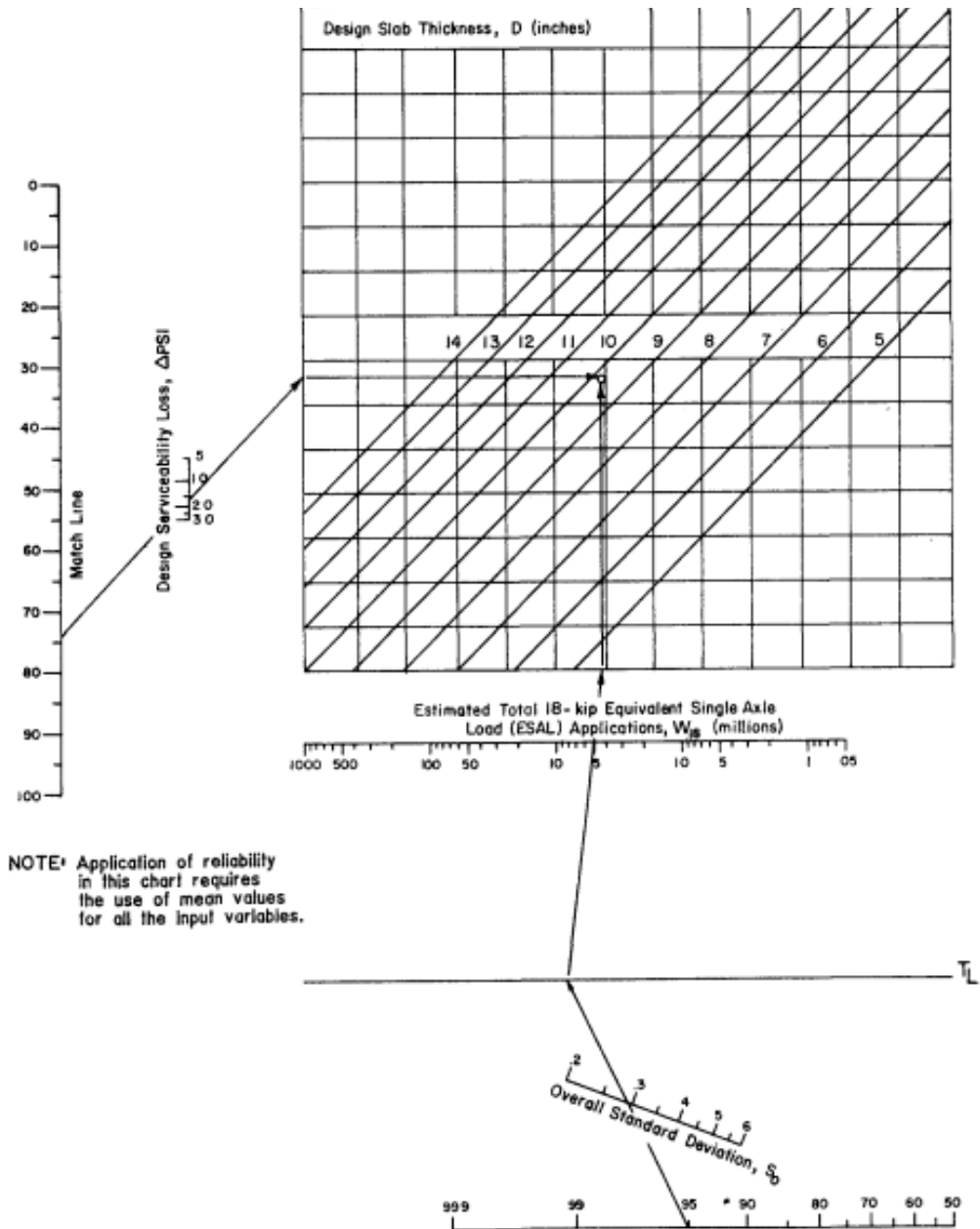
Del mismo modo que para los pavimentos flexibles, AASHTO desarrolló nomogramas propios para el diseño de pavimentos rígidos, facilitando la obtención del número estructural de los mismos, el cual luego de ser reemplazado en la fórmula simplificada nos permitirá calcular el espesor de las capas por medio de iteraciones. No obstante, dowells y juntas son calculados por tablas dadas en la norma peruana, como se mostró anteriormente.

Figura N° 2: Nomograma AASHTO para determinar el número estructural en pavimentos rígidos



Fuente: Guía AASHTO 1993 para el diseño de estructuras de pavimentos (pag. 135)

Figura N° 3: Nomoograma AASHTO para determinar el número estructural en pavimentos rígidos



Fuente: Guía AASHTO 1993 para el diseño de estructuras de pavimentos (pag.136)

2.2.3.3. Diseño de pavimentos articulados utilizando el método AASHTO

93

AASHTO no nos da un método propio para el diseño del pavimento adoquinado, sino que analiza el comportamiento del mismo y concluye en que es similar al mostrado por el pavimento flexible, por lo cual se empleará el mismo método tanto analítico como gráfico, variando solo los coeficientes de las capas estructurales, como lo son: el adoquín y la arena.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

- **SUBRASANTE:**

“Capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto”. (Coronado, 2002, p.19).

- **SUB BASE:**

“Es una capa de la estructura del pavimento diseñada para impedir la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y por otra parte, actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen, acabando con su calidad”.(Montejo, 2002, p.4).

- **BASE:**

“Es la capa del pavimento cuya función fundamental de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la sub base y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada”. (Montejo, 2002, p.4).

- **SUPERFICIE DE RODADURA:**

“Es la carpeta que proporciona una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito”. (Montejo, 2002, p.4).

- **CALZADA:**

“Zona de la carretera destinada a la circulación de vehículos, con ancho suficiente para acomodar un cierto número de carriles para el movimiento de los mismos, excluyendo los hombros laterales”. (Coronado, 2002, p.17).

- **SERVICIALIDAD:**

“Indica el grado de confort que tiene la superficie para el desplazamiento natural y normal de un vehículo”. (Coronado, 2002, p.43).

- **CONFIABILIDAD:**

“Se entiende por confiabilidad de un proceso diseño-comportamiento de un pavimento a la probabilidad de que una sección diseñada usando dicho proceso, se comportara satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y ambientales durante el periodo de diseño”. (Montejo, 2002, p.263).

- **MÓDULO RESILIENTE:**

“Es el parámetro utilizado con el fin de representar las propiedades de los suelos de la subrasante en el diseño de pavimentos flexibles”. (Norma AASHTO 93).

- **CBR:**

“Ensayo de CBR (California Bearing Ratio), normado por AASHTO - T193-93. Es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad cuidadosamente controladas”. (Montejo, 2002, p.44).

- **EAL:**

“Equivalent Application Load (Factor equivalente de carga). Es la representación estructural de la carga vehicular sobre el pavimento por número de aplicación de carga por cada eje estándar, previsto durante el periodo de diseño.” (Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos, 2013, p.78).

- **PERIODO DE DISEÑO:**

“Tiempo definido al iniciar el diseño, para el cual se determinan las características del pavimento, evaluando su comportamiento para distintas alternativas a largo plazo, con el fin de satisfacer las exigencias del servicio durante el periodo de diseño elegido, a un costo razonable”. (Norma AASHTO-93)

- **COEFICIENTES ESTRUCTURALES:**

“El método asigna a cada capa del pavimento un coeficiente, los cuales son requeridos para el diseño estructural normal de los pavimentos flexibles. Estos coeficientes permiten convertir los espesores reales a números estructurales (SN), siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa de cada material, para funcionar como parte de la estructura del pavimento”. (Montejo, 2002, p.267).

2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS (OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES)

Entre los principales tipos de pavimento, el pavimento flexible es el más ventajoso económicamente.

2.5. VARIABLES E INDICADORES

Tabla N° 2: Variable de investigación

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLE, RÍGIDO Y ARTICULADO	Consiste en examinar los factores que participan en el diseño de la estructura de cada tipo de pavimento, como las propiedades del terreno y condiciones de carga en la zona de estudio, así como las condiciones necesarias para su ejecución y correcto funcionamiento, tales como la inversión y el mantenimiento requerido. Todo lo anterior a fin de identificar el más adecuado para una zona de estudio.	Diseño de pavimento flexible	IMDA	Veh/día	Ficha de registro de conteo vehicular
			Tipo de vehículo	Nominal	
		Diseño de pavimento rígido	CBR	Intervalo (%)	Ensayos establecidos por el MTC
			Estratigrafía	Nominal	
		Diseño de pavimento articulado	Carga vehicular	ESAL	Manual de diseño de pavimentos AASHTO
			Propiedades del suelo	Intervalo (%)	
		Análisis económico	Presupuesto	Soles	S10 Costos y presupuestos
		Condiciones de mantenimiento	Costo del mantenimiento	Soles	Microsoft Excel
			Periodo del mantenimiento	Años	Manual de diseño de pavimentos
		Diseño de infraestructura vial	Categoría de la vía	Nominal	Manual de diseño geométrico de carreteras
			Elementos viales	Nominal	AutoCad

Fuente: Elaboración propia

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

- De acuerdo a la orientación o finalidad: Aplicada
- De acuerdo a la técnica de contrastación: Descriptiva

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

- **Población**

La población se considera todas las calles del Sector Villa Judicial, del distrito de Huanchaco -Trujillo - La Libertad.

- **Muestra**

La muestra en estudio se compone de las siguientes calles:

- Calle Los Tulipanes.
- Av. El Sol, tramo comprendido entre la Av. Pachacamac y la Calle Las Magnolias.
- Av. Alan García, tramo comprendido entre la Av. Los Ficus y la Calle Las Magnolias.

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Por la clase, la investigación es de campo; ya que todos los datos empleados se recolectarán in situ, tal es el caso del estudio de tránsito (conteo vehicular) y del estudio de suelos. Estos datos serán utilizados en los distintos métodos de diseño a fin de cerciorarse de que el pavimento diseñado se adapte a las características y necesidades de la zona.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

- Se realizará un estudio de tráfico empleando la técnica del conteo vehicular mediante observación, siendo los datos organizados en una ficha de registro según el tipo de vehículo. El conteo se realizará en una vía ya pavimentada de características similares a la estudiada.
- El estudio de suelos con fines de pavimentación será la técnica empleada para determinar las propiedades mecánicas del suelo, necesarias en el diseño de los pavimentos, por medio de la excavación

de calicatas para la toma de muestras, registrando los resultados obtenidos en un informe de mecánica de suelos.

3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

- Para el procesamiento de los datos obtenidos tras los estudios de tránsito y de suelos se utilizaron tablas de cálculo del programa Excel, en las cuales, ya ordenada la información, facilitaron el cálculo del IMD a partir de los conteos diarios, así como el cálculo de la carga equivalente transmitida por los vehículos hacia el terreno, medido con ejes equivalente y representado por el valor del ESAL (Equivalent Single Axes Loads). Del mismo modo, Facilitó la presentación de los resultados obtenidos por el estudio de mecánica de suelos, siendo el más relevante el CBR.

Por último, es en este software que se realizó el análisis de dichos datos, aplicando los procedimientos de diseño de pavimentos establecidos en el Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos del MTC.

- Para la presentación de presupuestos requeridos para la ejecución de los pavimentos diseñados es que se utilizó el software S10 Costos y presupuestos.
- El programa AutoCAD se utilizó para representar de forma gráfica los resultados obtenidos tras los diseños, así como para realizar el diseño geométrico de las secciones viales.

A continuación, se detalla el procesamiento de los datos registrados en los estudios ya mencionados, así como el análisis que conllevó hasta el diseño estructural de los pavimentos y las características a evaluar de los mismos:

3.5.1. ESTUDIO DE TRÁFICO

Se realizó en 2 etapas, una en el campo y otra en gabinete, siendo que en la primera solo se realizó el conteo vehicular, mientras en la segunda se analizaron dichos datos a fin de obtener el IMD (índice medio diario), y finalmente el ESAL o número de ejes equivalente para diseño de la vía. A continuación, se describen mejor dichas etapas:

3.5.1.1. Metodología de campo

Para realizar el conteo vehicular en la presente investigación se tomó como referencia la Calle 19, tramo comprendido entre la Calle 13 y la Av. Nuevo Trujillo, una vía cercana ya pavimentada cuyas características son parecidas a las estudiadas, tal es el caso del tránsito estimado para una calle que conecta 2 avenidas. En la misma, el conteo vehicular se realizó durante 4 días, desde el miércoles 11 de agosto al sábado 14 de agosto, desde las 07:00 am hasta las 07:00 pm.

Al ser un tramo corto se tomó solo una estación de control durante el conteo, la cual se muestra a continuación:

Figura N° 4: Ubicación de la vía seleccionada para conteo vehicular



Fuente: Captura tomada del software Google Earth













3.5.1.2. Metodología de gabinete

Durante esta etapa se calculó el IMD en base a los datos recolectados del conteo vehicular, además del número de repeticiones de ejes equivalentes por tipo de vehículos observados durante el trabajo en campo, llegando hasta la obtención del ESAL de diseño tanto para el pavimento flexible como para el rígido y el articulado.

3.5.1.2.1. Conteo vehicular y cálculo de IMD

Para el cálculo del IMD se promediaron los resultados del conteo vehicular en los 4 días según el tipo de vehículo.

Tabla N° 3: Resumen de conteo vehicular

VEHICULO			MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	TOTAL	IMD	%
AUTOMOVIL			2554	2510	2544	2748	10356	2589	56.00
CAMIONETA	NORMAL		78	90	84	164	416	104	2.25
	PICK UP		118	116	110	180	524	131	2.83
COMBI			306	288	288	288	1170	293	6.33
MICRO			326	324	324	348	1322	331	7.15
MOTO			450	446	420	400	1716	429	9.28
MOTOTAXI			626	546	520	764	2456	614	13.28
MOTO CARGA			54	50	38	0	142	36	0.77
OMNIBUS	2E		0	26	10	0	36	9	0.19
CAMION	2E		102	70	74	52	298	75	1.61
	3E		4	12	8	4	28	7	0.15
SEMI TRAILER	>3E		4	4	0	0	8	2	0.04
TRAILER	>4E		4	8	8	0	20	5	0.11
TOTAL			4628	4490	4426	4948	18492	4623	100

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.2.2. Determinación del Factor de Crecimiento Acumulado (Fca)

Con el fin de diseñar pavimentos capaces de resistir las solicitaciones más desfavorables es necesario estimar el crecimiento del tránsito en el tiempo de vida considerado para el pavimento, lo cual se logra por medio de una tasa de crecimiento del tránsito en la zona. Para el análisis de los distintos pavimentos se consideró un periodo de diseño de 20 años.

Respecto a la tasa de crecimiento de tránsito, es común considerarla equivalente a la tasa de crecimiento poblacional, la cual, según el INEI (Instituto Nacional de Estadística) es de 1% para la región La Libertad, pero de 2.2% y 3.1% para La Esperanza y El Porvenir,

respectivamente, siendo estos últimos distritos fronterizos y cercanos a la zona de estudio. Por lo anterior la tasa de crecimiento considerada se tomó como un punto medio entre ambas, siendo de un 2%.

De este modo, se obtuvo el valor del Fca en base al Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Tabla N° 4: Factor de crecimiento acumulado (Fca)

Periodo de Análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	3.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (pag.77)

Fca = 24.30

3.5.1.2.3. Determinación del Factor Direccional (Fd) y Factor Carril (Fc)

Según el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección suelos y pavimentos del año 2013, el factor direccional es aquel determinado por el número de vehículos que circulan en un sentido del tráfico, mientras que el factor carril es aquel que representa al carril que recibe el mayor número de ejes equivalentes.

Tabla N° 5: Determinación del Factor Direccional (Fd) y del Factor Carril (Fc)

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pag.75)

Fd = 0.50

Fc = 0.80

3.5.1.2.4. Determinación del factor de presión neumática (Fp)

Acorde al Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, es aquel factor que toma en consideración la presión del aire en los neumáticos, y su valor se determina según el espesor de la capa de rodadura; sin embargo, al no realizar aún el diseño de los pavimentos, se consideró el valor de 1 para los distintos tipos de pavimentos.

$$F_p = 1.00$$

3.5.1.2.5. Cálculo del Factor Vehículo Pesado (Fvp)

Representa la cantidad de ejes equivalentes acorde al tipo de vehículo pesado y la distribución de la carga del mismo a cada uno de sus ejes. Estos ejes equivalentes son unidades de medida para el grado de desgaste producido sobre el pavimento.

El cálculo de este factor se realiza de distinto modo según el tipo de pavimento a diseñar; sin embargo, ambos son calculados considerando la misma configuración vehicular, la cual se muestra en la tabla N°6.

Tabla N° 6: Configuraciones de ejes vehiculares

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Gráfico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pag.78)

a) Factor Vehículo Pesado para pavimentos flexibles y adoquinados

Tabla N° 7: Relaciones de ejes para cálculo de Ejes Equivalentes para diseño de pavimentos flexibles y articulados

Tipo de eje	Eje Equivalente ($EE_{8.2ton}$)
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 (pag.79)

Con guía a la configuración establecida en la tabla N° 6 y las expresiones mostradas en la tabla N° 7, se calcula el factor vehículo pesado para los pavimentos flexibles y articulados acorde al tipo de vehículo registrado en el conteo vehicular.

Tabla N° 8: Cálculo de EE día-carril según tipo de vehículo para pavimentos flexibles y articulados

	AUTOMOVIL		CAMIONETA		PICK UP		COMBI	
LONGITUD MAXIMA	4.30		4.30		4.80		5.00	
EJE	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
CARGA (Ton)	0.75	0.75	1.50	1.50	1.50	1.50	2.50	2.50
TIPO DE EJE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE
TIPO DE RUEDA	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE
E.E.	0.0002	0.0002	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.021	0.021
FACTOR TOTAL	0.0004		0.005		0.005		0.042	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9: Cálculo de EE día-carril según tipo de vehículo para pavimentos flexibles y articulados

	MICRO		OMNIBUS	
LONGITUD MAXIMA	8.00		13.20	
EJE	E1	E2	E1	E2
CARGA (Ton)	3.5	3.5	7	10
TIPO DE EJE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE
TIPO DE RUEDA	RUEDA SIMPLE	RUEDA DOBLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA DOBLE
E.E.	0.079	0.033	1.265	2.212
FACTOR TOTAL	0.112		3.477	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 10: Cálculo de EE día-carril según tipo de vehículo para pavimentos flexibles y articulados

	CAMIÓN DE 2E		CAMIÓN DE 3E		
LONGITUD MAXIMA	12.30		13.20		
EJE	E1	E2	E1	E2	E3
CARGA (Ton)	7	10	7	8	8
TIPO DE EJE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE	TANDEM	
TIPO DE RUEDA	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA DOBLE	
E.E.	1.265	2.212	1.265	1.261	
FACTOR TOTAL	3.477		2.526		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 11: Cálculo de EE día-carril según tipo de vehículo para pavimentos flexibles y articulados

	SEMI TRAILER 2S3					
LONGITUD MAXIMA	20.50					
EJE	E1	E2	E3	E4	E5	E6
CARGA (Ton)	7	8	8	7	8	8
TIPO DE EJE	SIMPLE	TANDEM		TRIDEM		
TIPO DE RUEDA	RUEDA SIMPLE	RUEDA DOBLE		RUEDA DOBLE		
E.E.	1.265	1.261		1.232		
FACTOR TOTAL	3.758					

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 12: Cálculo de EE día-carril según tipo de vehículo para pavimentos flexibles y articulados

TRAILER >=3E						
LONGITUD MAXIMA	23.00					
EJE	E1	E2	E3	E4	E5	E6
CARGA (ton)	7	8	8	7	8	8
TIPO DE EJE	SIMPLE	TANDEM		TANDEM		
TIPO DE RUEDA	RUEDA SIMPLE	RUEDA DOBLE		RUEDA DOBLE		
E.E	1.265	1.261		1.232		
FACTOR TOTAL	3.758					

Fuente: Elaboración propia

b) Factor Vehículo Pesado para pavimentos rígidos

Tabla N° 13: Relaciones de ejes para cálculo de Ejes Equivalentes para diseño de pavimentos rígidos

Tipo de Eje	Eje equivalente ($EE_{8.2ton}$)
Eje Simple de ruedas simples (EE_{S1})	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE_{S2})	$EE_{S2} = [P/8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TA1})	$EE_{A1} = [P/13.0]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes ruedas dobles) (EE_{TA2})	$EE_{A2} = [P/13.3]^{4.1}$
Eje Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TR1})	$EE_{TR1} = [P/16.6]^4$
Eje Tridem (3 ejes ruedas dobles) (EE_{TR2})	$EE_{TR2} = [P/17.5]^4$
P=Peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos

De la misma manera que con el pavimento flexible y articulado, empleamos la configuración de ejes en la tabla N° 6 y las expresiones de la tabla N° 13 para el cálculo del factor vehículo pesado en pavimentos rígidos.

Tabla N° 14: Cálculo de EE día-carril según tipo de vehículo para pavimentos rígidos

	AUTOMOVIL		CAMIONETA		PICK UP		COMBI	
LONGITUD MAXIMA	4.30		4.30		4.80		5.00	
EJE	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
CARGA (Ton)	0.75	0.75	1.50	1.50	1.50	1.50	2.50	2.50
TIPO DE EJE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE
TIPO DE RUEDA	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE
E.E.	0.0001	0.0001	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0.019	0.019
FACTOR TOTAL	0.0002		0.005		0.005		0.038	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 15: Cálculo de EE día-carril según tipo de vehículo para pavimentos rígidos

	MICRO		OMNIBUS	
LONGITUD MAXIMA	8.00		13.20	
EJE	E1	E2	E1	E2
CARGA (Ton)	3.5	3.5	7	10
TIPO DE EJE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE
TIPO DE RUEDA	RUEDA SIMPLE	RUEDA DOBLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA DOBLE
E.E.	0.074	0.030	1.273	2.256
FACTOR TOTAL	0.104		3.529	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 16: Cálculo de EE día-carril según tipo de vehículo para pavimentos rígidos

	CAMION DE 2E		CAMION DE 3E		
LONGITUD MAXIMA	12.30		12.30		
EJE	E1	E2	E1	E2	E3
CARGA (Ton)	7	10	7	8	8
TIPO DE EJE	SIMPLE	SIMPLE	SIMPLE	TANDEM	
TIPO DE RUEDA	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA SIMPLE	RUEDA DOBLE	
E.E.	1.273	2.256	1.273	2.134	
FACTOR TOTAL	3.529		3.407		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 17: Cálculo de EE día-carril según tipo de vehículo para pavimentos rígidos

	SEMI TRAILER 2S3					
LONGITUD MAXIMA	20.50					
EJE	E1	E2	E3	E4	E5	E6
CARGA (Ton)	7	8	8	7	8	8
TIPO DE EJE	SIMPLE	TANDEM		TRIDEM		
TIPO DE RUEDA	RUEDA SIMPLE	RUEDA DOBLE		RUEDA DOBLE		
E.E.	1.273	2.134		2.984		
FACTOR TOTAL	6.391					

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 18: Cálculo de EE día-carril según tipo de vehículo para pavimentos rígidos

	TRAILER >=3E					
LONGITUD MAXIMA	23.00					
EJE	E1	E2	E3	E4	E5	E6
CARGA (Ton)	7	8	8	7	8	8
TIPO DE EJE	SIMPLE	TANDEM		TRIDEM		
TIPO DE RUEDA	RUEDA SIMPLE	RUEDA DOBLE		RUEDA DOBLE		
E.E.	1.273	2.134		2.984		
FACTOR TOTAL	6.391					

Fuente: Elaboración Propia

3.5.1.2.6. CÁLCULO DE LOS $EE_{DIA-CARRIL}$:

El Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos indica que antes de calcular el número de repeticiones de ejes equivalentes es necesario calcular el número de ejes equivalentes por cada tipo de vehículo en un día, dato que depende de los ya calculados factor de vehículo pesado, factor direccional, factor carril, factor de presión neumática y del IMD, según la siguiente relación:

$$EE_{DIA-CARRIL} = IMD * F_d * F_c * F_{vp} * F_p$$

Tabla N° 19: Cálculo de los EE día-carril según tipo de vehículo para pavimentos flexibles y articulados

TIPO DE VEHICULO	IMD	Fd	Fc	Fvp	Fp	EE _{DIA-CARRIL}
AUTOMOVIL	2589	0.50	0.80	0.0004	1.00	0.414
CAMIONETA	104	0.50	0.80	0.005	1.00	0.208
CAMIONETA PICK UP	131	0.50	0.80	0.005	1.00	0.262
COMBI	293	0.50	0.80	0.042	1.00	4.922
MICRO	331	0.50	0.80	0.112	1.00	14.829
MOTO	429	0.50	0.80	0.0001	1.00	0.017
MOTO TAXI	614	0.50	0.80	0.0001	1.00	0.025
MOTO CARGA	36	0.50	0.80	0.0001	1.00	0.001
OMNIBUS	9	0.50	0.80	3.477	1.00	12.517
CAMION 2E	75	0.50	0.80	3.477	1.00	104.310
CAMION 3E	7	0.50	0.80	2.526	1.00	7.073
SEMI TRAILER ≥3E	2	0.50	0.80	3.758	1.00	3.006
TRAILER >4E	5	0.50	0.80	3.758	1.00	7.516

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 20: Cálculo de los EE día-carril según tipo de vehículo para pavimentos rígidos

TIPO DE VEHICULO	IMD	Fd	Fc	Fvp	Fp	EE _{DIA-CARRIL}
AUTOMOVIL	2589	0.50	0.80	0.0002	1.00	0.207
CAMIONETA	104	0.50	0.80	0.005	1.00	0.208
CAMIONETA PICK UP	131	0.50	0.80	0.005	1.00	0.262
COMBI	293	0.50	0.80	0.038	1.00	4.454
MICRO	331	0.50	0.80	0.104	1.00	13.770
MOTO	429	0.50	0.80	0.0001	1.00	0.017
MOTO TAXI	614	0.50	0.80	0.0001	1.00	0.025
MOTO CARGA	36	0.50	0.80	0.0001	1.00	0.001
OMNIBUS	9	0.50	0.80	3.529	1.00	12.704
CAMION 2E	75	0.50	0.80	3.529	1.00	105.870
CAMION 3E	7	0.50	0.80	3.407	1.00	9.540
SEMI TRAILER ≥3E	2	0.50	0.80	6.391	1.00	5.113
TRAILER >4E	5	0.50	0.80	6.391	1.00	12.782

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.2.7. Cálculo del ESAL de diseño

El ESAL de diseño representa la cantidad total de ejes equivalentes a 8.2 ton de cada tipo de vehículo a lo largo de un año, considerando también la proyección de crecimiento del tránsito vehicular en la zona.

Se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$N_{rep\ de\ EE_{8.2\ tn}} = \sum [EE_{DIA-CARRIL} * F_{CA} * 365]$$

Tabla N° 21: Cálculo de ESAL para diseño de pavimentos flexibles y articulados

TIPO DE VEHÍCULO	$EE_{DIA-CARRIL}$	#DIAS DEL AÑO	Fca	ESAL
AUTOMOVIL	0.414	365	24.30	3,671.97
CAMIONETA	0.208	365	24.30	1,844.86
CAMIONETA PICK UP	0.262	365	24.30	2,323.81
COMBI	4.922	365	24.30	43,655.68
MICRO	14.829	365	24.30	131,525.82
MOTO	0.017	365	24.30	150.78
MOTO TAXI	0.025	365	24.30	221.74
MOTO CARGA	0.001	365	24.30	8.87
OMNIBUS	12.517	365	24.30	111,019.53
CAMION 2E	104.310	365	24.30	925,177.55
CAMION 3E	7.073	365	24.30	62,733.97
SEMI TRAILES ≥3E	3.006	365	24.30	27.140.67
TRAILER >4E	7.516	365	24.30	66,663.16
			Σ	1,376,138.41

Fuente: Elaboración propia

ESAL DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES Y ARTICULADOS	1,376,138.41
---	---------------------

Tabla N° 22: Cálculo de ESAL para diseño de pavimentos rígidos

TIPO DE VEHICULO	$EE_{DIA-CARRIL}$	#DIAS DEL AÑO	Fca	ESAL
AUTOMOVIL	0.207	365	24.30	1,835.99
CAMIONETA	0.208	365	24.30	1,844.86
CAMIONETA PICK UP	0.262	365	24.30	2,323.81
COMBI	4.454	365	24.30	39,504.75
MICRO	13.770	365	24.30	122,133.02
MOTO	0.017	365	24.30	150.78
MOTO TAXI	0.025	365	24.30	221.74
MOTO CARGA	0.001	365	24.30	8.87
OMNIBUS	12.704	365	24.30	112,678.13
CAMION 2E	105.870	365	24.30	939,013.97
CAMION 3E	9.540	365	24.30	84,615.03
SEMI TRAILERS ≥3E	5.113	365	24.30	45,349.75
TRAILER >4E	12.782	365	24.30	113,369.95
			Σ	1,463,050.65

Fuente: Elaboración propia

ESAL DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS	1,463,050.65
---	---------------------

3.5.2. ESTUDIO DE SUELOS

Se realizó para conocer las propiedades mecánicas de la subrasante en la zona de estudio. Su ejecución se dividió en 2 etapas, la exploración en campo y los ensayos de laboratorio.

3.5.2.1. Exploración de campo

Consistió en la recolección de muestras de suelo mediante la excavación de calcatas en la zona de estudio con una profundidad de 1.50m de profundidad. Fueron 3 las calcatas realizadas, considerando 1 por cada tramo en estudio e intercalando las posiciones de las mismas de acuerdo a la posición geográfica como se muestra en la figura N°5.

Las calicatas realizadas fueron las siguientes:

Tabla N° 23: Relación de calicatas realizadas

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	UBICACIÓN
C-1	M-1	1.50m	Av. El Sol
C-2	M-2	1.50m	Calle Los Tulipanes
C-3	M-3	1.50m	Av. Alan García

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 5: Ubicación de calicatas en zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

3.5.2.2. Ensayos de laboratorio

Fueron realizados siguiendo los procedimientos establecidos por el MTC e indicados en el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Los mismos se dividen en ensayos estándar y ensayos especiales.

3.5.2.2.1. Ensayos estándar

a) Ensayo granulométrico por tamizado

Realizado siguiendo la normativa NTP 400.012 /ASTM-D-422, sirve para determinar la distribución de partículas componentes del suelo

acorde a su tamaño, permitiendo a su vez la clasificación del mismo por los sistemas SUCS y AASHTO.

Tabla N° 24: Distribución granulométrica y clasificación del suelo

CALICATA	MUESTRA	%GRAVA	%ARENA	%FINOS	SUCS	AASHTO
C-1	M-1	25.747	73.836	0.417	SP	A-1-b
C-2	M-2	29.864	69.766	0.370	SP	A-1-b
C-3	M-3	21.406	78.394	0.200	SP	A-1-b

Fuente: Elaboración propia

b) Contenido de humedad natural (W%)

Realizado acorde a la NTP 339.127 / ASTM-D-2216, mide la cantidad de agua en el suelo, lo cual como indica el Manual de Carreteras, afecta directamente a la resistencia de los finos presentes en la subrasante.

Tabla N° 25: Contenido de humedad en muestras

CALICATA	MUESTRA	W%
C-1	M-1	2.12
C-2	M-2	2.07
C-3	M-3	2.63

Fuente: Elaboración propia

c) Plasticidad (LL, LP e IP)

Realizado según la norma NTP 339.129 / ASTM-D-423, es medido por medio de los límites de Atterberg, los cuales incluyen el límite líquido (LL), el límite plástico (LP) y el índice de plasticidad (IP), los cuales son indicadores de la estabilidad del suelo en relación con la humedad presente en el mismo, midiéndose la misma hasta el punto en que el suelo se disgrega.

El manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, aclara que esta propiedad es por su misma finalidad, correspondiente a suelos cohesivos compuestos por materiales finos, aumentando el valor de la plasticidad conforme aumenta el porcentaje de arcilla en su composición; por lo tanto, los suelos que no presenten límites de Atterberg como el de las muestras mostradas en la tabla N°27, son suelos no cohesivos con un

mínimo de finos en su composición, lo cual es demostrable en la ya mostrada tabla N°25.

Tabla N° 26: Límites de plasticidad

CALICATA	MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
C-1	M-1	N.P.	N.P.	N.P.
C-2	M-2	N.P.	N.P.	N.P.
C-3	M-3	N.P.	N.P.	N.P.

Fuente: Elaboración propia

La denominación N.P. significa “No plástico”, lo cual representa que el suelo de las muestras posee poco o ningún contenido de arcilla.

3.5.2.2.2. Ensayos especiales

a) Ensayo Proctor Modificado

Realizado bajo la normativa ASTM-D-1557, es aquel que permite determinar la relación entre peso unitario seco y contenido de humedad en el suelo, dando como resultado la densidad seca máxima (DSM) y el contenido de humedad óptimo (OCH). Este ensayo permite la determinación del CBR y a su vez la necesidad de una compactación normal o de procedimientos especiales según sean los resultados de la humedad óptima.

El suelo analizado no se encuentra saturado, siendo su humedad natural menor a la óptima mostrada en la tabla N°28, por lo cual se recomienda una compactación normal.

Tabla N° 27: Resultados de prueba Proctor Modificado

CALICATA	MUESTRA	PROCTOR	
		MDS (g/cm ³)	OCH (%)
C-1	M-1	2.09	6.32
C-2	M-2	2.28	6.07
C-3	M-3	2.02	5.99

Fuente: Elaboración propia

b) Ensayo CBR

Para su realización se siguieron los procedimientos establecidos en la ASTM-D-1883, por el ensayo MTC EM132.

Este ensayo fue el más importante para la investigación, pues el valor determinado es indicador de la resistencia de la subrasante a las cargas que sean aplicadas sobre ella, sirviendo directamente en el diseño de los tres tipos de pavimentos en evaluación.

Tabla N° 28: Determinación del CBR de diseño

CALICATA	MUESTRA	CBR (%)
C-1	M-1	14%
C-2	M-2	16%
C-3	M-3	13%

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados mostrados en la tabla N°29 podemos clasificar la subrasante de la superficie en estudio.

Tabla N° 29: Clasificación de la subrasante acorde al CBR

CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	CBR
S_0 : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S_1 : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S_2 : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S_3 : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S_4 : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S_5 : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pág. 40)

Como se indica en el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, el valor final que se elija para el CBR de diseño será el promedio de todas las muestras si los valores de las mismas son similares, entendiéndose así a los considerados en el mismo rango, caso contrario se tomará el más desfavorable.

Los valores encontrados corresponden todos a una subrasante bueno, por lo cual puede considerarse como valores similares y promediarlos para obtener el CBR de diseño. Como tal, el CBR final de diseño empleado será:

$$CBR_{DISEÑO} = 14\%$$

3.5.3. DISEÑO DE PAVIMENTOS POR EL MÉTODO AASHTO - 93:

3.5.3.1. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Para empezar el diseño y aplicar la fórmula y monogramas dados en la metodología AASHTO 93 fue necesario determinar los parámetros fundamentales que influyen sobre la funcionalidad de los pavimentos, tal es el caso de los ya calculados ESAL y CBR, pero también es necesario calcular aquellos parámetros que indican el comportamiento de los pavimentos durante el periodo para el cual sean diseñados.

a) ESAL de diseño (W_{18})

Determinado por medio de la tabla N°21, el valor asciende a:

$$W_{18} = 1,376,138.41$$

Este valor se usó para clasificar la vía según el nivel de tráfico pesado expresado en ejes equivalentes:

Tabla N° 30: Tipos de tráfico pesado según la cantidad de Ejes Equivalentes

TIPOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T_{P5}	>1'000,000 EE ≤1'500,00 EE
T_{P6}	>1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T_{P7}	>3'000,000 EE ≤5'000,000 EE
T_{P8}	>5'000,000 EE ≤7'500,000 EE
T_{P9}	>7'500,000 EE ≤10'000,000 EE
T_{P10}	>10'000,000 EE ≤12'500,000 EE
T_{P11}	>12'500,000 EE ≤15'000,000 EE
T_{P12}	>15'000,000 EE ≤20'000,000 EE

T_{P13}	>20'000,000 EE ≤25'000,000 EE
T_{P14}	>25'000,000 EE ≤30'000,000 EE
T_{P15}	>30'000,000 EE

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pag.151)

Por lo que la vía en estudio está clasificada como T_{P5} .

b) Módulo de resiliencia (M_r)

Según el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, es aquel parámetro que representa la rigidez de la subrasante en base al CBR obtenido en el estudio de mecánica de suelos. Se calculó con la siguiente fórmula:

$$M_r(\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

Con un valor del 14% de CBR, el módulo de resiliencia resulta:

$M_r = 13,833 \text{ Psi}$
--

c) Confiabilidad (%R)

La cual representa la probabilidad de que el pavimento diseñado se comporte acorde a lo previsto; pues factores como cargas distintas a las esperadas o procedimientos de construcción ineficientes podrían afectar en la funcionalidad de la estructura. Para determinarla fue necesario utilizar los datos de tipo de vía y número de ejes equivalentes acumulados según la tabla N°31.

Tabla N° 31: Porcentaje de confiabilidad para una etapa de diseño

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTE ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	100,000	150,000	65%
	T_{P1}	150,001	300,000	70%
	T_{P2}	300,001	500,000	75%
	T_{P3}	500,001	750,000	80%
	T_{P4}	750,001	1,000,000	80%
	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
Restos de Caminos	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T_{P15}	>30'000,000		95%

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pag. 154)

Por lo tanto, la confiabilidad elegida para la presente investigación fue:

$$R(\%) = 85\%$$

d) Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)

Según el Manual de Diseño de Carreteras, este valor es la representación del nivel de confiabilidad, pues esta última no puede reemplazarse directamente en la expresión de diseño AASHTO, para su cálculo usamos la siguiente tabla:

Tabla N° 32: Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_r)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	100,001	150,000	-0.385
	T_{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T_{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T_{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T_{P4}	750,001	1,000,000	-1.036
	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
Resto de Caminos	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.282
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T_{P10}	10'000,000	12'500,000	-1,282
	T_{P11}	12'500,000	15'000,000	-1.282
	T_{P12}	15'000,000	20'000,000	-1.645
	T_{P13}	20'000,000	25'000,000	-1.645
	T_{P14}	25'000,000	30'000,000	-1.645
	T_{P15}	>30'000,000		-1.645

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos-Sección Suelos y Pavimentos (pag.156)

Por lo mostrado en la tabla N°32 se escoge un valor de:

$$Z_r = -1.036$$

e) Desviación estándar Combinada (S_o)

Según el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, este indicador considera las posibles variaciones entre los demás factores de diseño, como el tránsito o procedimientos constructivos, su valor oscila entre 0.40 y 0.50. Para la presente investigación el valor tomado fue:

$$S_o = 0.45$$

f) Índice de servicialidad Presente (PSI):

Expresa como un valor numérico en el rango del 1 al 5 la comodidad que se le ofrece al usuario durante su circulación por la vía diseñada. Este valor decrece con el tiempo, la estimación de dicho deterioro es

usada también para el diseño del pavimento, y se halla restando los valores de servicialidad inicial y final de la vía.

- **Servicialidad inicial (P_i)**

Tomada como la comodidad ofrecida por una vía nueva. Su valor se determina acorde al rango de tráfico, tal como se muestra en la tabla N°33.

Tabla N° 33: Índice de servicialidad inicial según tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL (P_i)
Caminos de Bajo Volumen de tránsito	T_{P1}	150,001	300,000	3.80
	T_{P2}	300,001	500,000	3.80
	T_{P3}	500,001	750,000	3.80
	T_{P4}	750,001	1,000,000	3.80
	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	4.00
Resto de caminos	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	4.00
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	4.00
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	4.00
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	4.00
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	4.00
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	4.00
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	4.20
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	4.20
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	4.20
	T_{P15}	>30'000,000		4.20

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pág. 158)

- **Servicialidad final (P_T)**

Expresa la condición de la vía ya deteriorada y en la cual es necesario realizar mantenimiento. El valor determinado es una estimación basada en métodos empíricos AASHTO.

Tabla N° 34: Índice de servicialidad final según tráfico

TIPO DE CAMINO	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIALIDAD FINAL (P_T)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P1}	150,001	300,000	2.00
	T_{P2}	300,001	500,000	2.00
	T_{P3}	500,001	750,000	2.00
	T_{P4}	750,001	1,000,000	2.00
	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
Resto de caminos	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	2.50
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	2.50
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	2.50
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	3.00
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	3.00
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	3.00
	T_{P15}	>30'000,000		3.00

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pág. 159)

- **Diferencial de Servicialidad (ΔPSI)**

Como su nombre lo indica es el resultado de restar la servicialidad inicial menos la final

$$\Delta PSI = 4.00 - 2.50 = 1.50$$

g) Número Estructural (SN)

Representa el espesor total del pavimento, por lo cual luego debe disgregarse en el espesor de cada capa. Su cálculo usó los factores antes determinados y se realizó tanto por el método analítico como por el método gráfico, a fin de tomar el valor más exacto.

Entre los datos a utilizar están:

Tabla N° 35: Resumen de datos para diseño de pavimento flexible

Datos de diseño para pavimento flexible	
W_{18}	1,376,138.41 EE
CBR (%)	14%
M_R	13,833 psi
R (%)	85%
Z_R	-1.036
S_o	0.45
ΔPSI	1.50

Fuente: Elaboración propia

- **Método analítico:**

Reemplazamos los datos de la tabla N°35 en la fórmula:

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_R \cdot S_o + 9.36 \cdot \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN - 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \text{Log}(M_R) - 8.07$$

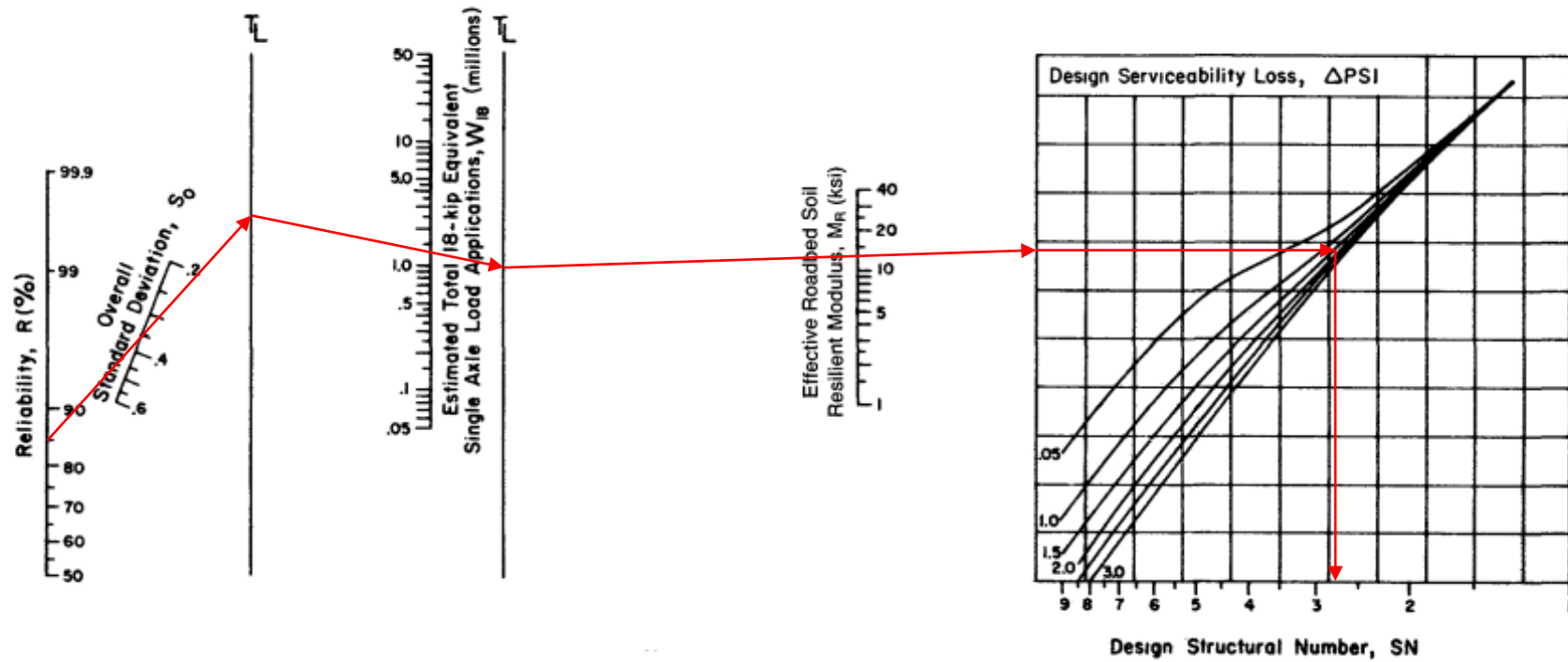
El número estructural resultante es:

SN = 2.816

- **Método gráfico**

Ubicamos los datos recopilados en la tabla N°35 en el nomograma dado por AASHTO:

Figura N° 6: Determinación de número estructural usando nomograma AASHTO



Fuente: Guía AASHTO 1993 para el diseño de estructuras de pavimentos (pag.122)

Utilizamos el software AutoCad para aumentar la precisión de la lectura del número estructural, por lo que se determinó como número estructural el valor:

$$SN = 2.77$$

Entre ambos valores el más desfavorable es el determinado por el método analítico, por lo cual será el empleado en el diseño de la estructura del pavimento (SN=2.816).

h) Determinación del espesor de las capas estructurales del pavimento flexible

Para disgregar el número estructural que representa el espesor total del pavimento, es necesario conocer los coeficientes estructurales de cada capa del mismo, así como sus coeficientes de drenaje. Los primeros fueron determinados en base a la tabla N°36, N°37 y N°38.

Tabla N° 36: Determinación del coeficiente estructural de capa asfáltica para pavimentos flexibles

CAPA SUPERFICIAL	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) a 20°C (68°F)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión	a_1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Micropavimento 25mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Tratamiento Superficial Bicapa	a_1	0.250	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos

Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm	a_1	0.150	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE No aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliquen al frenado de vehículos
Valor global (no se considera el espesor)			

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pág.162)

Tabla N° 37: Determinación del coeficiente estructural de la base para el pavimento flexible

BASE	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para tráfico $\leq 5'000,000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para tráfico $>5'000,000$ EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall=1500 lb)	a_{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a_{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a_{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de tráfico

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pág.162)

Tabla N° 38: Determinación del coeficiente estructural de la sub base para pavimentos flexibles

SUB BASE	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para tráfico $\leq 15'000,000$ EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para tráfico $>15'000,000$ EE

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pág.162)

Por otro lado, los coeficientes de drenaje se determinaron mediante las tablas N°39 y N°40. Considerando como un día el tiempo óptimo de evacuación de agua y una exposición prolongada a la misma para tener un diseño más conservador que cuente con el escenario más desfavorable.

Tabla N° 39: Calidad de drenaje en base al tiempo de evacuación del agua

CALIDAD DE DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pág. 163)

Tabla N° 40: Determinación de los coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pág. 163)

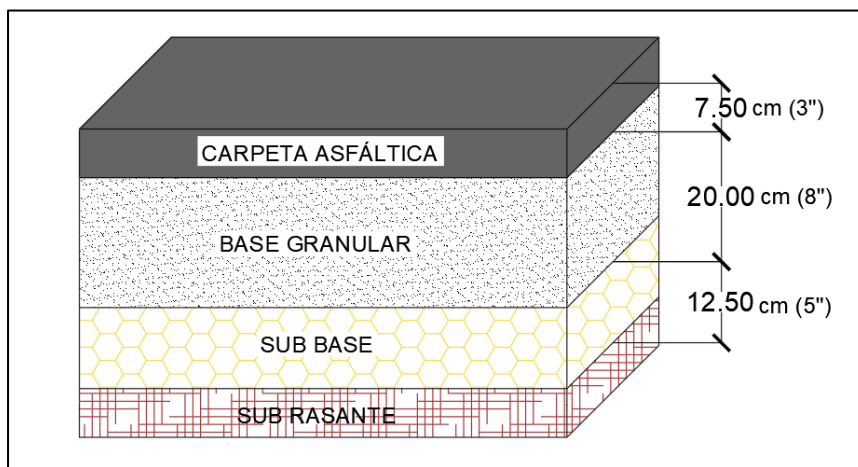
Una vez escogido el coeficiente de drenaje como 1.00, reemplazamos en una ecuación simple e iteramos los espesores hasta alcanzar el número estructural previamente calculado.

$$SN = 0.170 * a_1 + 0.052 * a_2 * 1.00 + 0.047 * a_3 * 1.00 = 2.816$$

Es así que como solución a la ecuación se establecieron los espesores de capas para pavimento flexible:

$$SN = 2.816 = 0.170 * 7.5 + 0.052 * 20 * 1.00 + 0.047 * 12.5 * 1.00 = 3.02$$

Figura N° 7: Configuración estructural propuesta para pavimento flexible



Fuente: Elaboración propia

i) Diseño de berma lateral

Constituyen elementos de soporte para el pavimento principal, protegiendo los bordes del mismo de posibles roturas, además de brindar seguridad a los usuarios en casos de emergencia, permitiendo a los vehículos estacionarse temporalmente en ellas.

Para bermas menores a 1.20m de ancho, el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos indica se extiendan las capas del pavimento principal; sin embargo, las planteadas en el siguiente proyecto superan ese ancho, por lo cual se diseñaron con estructura propia, siguiendo las recomendaciones dadas por el mismo manual, se utilizaron los mismos parámetros de la tabla N°35, solo cambiando el ESAL a $W_{18} = 68,806.92$ en la fórmula AASHTO, así como los coeficientes estructurales de las tablas N°36, 37 y 38, obteniendo:

$$SN = 0.170 * a_1 + 0.052 * a_2 * 1.00 + 0.047 * a_3 * 1.00 = 1.678$$

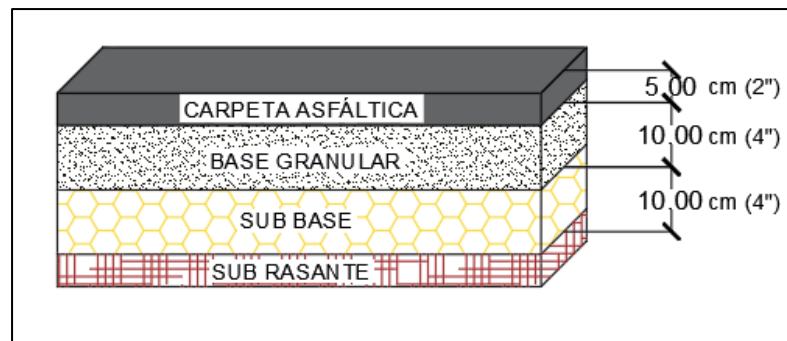
$$a_1 = 5cm$$

$$a_2 = 10cm$$

$$a_3 = 10cm$$

La configuración estructural de esta berma se muestra en la figura N°8:

Figura N° 8: Configuración estructural de berma para pavimento asfáltico



Fuente: Elaboración Propia

3.5.3.2. DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO

Del mismo modo que con el pavimento flexible se determinaron los parámetros necesarios para el diseño del pavimento, siendo estos los referidos a las cargas aplicadas, a la resistencia del suelo y a los niveles de servicialidad, así como algunas características que definen el comportamiento del concreto, capa principal en este tipo de pavimento.

a) ESAL de diseño (W_{18})

Se calculó en la tabla N°22, obteniendo:

$$W_{18} = 1,463,050.65$$

Los rangos de tráfico para pavimentos flexibles y rígidos son iguales, por lo que el ESAL obtenido mantiene la categoría de la vía como T_{P6} .

b) Servicialidad

Según el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, los valores de la servicialidad dados por un pavimento de concreto son mayores a los que brindan los pavimentos flexibles, recomendando los valores de la

tabla N°41, de la cual usamos la diferencia de servicialidades inicial y final.

Tabla N° 41: Índices de servicialidad para pavimentos rígidos según rango de tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EE ACUMULADOS		P_i	P_T	ΔPSI
Caminos de bajo volumen de tránsito	T_{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T_{P2}	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T_{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T_{P4}	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
Resto de caminos	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T_{P15}	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pág.265)

Entonces, la variación de servicialidad determinada fue:

$$\Delta PSI = 1.80$$

c) Confiabilidad y desviación estándar

El Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos indica que representa la variabilidad del comportamiento esperado acorde a variaciones en factores como tránsito, factores constructivos y de supervisión.

Tabla N° 42: Confiabilidad (R%) y Desviación estándar normal (Zr) en pavimentos rígidos

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EE ACUMULADOS		R%	Z _R
Caminos de bajo volumen de tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750,001	1 000 000	80%	-0.842
	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
Resto de caminos	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T _{P15}	>30'000,000		95%	-1.645

Fuente: Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pág.266)

De este modo determinamos como factores de confiabilidad para el diseño la desviación estándar normal y la combinada, variando esta última entre 0.30 y 0.40, pero usando 0.35 por recomendación del Manual de Carreteras.

$$Z_R = -1.036$$

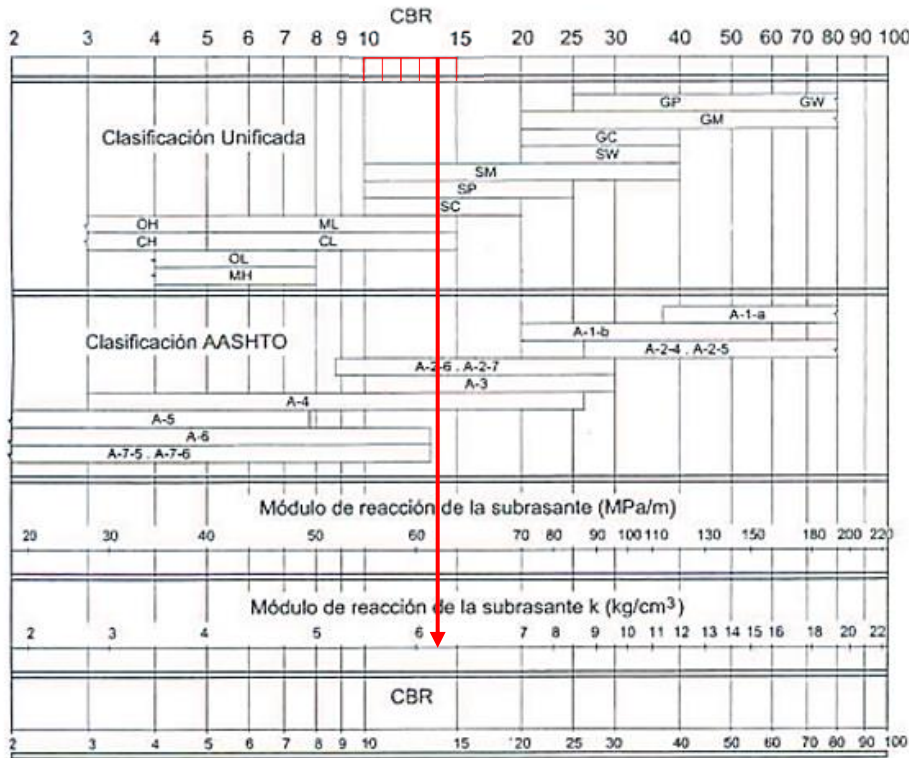
$$S_0 = 0.35$$

d) Módulo de reacción de la subrasante (Kc)

El Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos define este factor como aquel que caracteriza al tipo de subrasante, considerando un aumento en la capacidad de soporte de la misma gracias al espesor de las capas granulares intermedia.

El mismo manual permite su estimación usando correlaciones directas entre este valor, el CBR y la clasificación AASHTO del suelo, la cual se muestra en la figura N°9.

Figura N° 9: Correlación entre el CBR y el Módulo de Reacción de la Subrasante



Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pág.267)

De la figura anterior obtenemos:

$$K_C = 62 \text{ MPa/m}$$

e) Resistencia a la flexotracción del concreto (M_R)

Referido al módulo de rotura del concreto, depende de la resistencia cilíndrica a la compresión con la cual se diseñe el pavimento.

Tabla N° 43: Determinación del módulo de rotura del concreto

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'C)
≤5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
>5'000,000 EE ≤15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
>15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pág.269)

$$M_R = 40 \frac{kg}{cm^2} = 3.923 Mpa$$

f) Módulo de elasticidad del concreto (E_c)

Empleado en el dimensionamiento y diseño de todo tipo de estructuras de concreto armado, no siendo la excepción en el caso de pavimentos; sin embargo, la normativa AASHTO indica usar la siguiente expresión dada por el ACI:

$$E_c = 57,000x (f'c)^{0.5} = 57,000x \sqrt{280kg/cm^2} = 57,000x \sqrt{3982.54PSI}$$

$$E_c = 3,597,120.02 PSI = 24,801.27 MPa$$

g) Coeficiente de drenaje (C_d)

Según el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, este valor indica la probabilidad de que la capa bajo la losa de concreto que conforma el pavimento rígido retenga agua. Este valor varía entre 0.75 y 1.25, siendo el valor más elevado el que representa un mejor drenaje.

Del mismo modo que para el pavimento flexible, se empleó la tabla N°40 para determinar un coeficiente de drenaje igual a 1.00.

$$C_d = 1.00$$

h) Coeficiente de transferencia de cargas (J)

Tal como indica el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, este factor indica la

capacidad de transmitir cargas que posee la estructura del pavimento entre fisuras y juntas.

Este valor depende de la existencia de demás estructuras que acompañen al pavimento, como bermas y pasadores de acero o dowells.

Para el presente proyecto se consideró la presencia de bermas de concreto hidráulico, además del uso de dowells.

Tabla N° 44: Determinación del coeficiente de transmisión de carga (J)

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRAÚLICO	
VALORES DE J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
	3.2	3.8 - 4.4	2.8	3.8

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimento - Sección Suelos y Pavimentos (pág.271)

Es así que finalmente tenemos:

$$J = 2.80$$

i) Determinación de las capas que componen el pavimento rígido

Según el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, la determinación de las capas del pavimento rígido puede realizarse mediante las fórmulas o nomogramas dados por AASHTO, centrándose principalmente en el espesor de la losa de concreto y empleando un espesor estándar para la base granular que soporta dicha losa.

Tabla N° 45: Parámetros de diseño para el pavimento rígido

ESAL	1,463,050.65
P_t	2.50
ΔPSI	1.80
Z_R	-1.036
S_o	0.35
Kc	62 Mpa/m
M_R	3.923 MPa
Cd	1.00
Ec	24,801.27
J	2.80

Fuente: Elaboración propia

- **Método analítico**

Consistió en reemplazar los parámetros de diseño de pavimentos mostrados en la tabla N°45 e ir probando con distintos espesores de losa de concreto (D) hasta balancear la ecuación dada por AASHTO.

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_R \cdot S_o + 7.35 \cdot \text{Log}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{(4.5 - 1.5)}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \cdot P_t) \cdot \text{Log} \left[\frac{M_R \cdot C_d \cdot [0.09 \cdot D^{0.75} - 1.132]}{1.51 \cdot J \cdot \left[0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0.25}}\right]}\right]$$

Reemplazando los valores dados en la tabla N°45 en la ecuación anterior dada por AASHTO e iterando los espesores de la losa en la variable "D", obtenemos como espesor de la losa de concreto $f'c=280$ kg/cm²:

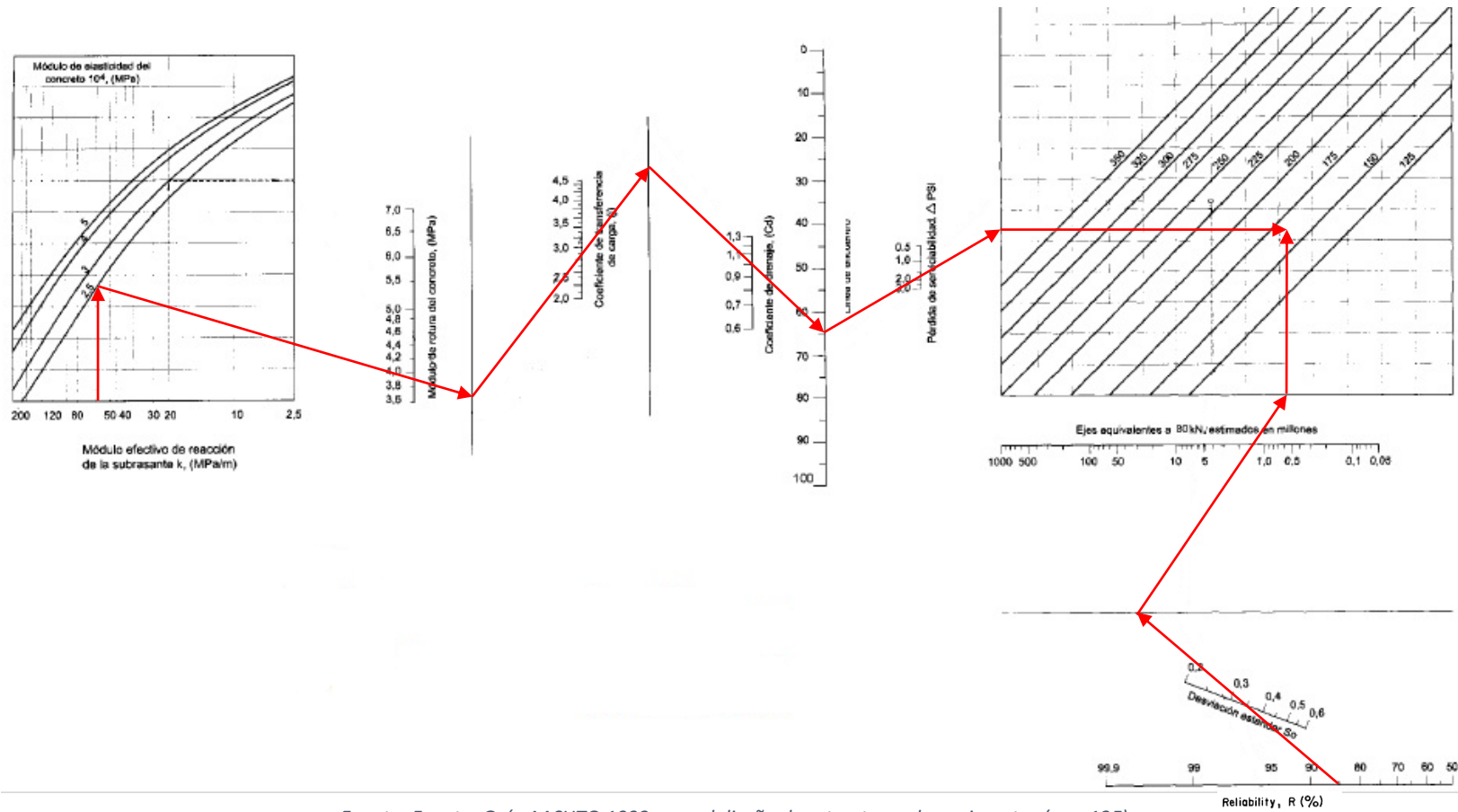
$$D = 175.29mm = 17.5cm = 7"$$

Para la base granular del pavimento rígido se siguió la recomendación del Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, en la cual se establece como 15 cm el espesor mínimo de dicha capa.

- **Método gráfico**

Empleando los parámetros de diseño resumidos en la tabla N°45 se empleó el nomograma AASHTO mostrado en la figura N°10 a fin de determinar el espesor de la losa de concreto.

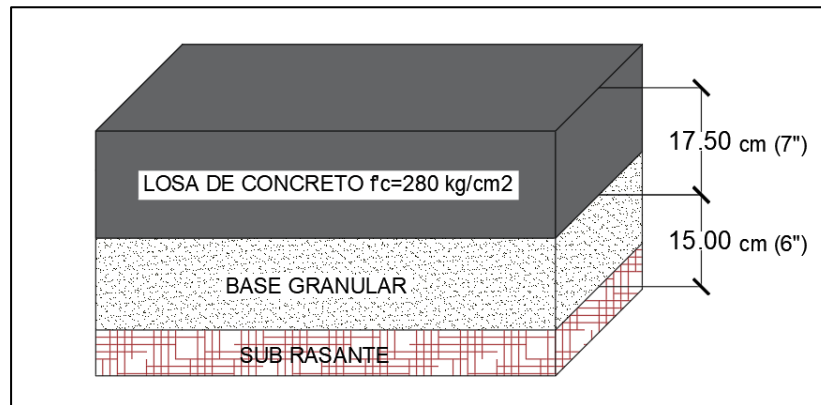
Figura N° 10: Nomograma de diseño para pavimentos rígidos



Fuente: Fuente: Guía AASHTO 1993 para el diseño de estructuras de pavimentos (pag.135)

Una vez ubicados los parámetros de diseño en el nomograma AASHTO se determinó un espesor de losa de aproximadamente 16.3cm, por lo cual se tomó el valor obtenido del método analítico ya que es más conservador.

Figura N° 11: Configuración estructural propuesta para pavimento rígido



Fuente: Elaboración propia

Para el dimensionamiento de los paños de losa se tomaron en consideración las dimensiones propuestas por el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, el cual según la tabla N°46 sugiere paños de 3.30m x 4.10m. Además, los dowells considerados fueron también seleccionados del manual de carreteras, tal como se indica en la tabla N°47, siendo estos de acero liso.

Tabla N° 46: Dimensionamiento de losas para pavimento rígido

Ancho de Carril (m) = Ancho de Losa (m)	Longitud de Losa (m)
2.70	3.30
3.00	3.70
3.30	4.10
3.60	4.50

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pág.282)

Tabla N° 47: Diámetros y longitudes recomendados para dowells

RANGO DE ESPESOR DE LOSA (MM)	DIÁMETRO		LONGITUD DEL PASADOR O DOWELLS (MM)	SEPARACIÓN ENTRE PASADORES (MM)
	MM	PULGADA		
150 – 200	25	1"	410	300
200 – 300	32	1 ¼"	460	300
300 - 430	38	1 ½"	510	380

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pág.285)

También se consideraron las juntas de contracción y construcción, acorde a lo establecido en el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos; siendo las primeras de 3mm de espesor para controlar la fisuración y el agrietamiento, mientras que las segundas producto del proceso constructivo, dependiendo del encofrado empleado, la cual se consideró de 15mm. Los detalles de diseño se muestran en los anexos adjuntos.

j) Diseño de bermas laterales para pavimento rígido

Según el Manual de Diseño de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, el uso de bermas aumenta la seguridad en las vías, brindando asistencia a los vehículos que necesiten detenerse, además de aumentar el soporte a los laterales de las losas del pavimento y frenar la erosión de sus capas.

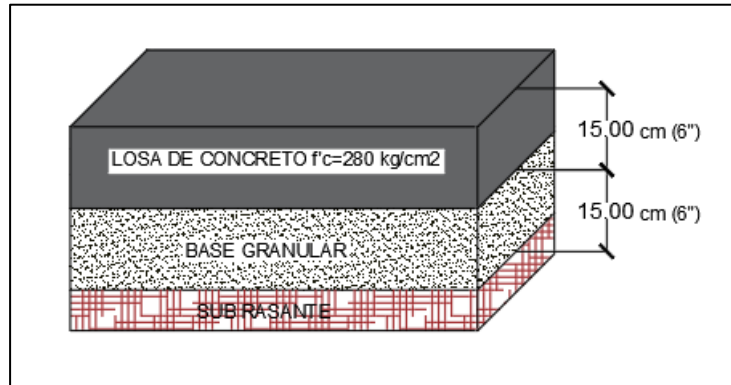
Estas estructuras no están destinadas a soportar permanentemente las cargas de los vehículos que circulan en una vía, por lo cual, con fines económicos y con respaldo del Manual de Carreteras se diseñaron con un 5% del ESAL utilizado para el diseño del pavimento principal, considerando que para el presente proyecto se plantearon bermas laterales de ancho mayor a 1.20m, tal como se muestra en los planos adjuntos en los anexos.

Se emplearon los datos de la tabla N°45 y la fórmula para determinar el espesor de losa del pavimento rígido mostrada en el punto anterior en el diseño de bermas, cambiando a $W_{18} = 73,152.53$ y obteniendo de este modo:

$$D_{BERMA} = 9 \text{ cm} = 15 \text{ cm (Espesor mínimo)}$$

Además, se consideró la base de afirmado para losas de concreto de 15 cm de espesor mínimo que se empleó en el diseño de los pavimentos rígidos. El diseño de las bermas se muestra en la figura N°12.

Figura N° 12: Configuración estructural de berma lateral para pavimento rígido



Fuente: Elaboración propia

3.5.3.3. DISEÑO DEL PAVIMENTO ARTICULADO

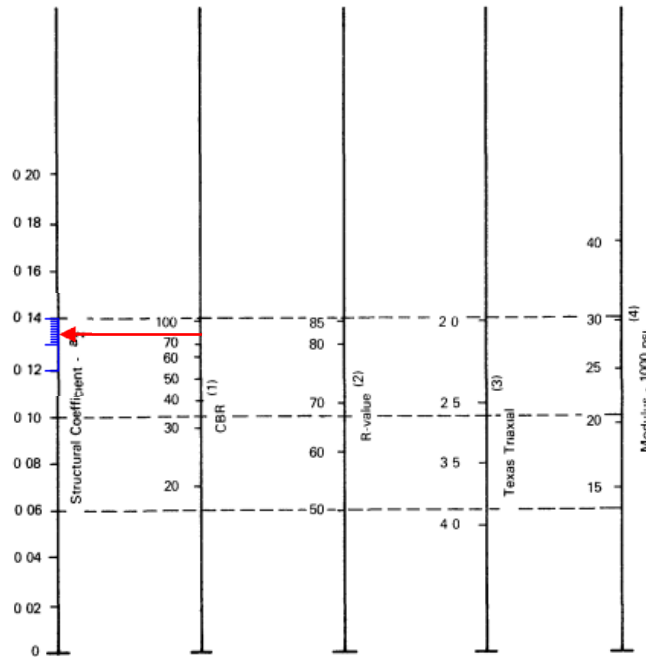
La metodología AASHTO no posee fórmula alguna ni nomogramas de diseño únicos para estos pavimentos; sin embargo, es posible determinar los espesores de sus capas por medio de las fórmulas y nomogramas dados para el desarrollo de pavimentos flexibles, esto debido a la similitud entre sus comportamientos.

No obstante, a diferencia de con los pavimentos flexibles, el número estructural representa el espesor de la capa de adoquines y de la base granular que componen el pavimento. Para el espesor de la capa de arena colocada inmediatamente debajo de los adoquines se consideraron 4 cm, valor recomendado por el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

De este modo se utilizaron los datos de la tabla N°35 y se definió como número estructural **SN=2.816**, debiendo ser disgregado en las capas antes mencionadas.

Para el cálculo del coeficiente estructural de la capa base se empleó la equivalencia entre CBR y coeficiente estructural brindada por AASHTO, la cual se muestra en la figura N°13.

Figura N° 13: Correlación entre CBR y coeficiente estructural para capa base



Fuente: Guía AASHTO 1993 para el diseño de estructuras de pavimentos (pag.109)

Tal como se definió en la tabla N°37 se tomó como CBR de la capa base un valor del 80%, obteniendo un coeficiente estructural de $a_2 = 0.135$. Por otro lado el coeficiente estructural de los adoquines fue determinado como $a_1 = 0.45$ y el coeficiente de drenaje a usar se mantuvo en 1.00. Formando la siguiente ecuación:

$$SN = 0.45 * a_1 + 0.135 * a_2$$

Para la primera iteración se consideró la altura de los adoquines recomendada por la norma peruana, la cual se muestra en la tabla N°48.

Tabla N° 48: Espesores recomendados para pavimentos articulados

EE acumulados		Capa superficial	Cama de arena
≤150,000		Adoquín de concreto: 60mm	40 mm
150,001	7,500,000	Adoquín de concreto: 80mm	40 mm
7,500,001	15'000,000	Adoquín de concreto: 100mm	40 mm

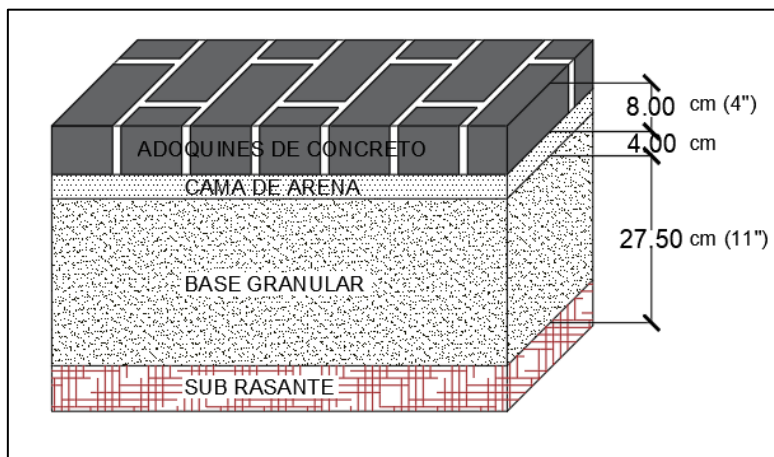
Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos (pág.249)

De este modo los espesores obtenidos para la capa de adoquines (a_1) y la base granular (a_2) fueron:

$$a_1 = 8\text{cm} = 1.42''$$

$$a_2 = 27.5\text{cm} = 10.83''$$

Figura N° 14: Configuración estructural propuesta para pavimento articulado



Fuente: Elaboración propia

Para el diseño de bermas laterales se utilizaron bermas de concreto con la configuración estructural mostrada en la figura N°12.

3.5.3. DISEÑO GEOMÉTRICO

El diseño geométrico del presente proyecto se realizó en función del Manual de Diseño Geométrico (DG– 2018) determinado por el M.T.C.

3.5.3.1. Clasificación de la carretera

- **Clasificación por demanda**

Para poder tener un correcto diseño de carretera, se tuvo en cuenta el tipo de carretera, lo cual nos permitió conocer la transitabilidad y así determinar el prototipo de diseño que era requerido en nuestro proyecto. Según el Manual de diseño geométrico de carreteras, la clasificación de vías se realizó en base al IMDA, el cual fue calculado en la tabla N°3 *Resumen de conteo vehicular*, tomando un valor de 4623 veh. /día, quedando clasificada como una **autopista de**

segunda clase, ya que se encuentra dentro de los parámetros de 4001 a 6000 veh/día, establecidos en el Capítulo I, Sección 101, del DG-2018.

- **Derecho de vía**

De acuerdo a la tabla N°49, el ancho mínimo de vía de acuerdo al tipo de carretera de nuestro proyecto sería de 30 metros.

Tabla N°49: Anchos mínimos de Derecho de Vía

Anchos mínimos de Derecho de Vía	
Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

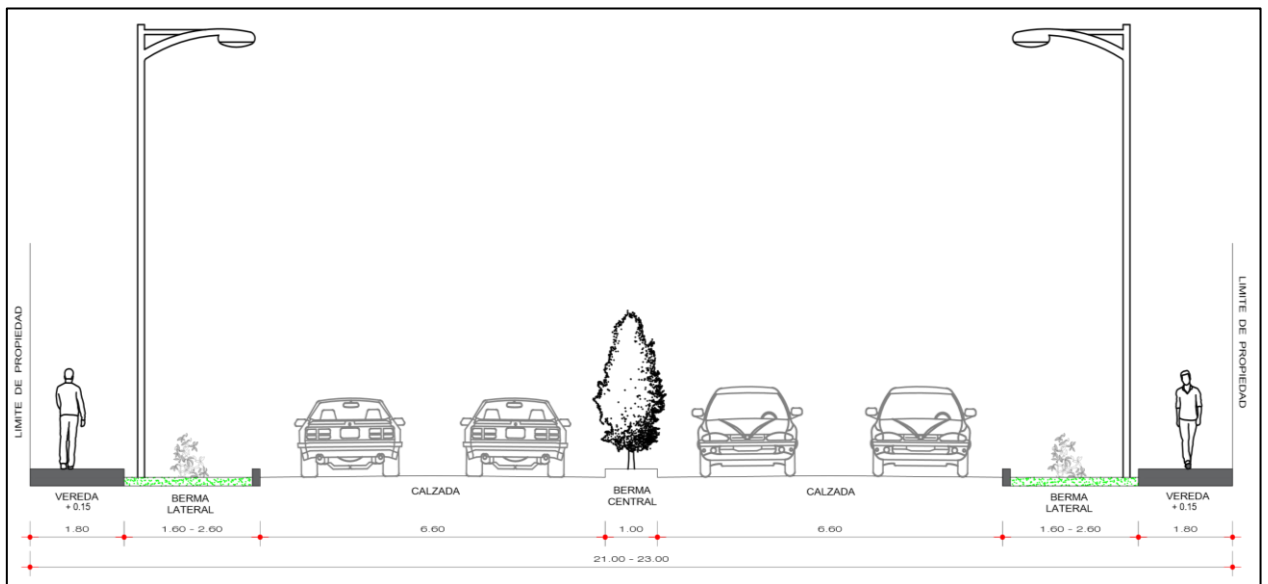
Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Sin embargo, Según la tabla N°49, presente en el mismo manual, el cancho mínimo respectivo para autopistas de segunda clase, no corresponde a la realidad del terreno, pues ya cuenta con viviendas construidas, por lo cual en vez de emplear carriles de 3.60 m se optó por aplicar carriles de 3.30 m.

En la figura N°15 muestra el diseño de la sección vial de la Calle los Tulipanes, la cual varía entre 21 a 23 metros de ancho, debido a los límites de propiedad ya existentes, por lo que, al no cumplir con el ancho mínimo de derecho de vía establecido en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, se diseñó con carriles de 3.30m.

Para el caso de las veredas, se tuvo en cuenta que las medidas corresponden múltiplos de 0.60 m ya que es el ancho promedio por persona que se encuentra estipulado en el reglamento nacional de edificaciones, en el caso de la calle Los Tulipanes y la Av. El Sol, se diseñó con medidas de 1.80 m, sin embargo, en el caso de la avenida Alan García, siendo la calle con mayor ancho de vía de la zona de estudio, cuenta con veredas de 2.40 m para una mejor transitabilidad y comodidad.

Figura N° 15: Sección vial de la Calle Tulipanes



Fuente: Elaboración propia

3.5.4. ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS

Entre las características a comparar de cada tipo de pavimento se encuentra el aspecto económico, por lo cual se elaboraron presupuestos para cada uno, tomando en consideración las mismas características y elementos en el diseño geométrico, tal como el área total de veredas, martillos y pavimento, así como la longitud de sardineles y área de pintura de señalizaciones horizontales.

Para la elaboración de costos unitarios de cada partida, así como para la determinación de precios se utilizaron como referencia partidas de presupuestos creados para proyectos reales de inversión, situados en zonas de características similares a la de estudio, tal es el caso del proyecto de mejoramiento vial del sector Las Lomas de la Esperanza.

3.5.4.1. Presupuesto para pavimento flexible

Presupuesto

Presupuesto	0201016	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, RÍGIDO Y ARTICULADO EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD		
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO FLEXIBLE		
Cliente		UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	Costo al	22/10/2021
Lugar		LA LIBERTAD - TRUJILLO - HUANCHACO		

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				5,405.21
01.01	CARTEL DE OBRA DE 6.00 x 3.00m.	und	1.00	1,308.37	1,308.37
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS A OBRA	glb	1.00	3,446.84	3,446.84
01.03	ALMACEN PROVISIONAL DE OBRA (ALQUILER)	mes	1.00	650.00	650.00
02	OBRAS VIALES DE CONCRETO SIMPLE				1,134,481.71
02.01	VEREDAS, RAMPAS DE CONCRETO				605,281.72
02.01.01	OBRAS PRELIMINARES				14,226.89
02.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN VEREDAS	m2	5,736.65	2.48	14,226.89
02.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				112,691.65
02.01.02.01	CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	538.98	9.49	5,114.92
02.01.02.02	NIVELACION, RIEGO Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE	m2	5,736.65	3.33	19,103.04
02.01.02.03	BASE DE AFIRMADO COMPACTADO e=4" PARA VEREDAS	m2	6,634.05	10.90	72,311.15
02.01.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 Km	m3	673.72	23.99	16,162.54
02.01.03	CONCRETO SIMPLE EN VEREDAS				452,428.68
02.01.03.01	CONCRETO VEREDA F'C= 175 KG/CM2 ESPESOR 4" INC. BRUÑADO SEGUN DETALLE	m2	6,987.68	61.49	429,672.44
02.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS Y SARDINELES SUMERGIDOS	m2	417.01	54.57	22,756.24
02.01.04	CONCRETO SIMPLE EN RAMPAS				19,263.66
02.01.04.01	CONCRETO EN RAMPAS F'C=175 KG/CM2 INC.ACABADO	m3	54.49	342.23	18,648.11
02.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE RAMPAS	m2	11.28	54.57	615.55
02.01.05	JUNTAS DE DILATACIÓN				1,221.02
02.01.05.01	JUNTAS DE DILATACION CON MEZCLAASFALTICA RC - 250	m	269.54	4.53	1,221.02
02.01.06	CURADO DE CONCRETO				5,449.82
02.01.06.01	CURADO DE CONCRETO	m2	5,736.65	0.95	5,449.82
02.02	MARTILLOS				173,659.71
02.02.01	OBRAS PRELIMINARES				5,585.30
02.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN MARTILLOS	m2	2,023.66	2.76	5,585.30
02.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				25,839.73
02.02.02.01	CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	148.80	9.49	1,412.11
02.02.02.02	NIVELACION, RIEGO Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE	m2	2,023.66	3.33	6,738.79
02.02.02.03	BASE DE AFIRMADO COMPACTADO, e= 4" PARA MARTILLOS	m2	2,259.11	7.83	17,688.83
02.02.03	CONCRETO SIMPLE				139,779.47
02.02.03.01	CONCRETO MARTILLO F'C= 175 KG/CM2 ESPESOR 4"	m2	2,008.30	60.34	121,180.82
02.02.03.02	CONCRETO SARDINELES SUMERGIDOS F'C= 175 KG/CM2 (0.15 X 0.30)	m3	32.82	384.77	12,628.15
02.02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS Y SARDINELES SUMERGIDOS	m2	109.41	54.57	5,970.50
02.02.04	JUNTAS DE DILATACIÓN				532.73
02.02.04.01	JUNTAS DE DILATACION CON MEZCLAASFALTICA RC - 250	m	117.60	4.53	532.73
02.02.05	CURADO DE CONCRETO				1,922.48
02.02.05.01	CURADO DE CONCRETO	m2	2,023.66	0.95	1,922.48
02.03	SARDINELES				355,540.28
02.03.01	OBRAS PRELIMINARES				1,672.09
02.03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	730.17	2.29	1,672.09
02.03.02	CONCRETO SIMPLE				353,058.15
02.03.02.01	CONCRETO SIMPLE f'c=175 kg/cm2 PARA SARDINELES (15x45cm)	m	4,867.77	62.98	306,572.15
02.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	851.86	54.57	46,486.00
02.03.03	JUNTAS DE DILATACIÓN				116.38
02.03.03.01	JUNTAS DE DILATACION CON MEZCLAASFALTICA RC - 250	m	25.69	4.53	116.38

02.03.04	CURADO DE CONCRETO				693.66
02.03.04.01	CURADO DE CONCRETO	m2	730.17	0.95	693.66
03	PAVIMENTACIÓN				3,157,783.81
03.01	OBRAS PRELIMINARES				69,041.51
03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO OBRAS DE PAVIMENTACIÓN	m2	26,969.34	2.56	69,041.51
03.02	SEÑALIZACION DE TRANSITO				2,857.99
03.02.01	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEÑALIZACION	glb	1.00	2,857.99	2,857.99
03.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				638,939.85
03.03.01	CORTE EN TERRENO A NIVEL DE SUB RASANTE C/MAQUINARIA	m3	10,648.14	5.88	62,611.06
03.03.02	PREPARACIÓN DE LA SUB RASANTE CON MAQUINARIA	m2	26,969.34	9.53	257,017.81
03.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 Km	m3	13,310.17	23.99	319,310.98
03.04	PAVIMENTO ASFÁLTICO				2,377,852.26
03.04.01	REFINE NIVELACION Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE	m2	26,038.68	3.56	92,697.70
03.04.02	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUB BASE DE HORMIGÓN DE e=12.5cm (5") C/MAQUINARIA	m2	26,038.68	13.42	349,439.09
03.04.03	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE BASE DE AFIRMADO DE e=20cm (8") C/MAQUINARIA	m2	26,038.68	17.84	464,530.05
03.04.04	BARRIDO Y LIMPIEZA DE PLATAFORMA DE AFIRMADO PARA CARPETA ASFALTICA	m2	26,038.68	0.47	12,238.18
03.04.05	IMPRIMACION ASFALTICA C/MAQUINARIA	m2	26,038.68	5.77	150,243.18
03.04.06	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE e=7.5cm (3") C/MAQUINARIA	m2	26,038.68	50.26	1,308,704.06
03.05	BERMAS ASFÁLTICAS				69,092.20
03.05.01	REFINE NIVELACION Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE	m2	930.66	7.39	6,877.58
03.05.02	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUB BASE DE HORMIGÓN DE e=10cm (4") A MANO	m2	930.66	13.74	12,787.27
03.05.03	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE BASE DE AFIRMADO DE e=10cm (4") A MANO	m2	930.66	12.49	11,623.94
03.05.04	BARRIDO Y LIMPIEZA DE PLATAFORMA DE AFIRMADO PARA CARPETA ASFALTICA	m2	930.66	0.47	437.41
03.05.05	IMPRIMACION ASFALTICA C/MAQUINARIA	m2	930.66	5.77	5,369.91
03.05.06	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE e=5cm (2") C/MAQUINARIA	m2	930.66	34.38	31,996.09
04	SEÑALIZACION Y PINTURA				42,505.19
04.01	PINTADO DE PAVIMENTOS (DEMARCACIÓN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL)	m2	1,322.09	32.15	42,505.19
05	SEMBRADO DE AREAS VERDES				121,533.57
05.01	SEMBRADO DE ÁREAS VERDES (INCLUIDO GRASS Y TIERRA)	m2	4,108.64	29.58	121,533.57
	Costo Directo				4,461,709.49

SON : CUATRO MILLONES CUATROCIENTOS SESENTIUN MIL SETECIENTOS NUEVE Y 49/100 NUEVOS SOLES

3.5.5.2. Presupuesto para pavimento rígido

Presupuesto

Presupuesto	0201016	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, RÍGIDO Y ARTICULADO EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD		
Subpresupuesto	002	PAVIMENTO RÍGIDO		
Cliente		UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO	Costo al	22/10/2021
Lugar		LA LIBERTAD - TRUJILLO - HUANCHACO		

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				5,405.21
01.01	CARTEL DE OBRA DE 6.00 x 3.00m.	und	1.00	1,308.37	1,308.37
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS A OBRA	glb	1.00	3,446.84	3,446.84
01.03	ALMACEN PROVISIONAL DE OBRA (ALQUILER)	mes	1.00	650.00	650.00
02	OBRAS VIALES DE CONCRETO SIMPLE				1,134,481.71
02.01	VEREDAS, RAMPAS DE CONCRETO				605,281.72
02.01.01	OBRAS PRELIMINARES				14,226.89
02.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN VEREDAS	m2	5,736.65	2.48	14,226.89
02.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				112,691.65
02.01.02.01	CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	538.98	9.49	5,114.92
02.01.02.02	NIVELACION, RIEGO Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE	m2	5,736.65	3.33	19,103.04
02.01.02.03	BASE DE AFIRMADO COMPACTADO e=4" PARA VEREDAS	m2	6,634.05	10.90	72,311.15
02.01.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 Km	m3	673.72	23.99	16,162.54
02.01.03	CONCRETO SIMPLE PARA VEREDAS				452,428.68
02.01.03.01	CONCRETO VEREDA F' C= 175 KG/CM2 ESPESOR 4" INC. BRUÑADO SEGUN DETALLE	m2	6,987.68	61.49	429,672.44
02.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS Y SARDINELES SUMERGIDOS	m2	417.01	54.57	22,756.24
02.01.04	CONCRETO SIMPLE EN RAMPAS				19,263.66
02.01.04.01	CONCRETO EN RAMPAS F' C=175 KG/CM2 INC.ACABADO	m3	54.49	342.23	18,648.11
02.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE RAMPAS	m2	11.28	54.57	615.55
02.01.05	JUNTAS DE DILATACIÓN				1,221.02
02.01.05.01	JUNTAS DE DILATACION CON MEZCLA ASFALTICA RC - 250	m	269.54	4.53	1,221.02
02.01.06	CURADO DE CONCRETO				5,449.82
02.01.06.01	CURADO DE CONCRETO	m2	5,736.65	0.95	5,449.82
02.02	MARTILLOS				173,659.71
02.02.01	OBRAS PRELIMINARES				5,585.30
02.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN MARTILLOS	m2	2,023.66	2.76	5,585.30
02.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				25,839.73
02.02.02.01	CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	148.80	9.49	1,412.11
02.02.02.02	NIVELACION, RIEGO Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE	m2	2,023.66	3.33	6,738.79
02.02.02.03	BASE DE AFIRMADO COMPACTADO, e= 4" PARA MARTILLOS	m2	2,259.11	7.83	17,688.83
02.02.03	CONCRETO SIMPLE				139,779.47
02.02.03.01	CONCRETO MARTILLO F' C= 175 KG/CM2 ESPESOR 4"	m2	2,008.30	60.34	121,180.82
02.02.03.02	CONCRETO SARDINELES SUMERGIDOS F' C= 175 KG/CM2 (0.15 X 0.30)	m3	32.82	384.77	12,628.15
02.02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS Y SARDINELES SUMERGIDOS	m2	109.41	54.57	5,970.50
02.02.04	JUNTAS DE DILATACIÓN				532.73
02.02.04.01	JUNTAS DE DILATACION CON MEZCLA ASFALTICA RC - 250	m	117.60	4.53	532.73
02.02.05	CURADO DE CONCRETO				1,922.48
02.02.05.01	CURADO DE CONCRETO	m2	2,023.66	0.95	1,922.48
02.03	SARDINELES				355,540.28
02.03.01	OBRAS PRELIMINARES				1,672.09
02.03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	730.17	2.29	1,672.09
02.03.02	CONCRETO SIMPLE				353,058.15
02.03.02.01	CONCRETO SIMPLE f'c=175 kg/cm2 PARA SARDINELES (15x45cm)	m	4,867.77	62.98	306,572.15
02.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	851.86	54.57	46,486.00
02.03.03	JUNTAS DE DILATACIÓN				116.38
02.03.03.01	JUNTAS DE DILATACION CON MEZCLA ASFALTICA RC - 250	m	25.69	4.53	116.38

02.03.04	CURADO DE CONCRETO				693.66
02.03.04.01	CURADO DE CONCRETO	m2	730.17	0.95	693.66
03	PAVIMENTACIÓN				5,060,432.63
03.01	OBRAS PRELIMINARES				69,041.51
03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO OBRAS DE PAVIMENTACIÓN	m2	26,969.34	2.56	69,041.51
03.02	SEÑALIZACION DE TRANSITO				2,857.99
03.02.01	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEÑALIZACION	glb	1.00	2,857.99	2,857.99
03.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				570,563.19
03.03.01	CORTE EN TERRENO A NIVEL DE SUB RASANTE C/MAQUINARIA	m3	8,741.77	5.88	51,401.61
03.03.02	PREPARACIÓN DE LA SUB RASANTE CON MAQUINARIA	m2	26,969.34	9.53	257,017.81
03.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 Km	m3	10,927.21	23.99	262,143.77
03.04	PAVIMENTO RÍGIDO				4,270,111.85
03.04.01	REFINE NIVELACION Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE	m2	26,038.68	3.56	92,697.70
03.04.02	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE BASE DE AFIRMADO DE e=15cm (6") C/MAQUINARIA	m2	26,038.68	12.69	330,430.85
03.04.03	CONCRETO Fc=280kg/cm2 PARA LOSA DE PAVIMENTO e=17.5cm (7")	m3	4,556.77	454.93	2,073,011.38
03.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA PARA PAVIMENTO	m2	5,696.56	62.29	354,838.72
03.04.05	DOWELLS ø=1" EN JUNTA DE CONTRACCIÓN	und	56,967.00	20.61	1,174,089.87
03.04.06	CORTE PARA JUNTAS DE CONTRACCIÓN	m	4,888.35	17.83	87,159.28
03.04.07	SELLADO DE JUNTAS DE CONTRACCIÓN	m	4,888.35	4.33	21,166.56
03.04.08	JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN	m	28,482.81	4.80	136,717.49
03.05	BERMAS DE CONCRETO				122,237.22
03.05.01	REFINE NIVELACION Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE	m2	930.66	3.56	3,313.15
03.05.02	CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE BASE DE AFIRMADO DE e=15cm (6") A MANO	m2	930.66	17.56	16,342.39
03.05.03	CONCRETO F'C=280 KG/CM2 PARA BERMA DE CONCRETO	m3	139.60	469.15	65,493.34
03.05.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE BERMA DE CONCRETO	m2	160.88	62.29	10,021.22
03.05.05	DOWELLS ø=1" EN JUNTA DE CONTRACCIÓN	und	908.00	20.61	18,713.88
03.05.06	CORTE PARA JUNTAS DE CONTRACCIÓN	m	226.99	17.83	4,047.23
03.05.07	SELLADO DE JUNTAS DE CONTRACCIÓN	m	226.99	4.33	982.87
03.05.08	JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN	m	692.32	4.80	3,323.14
03.06	CURADO DE CONCRETO				25,620.87
03.06.01	CURADO DE CONCRETO	m2	26,969.34	0.95	25,620.87
04	SEÑALIZACION Y PINTURA				42,505.19
04.01	PINTADO DE PAVIMENTOS (DEMARCACIÓN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL)	m2	1,322.09	32.15	42,505.19
05	SEMBRADO DE AREAS VERDES				121,533.57
05.01	SEMBRADO DE ÁREAS VERDES (INCLUIDO GRASS Y TIERRA)	m2	4,108.64	29.58	121,533.57
	Costo Directo				6,364,358.31

SON : SEIS MILLONES TRESCIENTOS SESENTICUATRO MIL TRESCIENTOS CINCUENTIOCHO Y 31/100 NUEVOS SOLES

3.5.5.3. Presupuesto para pavimentos articulados

Presupuesto

Presupuesto	0201016	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, RÍGIDO Y ARTICULADO EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD		
Subpresupuesto	003	PAVIMENTO ARTICULADO		
Cliente		UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	Costo al	22/10/2021
Lugar		LA LIBERTAD - TRUJILLO - HUANCHACO		

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				5,405.21
01.01	CARTEL DE OBRA DE 6.00 x 3.00m.	und	1.00	1,308.37	1,308.37
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS A OBRA	glb	1.00	3,446.84	3,446.84
01.03	ALMACEN PROVISIONAL DE OBRA (ALQUILER)	mes	1.00	650.00	650.00
02	OBRAS VIALES DE CONCRETO SIMPLE				1,134,481.71
02.01	VEREDAS, RAMPAS DE CONCRETO				605,281.72
02.01.01	OBRAS PRELIMINARES				14,226.89
02.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN VEREDAS	m2	5,736.65	2.48	14,226.89
02.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				112,691.65
02.01.02.01	CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	538.98	9.49	5,114.92
02.01.02.02	NIVELACION, RIEGO Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE	m2	5,736.65	3.33	19,103.04
02.01.02.03	BASE DE AFIRMADO COMPACTADO e=4" PARA VEREDAS	m2	6,634.05	10.90	72,311.15
02.01.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 Km	m3	673.72	23.99	16,162.54
02.01.03	CONCRETO SIMPLE EN VEREDAS				452,428.68
02.01.03.01	CONCRETO VEREDA F'C= 175 KG/CM2 ESPESOR 4" INC. BRUÑADO SEGUN DETALLE	m2	6,987.68	61.49	429,672.44
02.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE VEREDAS Y SARDINELES SUMERGIDOS	m2	417.01	54.57	22,756.24
02.01.04	CONCRETO SIMPLE EN RAMPAS				19,263.66
02.01.04.01	CONCRETO EN RAMPAS F'C=175 KG/CM2 INC.ACABADO	m3	54.49	342.23	18,648.11
02.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE RAMPAS	m2	11.28	54.57	615.55
02.01.05	JUNTAS DE DILATACIÓN				1,221.02
02.01.05.01	JUNTAS DE DILATACION CON MEZCLA ASFALTICA RC - 250	m	269.54	4.53	1,221.02
02.01.06	CURADO DE CONCRETO				5,449.82
02.01.06.01	CURADO DE CONCRETO	m2	5,736.65	0.95	5,449.82
02.02	MARTILLOS				173,659.71
02.02.01	OBRAS PRELIMINARES				5,585.30
02.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN MARTILLOS	m2	2,023.66	2.76	5,585.30
02.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				25,839.73
02.02.02.01	CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	148.80	9.49	1,412.11
02.02.02.02	NIVELACION, RIEGO Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE	m2	2,023.66	3.33	6,738.79
02.02.02.03	BASE DE AFIRMADO COMPACTADO, e= 4" PARA MARTILLOS	m2	2,259.11	7.83	17,688.83
02.02.03	CONCRETO SIMPLE				139,779.47
02.02.03.01	CONCRETO MARTILLO F'C= 175 KG/CM2 ESPESOR 4"	m2	2,008.30	60.34	121,180.82
02.02.03.02	CONCRETO SARDINELES SUMERGIDOS F'C= 175 KG/CM2 (0.15 X 0.30)	m3	32.82	384.77	12,628.15
02.02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE VEREDAS Y SARDINELES SUMERGIDOS	m2	109.41	54.57	5,970.50
02.02.04	JUNTAS DE DILATACIÓN				532.73
02.02.04.01	JUNTAS DE DILATACION CON MEZCLA ASFALTICA RC - 250	m	117.60	4.53	532.73
02.03.04	CURADO DE CONCRETO				693.66
02.03.04.01	CURADO DE CONCRETO	m2	730.17	0.95	693.66
03	PAVIMENTACIÓN				4,954,063.13
03.01	OBRAS PRELIMINARES				69,041.51
03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO OBRAS DE PAVIMENTACIÓN	m2	26,969.34	2.56	69,041.51
03.02	SEÑALIZACION DE TRANSITO				2,857.99
03.02.01	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEÑALIZACION	glb	1.00	2,857.99	2,857.99
03.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				570,563.19
03.03.01	CORTE EN TERRENO A NIVEL DE SUB RASANTE C/MAQUINARIA	m3	8,741.77	5.88	51,401.61
03.03.02	PREPARACIÓN DE LA SUB RASANTE CON MAQUINARIA	m2	26,969.34	9.53	257,017.81
03.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 Km	m3	10,927.21	23.99	262,143.77

03.04	PAVIMENTO ARTICULADO					4,189,363.22
03.04.01	REFINE NIVELACION Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE	m2	26,038.68	3.56		92,697.70
03.04.02	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE BASE DE AFIRMADO DE e=27.50cm (11") C/MAQUINARIA	m2	26,038.68	26.13		680,390.71
03.04.03	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE CAMA DE ARENA DE e=4cm PARA ASENTADO DE ADOQUINES	m2	26,038.68	3.77		98,165.82
03.04.04	COLOCACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO DE 20x10x8cm	m2	26,038.68	122.47		3,188,957.14
03.04.05	SELLADO DE JUNTAS EN PAVIMENTO ARTICULADO	m2	26,038.68	4.96		129,151.85
03.05	BERMAS DE CONCRETO					122,237.22
03.05.01	REFINE NIVELACION Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE	m2	930.66	3.56		3,313.15
03.05.02	CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE BASE DE AFIRMADO DE e=15cm (6") A MANO	m2	930.66	17.56		16,342.39
03.05.03	CONCRETO F'c=280 KG/CM2 PARA BERMA DE CONCRETO	m3	139.60	469.15		65,493.34
03.05.04	ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE BERMA DE CONCRETO	m2	160.88	62.29		10,021.22
03.05.05	DOWELLS e=1" EN JUNTA DE CONTRACCIÓN	und	908.00	20.61		18,713.88
03.05.06	CORTE PARA JUNTAS DE CONTRACCIÓN	m	226.99	17.83		4,047.23
03.05.07	SELLADO DE JUNTAS DE CONTRACCIÓN	m	226.99	4.33		982.87
03.05.08	JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN	m	692.32	4.80		3,323.14
04	SEÑALIZACION Y PINTURA					42,505.19
04.01	PINTADO DE PAVIMENTOS (DEMARCACCIÓN SEÑALIZACCIÓN HORIZONTAL)	m2	1,322.09	32.15		42,505.19
05	SEMBRADO DE AREAS VERDES					121,533.57
05.01	SEMBRADO DE ÁREAS VERDES (INCLUIDO GRASS Y TIERRA)	m2	4,108.64	29.58		121,533.57
	Costo Directo					6,257,988.81

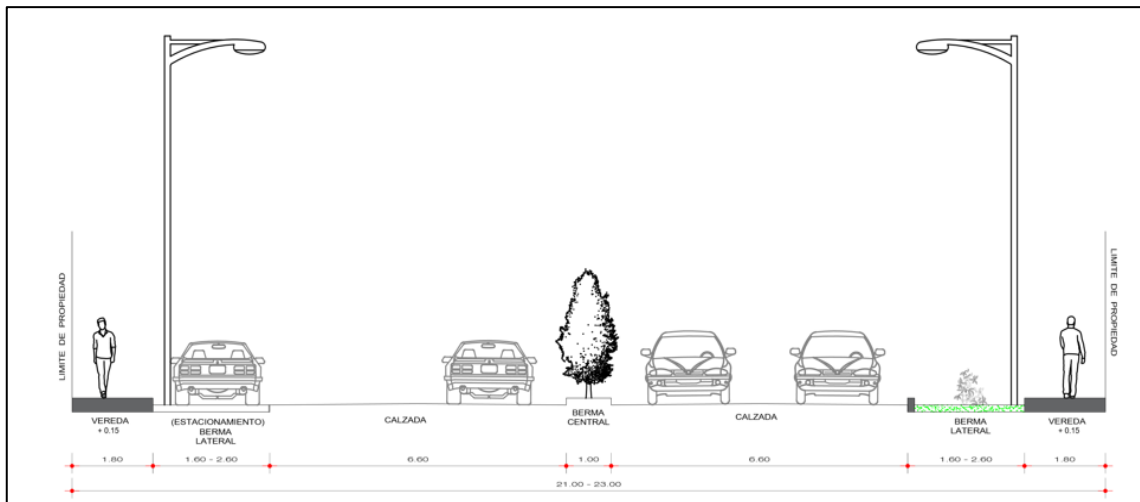
SON : SEIS MILLONES DOSCIENTOS CINCUENTISIETE MIL NOVECIENTOS OCHENTIOCHO Y 81/100 NUEVOS SOLES

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- Se realizó el diseño geométrico de los tramos en estudio, siguiendo los lineamientos establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, usando anchos de carril que oscilan entre 3.30 a 3.60 m, además de veredas que van desde 1.20 m a 2.40 m, así como secciones de áreas verdes variables y bermas laterales en los tramos en que el ancho existente lo permita.

Figura N° 15: Sección general de calle



Fuente: Elaboración Propia

- Se realizó el conteo vehicular en una vía cercana y ya pavimentada que se consideró como una proyección del funcionamiento de las calles en estudio ya pavimentadas, obteniendo valores de ESAL para cada tipo de pavimento según el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, los cuales son:

Tabla N° 49: ESAL de diseño para cada tipo de pavimento

	Pavimento flexible	Pavimento rígido	Pavimento articulado
ESAL de diseño (EE)	1,376,138.41	1,463,050.65	1,376,138.41

Fuente: Elaboración Propia

- Se realizó el estudio de mecánica de suelos con fines de pavimentación en la calle Los Tulipanes y en las Av. El Sol y Av. Alan García, tomando 3 muestras a una profundidad de 1.50 m, determinando que el suelo es una arena pobremente graduada (SP), clasificada por AASHTO como A-1-b, presentando las siguientes propiedades:

Tabla N° 50: Resultados de estudio de mecánica de suelos

	C-1	C-2	C-3
Humedad natural (%)	2.12	2.07	2.63
Límites de Atterberg	No presenta	No presenta	No presenta
Densidad seca máxima (g/cm ³)	2.09	2.28	2.02
Contenido óptimo de humedad (%)	6.32	6.07	5.99
CBR (%)	14	16	13

Fuente: Elaboración Propia

- Se aplicaron los procedimientos establecidos en el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos para determinar los parámetros de diseño necesarios para la aplicación del método AASHTO 93, los cuales se muestran a continuación:

Tabla N° 51: Parámetros de diseño AASHTO para pavimentos flexible, rígido y articulado

	Pavimento flexible	Pavimento rígido	Pavimento articulado
ESAL (W_{18}) (EE)	1,376,138.41	1,463,050.65	1,376,138.41
CBR Subrasante (%)	14%	14%	14%
Módulo de Resiliencia (M_R)	13,833 psi		13,833 psi
Desviación Estándar Normal (Z_R)	-1.036	-1.036	-1.036
Desviación Estándar Combinada (S_o)	0.45	0.35	0.45
Variación de servicialidad (Δ PSI)	1.50	1.80	1.50
Módulo de Reacción de la Subrasante (K_c)	-	62 Mpa/m	-

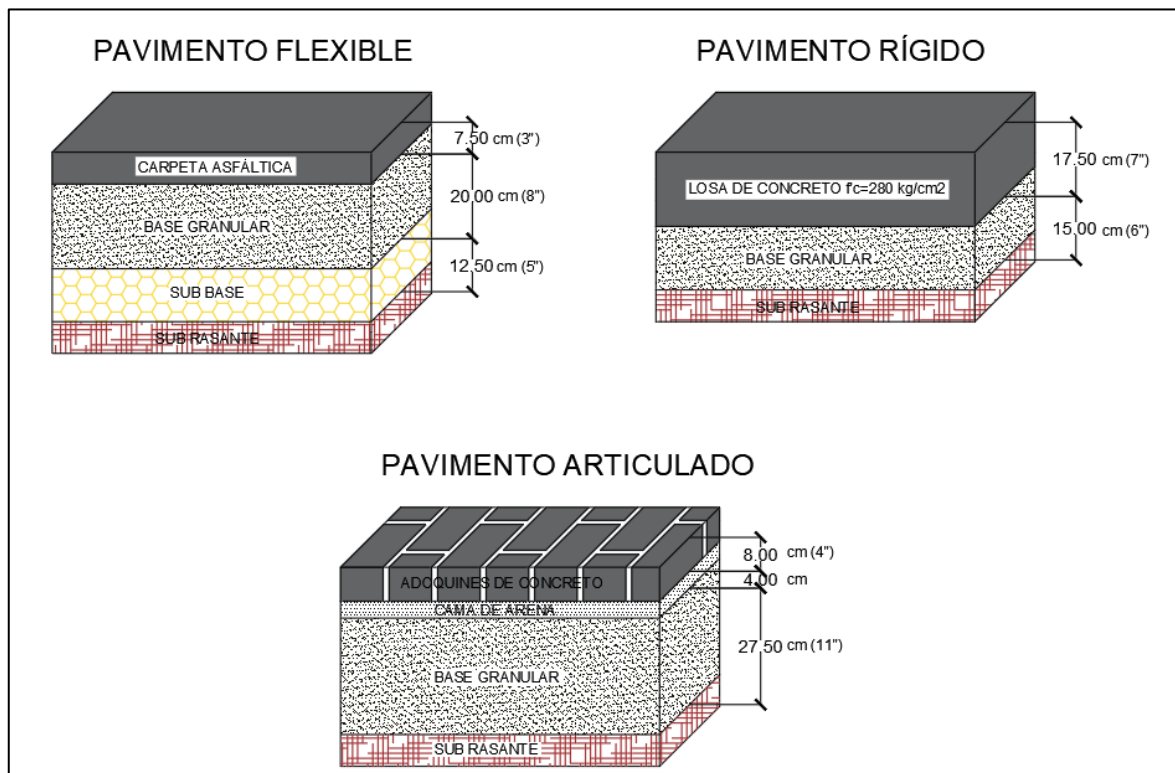
Resistencia a la flexotracción del concreto (Mr)	-	40 kg/cm ²	-
Módulo de elasticidad del concreto (Ec)	-	24,801.27 MPa	-
Coefficiente de drenaje (Cd)	-	1.00	-
Coefficiente de transferencia de carga (J)	-	2.80	-

Fuente: Elaboración Propia

Para la composición de capas estructurales se consideró asfalto en caliente para el pavimento flexible y concreto de $f'c=280$ kg/cm² para el pavimento rígido.

- Considerando un CBR mínimo del 80% para base granulada y uno de mínimo 40% para la subbase se obtuvieron las siguientes configuraciones para el diseño de cada tipo de pavimentos:

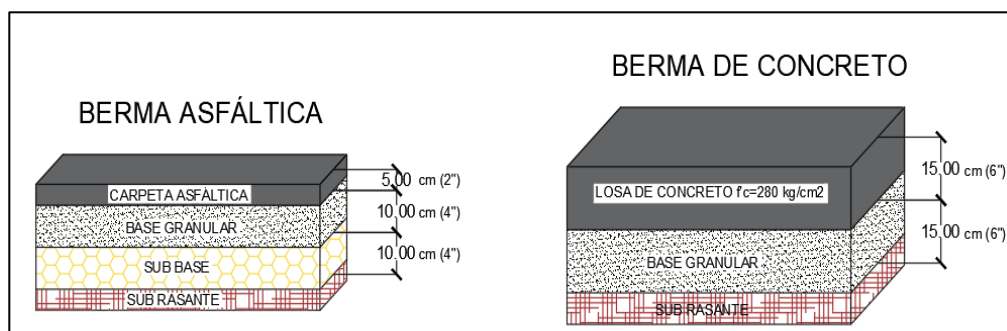
Figura N° 16: Configuración estructural de pavimentos propuestos



Fuente: Elaboración Propia

- Como parte del diseño estructural de los pavimentos en la zona, se realizó el diseño de bermas asfálticas y de concreto, con las mismas características que los pavimentos principales y por el método AASHTO, considerando solo el 5% del ESAL calculado para cada pavimento, tal como se indica en el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, resultando en:

Figura N° 17: Configuración estructural de bermas propuestas



Fuente: Elaboración Propia

- Como parte del estudio comparativo de los tres tipos de pavimento propuestos, se realizó el metrado para cada tipo de pavimento, y se elaboraron presupuestos basados en proyectos reales, cuyos montos se muestran a continuación a nivel de costo directo:

Tabla N° 52: Costo Directo de Pavimentos propuestos

	Pavimento flexible	Pavimento rígido	Pavimento articulado
Costo Directo	S/.4,461,709.49	S/.6,364,358.31	S/.6,257,988.81

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Docimasia de hipótesis

Habiendo usado la metodología AASHTO 93 para calcular el espesor de las capas de cada tipo de pavimento con datos obtenidos para diseño en el Sector Villa Judicial, puede asegurarse que los 3 tipos de pavimentos planteados corresponden a propuestas seguras y funcionales para emplearse. Sin embargo, la diferencia en costos es tan significativa que se opta por elegir al pavimento flexible como la opción más propicia.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Para el diseño geométrico de las vías en estudio se siguieron los lineamientos del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (2018); sin embargo, los terrenos colindantes a las vías ya se encontraban construidas, por lo cual se consideraron algunas medidas más bajas en estructuras como bermas laterales y centrales, manteniendo carriles de mínimo 3.00m.
- El valor del ESAL, tomado de una vía similar ya pavimentada, depende directamente del IMDA, y se proyecta en continuo crecimiento, siendo que dos de las vías en estudio son avenidas principales en el sector Villa Judicial, se estima que ambas presentarán gran afluencia vehicular en el periodo de diseño de 20 años propuesto, añadiendo a esto la cercanía al sector Parque Industrial, lo que garantiza que muchas de las cargas vehiculares estimadas serán de vehículos pesados.
- El estudio de mecánica de suelos arrojó como resultado que el CBR en el suelo de la zona era de 14% en promedio, lo cual lo clasifica un suelo con subrasante buena, no habiendo la necesidad de un mejoramiento de la misma.
- Para el diseño de pavimentos se empleó la metodología AASHTO 93, en la cual se basa el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, obteniendo como resultado un pavimento flexible de 7.5 cm de capa de rodadura, además de una base de 20 cm y una sub base de 12.5 cm. Un pavimento rígido con una losa de 17.5cm y una base granular de 15 cm, y un pavimento articulado con adoquines de 8cm, además de una capa de 4 cm de arena y una base de 27.5 cm.
- Además de los pavimentos principales, se diseñaron pavimentos a ser usados como bermas laterales, las cuales fueron una berma asfáltica de 5 cm con base y sub base de 10 cm y una berma de concreto con losa y base de afirmado de 15 cm.

CONCLUSIONES

- Como parte del diseño geométrico de las vías en estudio se determinaron secciones con calzadas de dos carriles, considerando anchos de 3.00, 3.30 y 3.60 m, además de veredas con anchos a partir de 1.20 m hasta los 2.40 m. En adición, para separar ambas calzadas se colocó una berma central como medida de seguridad, y los espacios restantes fueron considerados como áreas verdes o como bermas laterales según el espacio disponible.
- El estudio de tráfico determinó un ESAL de diseño o número de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 tn de 1,376,138.41 para los pavimentos flexible y articulado, mientras que, para el pavimento rígido, esta cifra asciende a 1,463,050.65.
- Tras realizado el estudio de mecánica de suelos con fines de pavimentación en la zona de estudio, se tomaron 3 muestras a las que se les realizó el ensayo de CBR, obteniendo así un valor promedio de 14%.
- Luego de emplear la metodología AASHTO 93 y con guía en el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, se obtuvieron las siguientes propuestas de pavimentos: pavimento flexible con una capa de rodadura de 7.5 cm, una base granular de 20 cm y una sub base granular de 12.50 cm. Un pavimento rígido de 17.50 cm de espesor de losa de concreto $f'c=280$ kg/cm² y una base granular de 15 cm, y finalmente un pavimento articulado con capa de rodadura compuesta por adoquines de 8 cm de espesor, asentados sobre una capa de 4 cm de arena que descansa en una base granular de 27.5 cm.
- Una vez elaborados los presupuestos para cada tipo de pavimentos, se tienen a nivel de costo directo que el pavimento flexible tiene un costo inicial de construcción de S/. 4,461,709.49, mientras el pavimento rígido tiene un costo de S/. 6,364,358.31 y el pavimento articulado alcanza los S/. 6,257,988.81.
- Tras el análisis comparativo de los tres tipos de pavimentos, se determinó que el más ventajoso para las calles del sector Villa Judicial en el distrito de Huanchaco, es el pavimento flexible, debido a que la diferencia en costos que presenta con los demás es muy elevada, además, es sabido que pese a la resistencia y durabilidad del pavimento rígido, este posee un

costo de mantenimiento muy elevado, mientras que por otro lado, el pavimento articulado es de fácil mantenimiento pero puede ceder a sobrecargas muy altas, solo el pavimento flexible posee un valor medio en estas características, por lo que se determina es el más óptimo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar las pruebas respectivas a los materiales componentes de cada capa de pavimentos, a fin de que estos cumplan con las características del diseño y sean completamente funcionales.
- Se recomienda prestar especial atención al proceso constructivo a fin de asegurar que se alcance el nivel de servicialidad óptimo durante el período de diseño.
- Se recomienda que para conseguir un análisis económico completo del desenvolvimiento de los pavimentos debe hacerse el estudio de los costos de mantenimiento de los 3 tipos de pavimento.
- Si se estiman variaciones de cargas mayores a las predichas en el presente trabajo, se recomienda el uso de pavimentos rígidos, debido a la mayor durabilidad y resistencia de los mismos.
- Si se busca una mayor estética y no se estima un crecimiento exponencial de las cargas, es recomendable emplear pavimentos articulados, pues además son de mantenimiento más económico y sencillo de realizar.
- Si solo se contempla el aspecto económico en el pavimento a colocar, se recomienda siempre priorizar la utilización del pavimento flexible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
















- Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño*. (2da ed.). Universidad Católica de Colombia.
- *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos*. (2014). Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Coronado Iturbide, J. (2002). *Manual Centroamericano para diseño de pavimentos*. Secretaría de Integración Económica Centroamericana. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-de-pavimentos.pdf>
- Minaya González, S. y Ordóñez Huamán, A. (2006). *Diseño moderno de pavimentos asfálticos*. (2da ed.). Universidad Nacional de Ingeniería.
- *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993*. (1993). American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Calle Valladares, I. y Contreras, F. (2016). *Infraestructura vial en la Amazonía peruana: hacia una gestión sostenible*. SPDA.

ANEXOS

a) INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

















Ubicación: CALLE 19 - Manuel Arévalo III Etapa - La Esperanza

Día: 11/08/2021

Hora	Auto movil	Camioneta		Combi	Micro	Moto	Moto taxi	Moto carga	Ómnibus	Camión		Semi trailer		Trailer		TOTAL	PORC. %
		Camioneta	pick- up							2E	3E	3S2	>=3S3	3E	>4E		
Diag. vehicular																	
07-08	220	3	7	25	30	29	39	3	0	10	0	0	0	0	0	366	7.91
08-09	180	7	8	32	28	28	42	7	0	12	0	0	0	0	0	344	7.44
12-13	179	5	15	27	30	43	58	6	0	3	1	0	0	0	0	367	7.93
13-14	185	7	10	16	26	32	49	4	0	14	0	0	0	0	1	344	7.44
17-18	233	7	8	27	28	38	49	4	0	8	1	0	0	0	1	404	8.73
18-19	280	10	11	26	21	55	76	3	0	4	0	0	2	0	0	488	10.55
TOTAL	2554	78	118	306	326	450	626	54	0	102	4	0	4	0	4	4626	50.00
%	55.21	1.69	2.55	6.61	7.05	9.73	13.53	1.17	0.00	2.20	0.09	0.00	0.09	0.00	0.09	100.00	
















Ubicación: CALLE 19 - Manuel Arévalo III Etapa - La Esperanza

Día: 12/08/2021

Hora	Auto móvil	Camioneta		Combi	Micro	Moto	Moto taxi	Moto carga	Ómnibus	Camión		Semi trailer		Trailer		TOTAL	PORC. %	
		Camioneta	pick-up							2E	2E	3E	3S2	>=3S3	3E			>4E
Diag. vehicular																		
07-08	220	5	6	23	29	26	50	4	0	6	0	0	0	0	1	370	8.24	
08-09	201	9	18	22	28	36	47	3	2	9	2	0	0	0	0	377	8.40	
12-13	161	5	11	19	29	39	42	8	7	0	0	0	0	0	1	322	7.17	
13-14	185	9	4	27	27	29	39	3	2	11	2	0	0	0	0	338	7.53	
17-18	231	7	8	27	28	38	47	4	0	7	1	0	0	0	1	399	8.89	
18-19	257	10	11	26	21	55	48	3	2	2	1	0	2	0	1	439	9.78	
TOTAL	2510	90	116	288	324	446	546	50	26	70	12	0	4	0	8	4490	50.00	
%	55.90	2.00	2.58	6.41	7.22	9.93	12.16	1.11	0.58	1.56	0.27	0.00	0.09	0.00	0.18	100.00		
















Ubicación: CALLE 19 - Manuel Arévalo III Etapa - La Esperanza

Día: 13/08/2021

Hora	Auto móvil	Camioneta		Combi	Micro	Moto	Moto taxi	Moto carga	Ómnibus	Camión		Semi trailer		Trailer		TOTAL	PORC. %
		Camioneta	pick-up							2E	3E	3S2	>=3S3	3E	>4E		
Diag. vehicular																	
07-08	210	9	11	28	32	25	24	1	0	3	0	0	0	0	0	343	7.75
08-09	207	10	13	24	32	36	44	1	0	9	1	0	0	0	0	377	8.51
12-13	200	5	9	21	29	37	45	2	1	10	1	0	0	0	1	361	8.15
13-14	158	3	2	24	20	35	37	0	0	0	0	0	0	0	1	280	6.32
17-18	262	11	8	28	23	27	57	12	0	11	1	0	0	0	0	440	9.94
18-19	235	4	12	19	26	50	53	3	4	4	1	0	0	0	2	413	9.33
TOTAL	2544	84	110	288	324	420	520	38	10	74	8	0	0	0	8	4428	50.00
%	57.45	1.90	2.48	6.50	7.32	9.49	11.74	0.86	0.23	1.67	0.18	0.00	0.00	0.00	0.18	100.00	

Ubicación: CALLE 19 - Manuel Arévalo III Etapa - La Esperanza

Día: 14/08/2021

Hora	Auto móvil	Camioneta		Combi	Micro	Moto	Moto taxi	Moto carga	Ómnibus	Camión		Semi trailer		Trailer		TOTAL	PORC. %
		Camioneta	pick-up							2E	3E	3S2	>=3S3	3E	>4E		
Diag. vehicular																	
15:30-16:30	217	16	20	17	28	30	53	0	0	8	0	0	0	0	0	389	8.79
16:30-17:30	250	9	13	29	30	32	64	0	0	2	0	0	0	0	0	429	9.69
17:30-18:30	220	16	12	26	29	38	74	0	0	3	1	0	0	0	0	419	9.46
TOTAL	2748	164	180	288	348	400	764	0	0	52	4	0	0	0	0	4948	27.94
%	55.54	3.31	3.64	5.82	7.03	8.08	15.44	0.00	0.00	1.05	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

b) ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS:

b.1) Pavimento flexible:

Subpresupuest	001 PAVIMENTO FLEXIBLE	Fecha presupuesto	22/10/2021				
Partida	01.01	CARTEL DE OBRA DE 6.00 x 3.00m.					
Rendimiento	und/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und			1,308.37
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	8.0000	18.75	150.00	
0101010005	PEON	hh	0.5000	4.0000	16.93	67.72	
						217.72	
	Materiales						
0201010022	GIGANTOGRAFIA EN BANER DE 6.00m.x3.00m.	m2		1.0000	600.00	600.00	
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg		1.0000	6.30	6.30	
0207070002	AGUA	m3		0.0150	6.00	0.09	
0207070008	HORMIGON	m3		0.3500	50.00	17.50	
0207070009	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.2000	45.00	9.00	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		1.2000	21.69	26.03	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		32.0000	8.60	275.20	
0231090001	PARANTES DE MADERA TORNILLO 4"X4"	und		3.0000	50.00	150.00	
						1,084.12	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	217.72	6.53	
						6.53	
Partida	01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS A OBRA					
Rendimiento	gib/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : gib			3,446.84
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Materiales						
0291010015	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS A OBRA	gib		1.0000	3,446.84	3,446.84	
						3,446.84	
Partida	01.03	ALMACEN PROVISIONAL DE OBRA (ALQUILER)					
Rendimiento	mes/DI	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes			650.00
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Materiales						
0291010016	ALMACEN PROVISIONAL	mes		1.0000	650.00	650.00	
						650.00	
Partida	02.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN VEREDAS					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m2			2.48
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0027	25.92	0.07	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	16.93	0.90	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0267	23.71	0.63	
						1.60	
	Materiales						
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg		0.0050	6.30	0.03	
021303000100	YESO EN BOLSA 15 kg	bol		0.0020	15.50	0.03	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0100	8.60	0.09	
						0.15	
	Equipos						
0301000023	MIRA Y JALONES	hm	1.0000	0.0267	10.00	0.27	
0301000024	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0267	15.50	0.41	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.60	0.05	
						0.73	

Partida	02.01.02.01 CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUB RASANTE						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m3			9.49
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	25.92	0.10	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	16.93	1.35	
						1.45	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.45	0.04	
030116000100	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	1.0000	0.0400	200.00	8.00	
						8.04	

Partida	02.01.02.02 NIVELACION, RIEGO Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 180.0000	EQ. 180.0000	Costo unitario directo por : m2			3.33
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0044	25.92	0.11	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0444	23.71	1.05	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0889	16.93	1.51	
						2.67	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.67	0.08	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.0444	13.00	0.58	
						0.66	

Partida	02.01.02.03 BASE DE AFIRMADO COMPACTADO e=4" PARA VEREDAS						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2			10.90
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	25.92	0.17	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	23.71	1.58	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1333	16.93	2.26	
						4.01	
Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.1500	6.00	0.90	
0207070005	AFIRMADO	m3		0.1250	40.00	5.00	
						5.90	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.01	0.12	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.0667	13.00	0.87	
						0.99	

Partida	02.01.02.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 Km						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 320.0000	EQ. 320.0000	Costo unitario directo por : m3			23.99
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0025	25.92	0.06	
0101010003	OPERARIO	hh	5.0000	0.1250	23.71	2.96	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0500	16.93	0.85	
						3.87	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.87	0.12	
030116000100	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	1.0000	0.0250	200.00	5.00	
0301220011	CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	4.0000	0.1000	150.00	15.00	
						20.12	

Partida	02.01.03.01		CONCRETO VEREDA F'C= 175 KG/CM2 ESPESOR 4" INC. BRUÑADO SEGUN DETALLE				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m2			61.49
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	25.92	0.41	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.3200	23.71	7.59	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.3200	18.75	6.00	
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.9600	16.93	16.25	
30.25							
Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.1850	6.00	1.11	
0207070006	ARENA GRUESA	m3		0.0800	30.00	1.80	
0207070007	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.0800	54.28	4.34	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.8430	21.69	18.28	
25.53							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	30.25	0.91	
0301290005	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 9-11 p3	hm	1.0000	0.1600	30.00	4.80	
5.71							

Partida	02.01.03.02		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS Y SARDINELES SUMERGIDOS				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m2			54.57
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0500	25.92	1.30	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	23.71	11.86	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	18.75	9.38	
22.54							
Materiales							
020401000100	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2800	5.90	1.53	
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg		0.1600	6.30	1.01	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.3500	8.60	28.81	
31.35							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	22.54	0.68	
0.68							

Partida	02.01.04.01		CONCRETO EN RAMPAS F'C=175 KG/CM2 INC.ACABADO				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m3			342.23
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0889	25.92	2.30	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8889	23.71	21.08	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	18.75	8.33	
0101010005	PEON	hh	8.0000	3.5556	16.93	60.20	
91.91							
Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.1850	6.00	1.11	
0207070006	ARENA GRUESA	m3		0.5900	30.00	17.70	
0207070007	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.6000	54.28	32.57	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.4300	21.69	182.85	
234.23							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	91.91	2.76	
0301290005	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 9-11 p3	hm	1.0000	0.4444	30.00	13.33	
16.09							

Partida	02.01.04.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE RAMPAS						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m2			54.57
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0500	25.92	1.30	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	23.71	11.86	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	18.75	9.38	
							22.54
Materiales							
020401000100	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2600	5.90	1.53	
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg		0.1600	6.30	1.01	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.3500	8.60	28.81	
							31.35
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	22.54	0.68	
							0.68

Partida	02.01.05.01 JUNTAS DE DILATAION CON MEZCLA ASFALTICA RC - 250						
Rendimiento	m/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m			4.53
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	25.92	0.41	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1600	16.93	2.71	
							3.12
Materiales							
020105000100	ASFALTO RC-250	gal		0.0930	14.14	1.32	
							1.32
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.12	0.09	
							0.09

Partida	02.01.06.01 CURADO DE CONCRETO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2			0.95
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	25.92	0.10	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	16.93	0.68	
							0.78
Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.0250	6.00	0.15	
							0.15
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.78	0.02	
							0.02

Partida	02.02.01.01 TRAZO Y REPLANTEO EN MARTILLOS						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m2			2.76
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0027	23.71	0.06	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	16.93	0.90	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0267	23.71	0.63	
							1.59
Materiales							
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg		0.0500	6.30	0.32	
021303000100	YESO EN BOLSA 15 kg	bol		0.0020	15.50	0.03	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0100	8.60	0.09	
							0.44
Equipos							
0301000023	MIRA Y JALONES	hm	1.0000	0.0267	10.00	0.27	
0301000024	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0267	15.50	0.41	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.59	0.05	
							0.73

Partida	02.02.02.01		CORTE EN TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUB RASANTE				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m3			9.49
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	25.92	0.10	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	16.93	1.35	
							1.45
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.45	0.04	
030116000100	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	1.0000	0.0400	200.00	8.00	
							8.04
Partida	02.02.02.02		NIVELACION, RIEGO Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 180.0000	EQ. 180.0000	Costo unitario directo por : m2			3.33
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0044	25.92	0.11	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0444	23.71	1.05	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0889	16.93	1.51	
							2.67
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.67	0.08	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.0444	13.00	0.58	
							0.66
Partida	02.02.02.03		BASE DE AFIRMADO COMPACTADO, e= 4" PARA MARTILLOS				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2			7.83
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0500	0.0033	25.92	0.09	
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0067	23.71	0.16	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	18.75	1.25	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0667	16.93	1.13	
							2.63
Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.0200	6.00	0.12	
0207070005	AFIRMADO	m3		0.1250	40.00	5.00	
							5.12
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.63	0.08	
							0.08
Partida	02.02.03.01		CONCRETO MARTILLO F'C= 175 KG/CM2 ESPESOR 4"				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m2			60.34
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	25.92	0.41	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.3200	23.71	7.59	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.3200	18.75	6.00	
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.9600	16.93	16.25	
							30.25
Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.0160	6.00	0.10	
0207070008	HORMIGÓN	m3		0.1200	50.00	6.00	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.8430	21.69	18.28	
							24.38
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	30.25	0.91	
0301290005	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 9-11 p3	hm	1.0000	0.1600	30.00	4.80	
							5.71

Partida	02.02.03.02		CONCRETO SARDINELES SUMERGIDOS F'C= 175 KG/CM2 (0.15 X 0.30)				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.5000	EQ. 12.5000	Costo unitario directo por : m3			384.77
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0640	25.92	1.66	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6400	23.71	15.17	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.2800	18.75	24.00	
0101010005	PEON	hh	8.0000	5.1200	16.93	86.68	
						127.51	
Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.1850	6.00	1.11	
0207070006	ARENA GRUESA	m3		0.5900	30.00	17.70	
0207070007	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.6000	54.28	32.57	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.4300	21.69	182.85	
						234.23	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	127.51	3.83	
0301290005	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 9-11 p3	hm	1.0000	0.6400	30.00	19.20	
						23.03	

Partida	02.02.03.03		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS Y SARDINELES SUMERGIDOS				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m2			54.57
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0500	25.92	1.30	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	23.71	11.86	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	18.75	9.38	
						22.54	
Materiales							
020401000100	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2600	5.90	1.53	
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg		0.1600	6.30	1.01	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.3500	8.60	28.81	
						31.35	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	22.54	0.68	
						0.68	

Partida	02.02.04.01		JUNTAS DE DILATACION CON MEZCLA ASFALTICA RC - 250				
Rendimiento	m/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m			4.53
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	25.92	0.41	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1600	16.93	2.71	
						3.12	
Materiales							
020105000100	ASFALTO RC-250	gal		0.0930	14.14	1.32	
						1.32	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.12	0.09	
						0.09	

Partida	02.02.05.01		CURADO DE CONCRETO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2			0.95
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	25.92	0.10	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	16.93	0.68	
						0.78	
Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.0250	6.00	0.15	
						0.15	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.78	0.02	
						0.02	

Partida	02.03.01.01		TRAZO Y REPLANTEO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m2			2.29	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0027	23.71	0.06		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0267	16.93	0.45		
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0267	23.71	0.63		
							1.14	
Materiales								
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg		0.0500	6.30	0.32		
021303000100	YESO EN BOLSA 15 kg	bol		0.0020	15.50	0.03		
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0100	8.60	0.09		
							0.44	
Equipos								
0301000023	MIRA Y JALONES	hm	1.0000	0.0267	10.00	0.27		
0301000024	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0267	15.50	0.41		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.14	0.03		
							0.71	

Partida	02.03.02.01		CONCRETO SIMPLE f'c=175 kg/cm2 PARA SARDINELES (15x45cm)					
Rendimiento	m/DIA	MO. 55.0000	EQ. 55.0000	Costo unitario directo por : m			62.98	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0145	25.92	0.38		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1455	23.71	3.45		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.2909	18.75	5.45		
0101010005	PEON	hh	8.0000	1.1636	16.93	19.70		
							28.98	
Materiales								
0207070002	AGUA	m3		0.0100	6.00	0.06		
0207070006	ARENA GRUESA	m3		0.0600	30.00	1.80		
0207070007	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.0600	54.28	3.26		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		1.0900	21.69	23.64		
							28.76	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	28.98	0.87		
0301290005	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 9-11 p3	hm	1.0000	0.1455	30.00	4.37		
							5.24	

Partida	02.03.02.02		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m2			54.57	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0500	25.92	1.30		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	23.71	11.86		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	18.75	9.38		
							22.54	
Materiales								
020401000100	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2600	5.90	1.53		
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg		0.1600	6.30	1.01		
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.3500	8.60	28.81		
							31.35	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	22.54	0.68		
							0.68	

Partida	02.03.03.01		JUNTAS DE DILATAACION CON MEZCLA ASFALTICA RC - 250					
Rendimiento	m/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m			4.53	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	25.92	0.41		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1600	16.93	2.71		
							3.12	
Materiales								
020105000100	ASFALTO RC-250	gal		0.0930	14.14	1.32		
							1.32	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.12	0.09		
							0.09	

Partida	02.03.04.01 CURADO DE CONCRETO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2			0.95
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	25.92	0.10	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	16.93	0.68	
							0.78
Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.0250	6.00	0.15	
							0.15
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.78	0.02	
							0.02

Partida	03.01.01 TRAZO Y REPLANTEO OBRAS DE PAVIMENTACIÓN						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m2			2.56
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	25.92	0.06	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0457	16.93	0.77	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0229	23.71	0.54	
							1.37
Materiales							
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg		0.0500	6.30	0.32	
021303000100	YESO EN BOLSA 15 kg	bol		0.0020	15.50	0.03	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0100	8.60	0.09	
0240020016	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.0010	134.90	0.13	
							0.57
Equipos							
0301000023	MIRA Y JALONES	hm	1.0000	0.0229	10.00	0.23	
0301000024	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0229	15.50	0.35	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.37	0.04	
							0.62

Partida	03.02.01 MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEÑALIZACION						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			2,857.99
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.8000	25.92	20.74	
0101010005	PEON	hh	10.0000	80.0000	16.93	1,354.40	
							1,375.14
Materiales							
0290150029	CARTELES DE SEGURIDAD	und		2.0000	20.00	40.00	
0291010017	MALLA DE SEGURIDAD ROLLO 50YD X 1M	rlf		1.0000	51.60	51.60	
							91.60
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1,375.14	41.25	
030135000100	TRANQUERAS	glb		3.0000	450.00	1,350.00	
							1,391.25

Partida	03.03.01 CORTE EN TERRENO A NIVEL DE SUB RASANTE C/MAQUINARIA						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			5.88
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	25.92	0.06	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0229	18.75	0.43	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0457	16.93	0.77	
							1.26
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.26	0.04	
030118000100	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	1.0000	0.0229	200.00	4.58	
							4.62

Partida	03.03.02	PREPARACION DE LA SUB RASANTE CON MAQUINARIA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2			9.53	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0320	23.71	0.76		
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.0800	16.93	1.35		
							2.11	
Materiales								
0207070002	AGUA	m3		0.2000	6.00	1.20		
							1.20	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.11	0.06		
030110000400	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 127 HP 8-23 ton	hm	1.0000	0.0160	175.00	2.80		
030120000100	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	1.0000	0.0160	210.00	3.36		
							6.22	
Partida	03.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 Km						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 320.0000	EQ. 320.0000	Costo unitario directo por : m3			23.99	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0025	25.92	0.06		
0101010003	OPERARIO	hh	5.0000	0.1250	23.71	2.96		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0500	16.93	0.85		
							3.87	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.87	0.12		
030116000100	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	1.0000	0.0250	200.00	5.00		
03012200011	CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	4.0000	0.1000	150.00	15.00		
							20.12	
Partida	03.04.01	REFINE NIVELACION Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2			3.56	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	25.92	0.01		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	23.71	0.13		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0107	16.93	0.18		
							0.32	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.32	0.01		
030110000600	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 ton	hm	1.0000	0.0053	230.00	1.22		
030120000100	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	0.7500	0.0040	210.00	0.84		
0301220009	CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1.0000	0.0053	220.00	1.17		
							3.24	
Partida	03.04.02	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB BASE DE HORMIGON DE e=12.5cm (5") C/MAQUINARIA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m2			13.42	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	0.0200	23.71	0.47		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0067	18.75	0.13		
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0400	16.93	0.68		
							1.28	
Materiales								
0207070002	AGUA	m3		0.0350	6.00	0.21		
0207070008	HORMIGÓN	m3		0.1563	50.00	7.82		
							8.03	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.28	0.06		
030110000400	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 127 HP 8-23 ton	hm	1.0000	0.0067	175.00	1.17		
030120000100	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	1.0000	0.0067	210.00	1.41		
0301220009	CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1.0000	0.0067	220.00	1.47		
							4.11	

Partida	03.04.03	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE BASE DE AFIRMADO DE e=20cm (8") C/MAQUINARIA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m2			17.84	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0010	25.92	0.03		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0100	23.71	0.24		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0400	16.93	0.68		
						0.95		
Materiales								
0207070002	AGUA	m3		0.0400	6.00	0.24		
0207070005	AFIRMADO	m3		0.2500	40.00	10.00		
						10.24		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.95	0.05		
030110000600	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 ton	hm	1.0000	0.0100	230.00	2.30		
030120000100	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	1.0000	0.0100	210.00	2.10		
0301220009	CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1.0000	0.0100	220.00	2.20		
						6.65		
<hr/>								
Partida	03.04.04	BARRIDO Y LIMPIEZA DE PLATAFORMA DE AFIRMADO PARA CARPETA ASFALTICA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2			0.47	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0008	25.92	0.02		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0180	16.93	0.27		
						0.29		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.29	0.01		
0301050005	ESCOBA	und		0.0080	21.70	0.17		
						0.18		
<hr/>								
Partida	03.04.05	IMPRIMACION ASFALTICA C/MAQUINARIA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 3,800.0000	EQ. 3,800.0000	Costo unitario directo por : m2			5.77	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0021	23.71	0.05		
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0168	16.93	0.28		
						0.33		
Materiales								
020105000100	ASFALTO DILUIDO MC-30	gal		0.3400	13.80	4.69		
						4.69		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.33	0.01		
030122000800	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl	hm	1.0000	0.0021	350.00	0.74		
						0.75		
<hr/>								
Partida	03.04.06	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE e=7.5cm (3") C/MAQUINARIA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2			50.26	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	0.0160	23.71	0.38		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	18.75	0.10		
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0427	16.93	0.72		
						1.20		
Materiales								
0201010032	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA A LA OBRA	m3		0.0938	28.00	2.63		
0201010033	PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	m3		0.0938	450.00	42.21		
						44.84		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.20	0.06		
030110000400	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 127 HP 8-23 ton	hm	1.0000	0.0053	175.00	0.93		
0301100007	RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOPROPULSADO 58-70HP 8-10ton	hm	1.0000	0.0053	230.00	1.22		
030139000200	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0053	380.00	2.01		
						4.22		

Partida	03.05.01	REFINE NIVELACION Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2			7.39	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	23.71	1.58		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2667	16.93	4.52		
						6.10		
	Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.0400	6.00	0.24		
						0.24		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.10	0.18		
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.0667	13.00	0.87		
						1.05		

Partida	03.05.02	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUB BASE DE HORMIGÓN DE e=10cm (4") A MANO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2			13.74	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	23.71	1.58		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2667	16.93	4.52		
						6.10		
	Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.0350	6.00	0.21		
0207070008	HORMIGÓN	m3		0.1250	50.00	6.25		
						6.46		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	6.10	0.31		
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.0667	13.00	0.87		
						1.18		

Partida	03.05.03	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE BASE DE AFIRMADO DE e=10cm (4") A MANO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2			12.49	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	23.71	1.58		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2667	16.93	4.52		
						6.10		
	Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.0350	6.00	0.21		
0207070005	AFIRMADO	m3		0.1250	40.00	5.00		
						5.21		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	6.10	0.31		
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.0667	13.00	0.87		
						1.18		

Partida	03.05.04	BARRIDO Y LIMPIEZA DE PLATAFORMA DE AFIRMADO PARA CARPETA ASFALTICA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2			0.47	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0008	25.92	0.02		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0160	16.93	0.27		
						0.29		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.29	0.01		
0301050005	ESCOBA	und		0.0080	21.70	0.17		
						0.18		

Partida	03.05.05	IMPRIMACION ASFALTICA C/MAQUINARIA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 3,800.0000	EQ. 3,800.0000	Costo unitario directo por : m2			5.77	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0021	23.71	0.05		
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0168	16.93	0.28		
							0.33	
Materiales								
020105000100	ASFALTO DILUIDO MC-30	gal		0.3400	13.80	4.69		
							4.69	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.33	0.01		
030122000800	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl	hm	1.0000	0.0021	350.00	0.74		
							0.75	
Partida	03.05.06	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE e=5cm (2") C/MAQUINARIA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,800.0000	EQ. 1,800.0000	Costo unitario directo por : m2			34.38	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	0.0133	23.71	0.32		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0044	18.75	0.08		
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0366	16.93	0.60		
							1.00	
Materiales								
0201010032	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA A LA OBRA	m3		0.0625	28.00	1.75		
0201010033	PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	m3		0.0625	460.00	28.13		
							29.88	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.00	0.05		
030110000400	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 127 HP 8-23 ton	hm	1.0000	0.0044	175.00	0.77		
0301100007	RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOPROPULSADO 58-70HP 8-10ton	hm	1.0000	0.0044	230.00	1.01		
030139000200	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0044	380.00	1.67		
							3.50	
Partida	04.01	PINTADO DE PAVIMENTOS (DEMARCACIÓN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL)						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 45.0000	EQ. 45.0000	Costo unitario directo por : m2			32.15	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1778	23.71	4.22		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1778	18.75	3.33		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.3556	16.93	6.02		
							13.57	
Materiales								
0240070003	PINTURA ALTO TRAFICO	gal		0.0400	77.63	3.11		
0240080022	DISOLVENTE THINER ACRILICO	gal		0.0450	52.00	2.34		
							5.45	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	13.57	0.68		
0301140009	COMPRESORA PARA PINTURA DE PAVIMENTO	hm	1.0000	0.1778	70.00	12.45		
							13.13	
Partida	05.01	SEMBRADO DE AREAS VERDES (INCLUIDO GRASS Y TIERRA)						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2			29.58	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0800	16.93	1.35		
							1.35	
Materiales								
0201050007	TIERRA DE CHACRA	m3		0.1500	41.25	6.19		
0201050008	GRASS EN AREAS VERDES	m2		1.0000	22.00	22.00		
							28.19	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.35	0.04		
							0.04	

b.2) Pavimento rígido

Se obviaron las partidas con los mismos ACU que en el pavimento flexible.

Partida	03.04.02	CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE DE AFIRMADO DE e=15cm (6") C/MAQUINARIA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m2			12.69
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0007	25.92	0.02	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0067	23.71	0.16	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0267	16.93	0.45	
0.63							
Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.0200	6.00	0.12	
0207070005	AFIRMADO	m3		0.1875	40.00	7.50	
7.62							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.63	0.02	
030110000600	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 ton	hm	1.0000	0.0067	230.00	1.54	
030120000100	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	1.0000	0.0067	210.00	1.41	
0301220009	CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1.0000	0.0067	220.00	1.47	
4.44							
Partida	03.04.03	CONCRETO Fc=280kg/cm2 PARA LOSA DE PAVIMENTO e=17.5cm (7")					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3			454.93
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	25.92	2.07	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	23.71	18.97	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	18.75	15.00	
0101010005	PEON	hh	8.0000	3.2000	16.93	54.18	
90.22							
Materiales							
0207010010	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4"	m3		0.9800	45.00	44.10	
0207070002	AGUA	m3		0.4500	6.00	2.70	
0207070006	ARENA GRUESA	m3		0.5400	30.00	16.20	
0213010002	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 kg)	bol		11.0000	25.42	279.82	
342.62							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	90.22	4.51	
0301290005	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 9-11 p3	hm	1.0000	0.4000	30.00	12.00	
0301290006	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	13.94	5.58	
22.09							
Partida	03.04.04	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSA PARA PAVIMENTO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2			62.29
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	25.92	1.73	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	23.71	15.81	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	18.75	12.50	
30.04							
Materiales							
020401000100	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2600	5.90	1.53	
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg		0.1600	6.30	1.01	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.3500	8.60	28.81	
31.35							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	30.04	0.90	
0.90							

Partida	03.04.05		DOWELLS ø=1" EN JUNTA DE CONTRACCIÓN				
Rendimiento	und/DI	MO. 60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : und			20.61
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1333	23.71	3.16	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	18.75	2.50	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1333	16.93	2.28	
						7.92	
Materiales							
0201010026	SOLDADURA CELLACORD	kg		0.0100	11.88	0.12	
020401000100	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0600	5.90	0.35	
0204030010	DOWELLS ø=1" x48mm @30cm	und		1.0000	6.50	6.50	
0204030011	SOPORTE DE 1/4" PARA ANCLAJE DE DOWELLS	var		0.0680	9.50	0.65	
0204030012	GANCHOS DE 1/4" PARA ANCLAJE DE DOWELLS	und		2.0000	1.40	2.80	
0207070004	GRASA	kg		0.0200	14.60	0.29	
						10.71	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	7.92	0.40	
0301290007	SOLDADORA	hm	1.0000	0.1333	11.88	1.58	
						1.98	

Partida	03.04.06		CORTE PARA JUNTAS DE CONTRACCIÓN				
Rendimiento	m/DIA	MO. 48.0000	EQ. 48.0000	Costo unitario directo por : m			17.83
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1667	23.71	3.95	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1667	16.93	2.82	
						6.77	
Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.1200	6.00	0.72	
						0.72	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	6.77	0.34	
0301140011	CORTADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.1667	60.00	10.00	
						10.34	

Partida	03.04.07		SELLADO DE JUNTAS DE CONTRACCIÓN				
Rendimiento	m/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m			4.33
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	23.71	0.95	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	18.75	0.75	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	16.93	0.68	
						2.38	
Materiales							
020105000100	ASFALTO RC-250	gal		0.1330	14.14	1.88	
						1.88	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.38	0.07	
						0.07	

Partida	03.04.08		JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN				
Rendimiento	m/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m			4.80
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	23.71	0.95	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	16.93	0.68	
						1.63	
Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.1200	6.00	0.72	
						0.72	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.63	0.05	
0301140011	CORTADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.0400	60.00	2.40	
						2.45	

Partida	03.05.01 REFINE NIVELACION Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2			3.56
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	25.92	0.01	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	23.71	0.13	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0107	16.93	0.18	
0.32							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.32	0.01	
030110000600	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 ton	hm	1.0000	0.0053	230.00	1.22	
030120000100	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	0.7500	0.0040	210.00	0.84	
0301220009	CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1.0000	0.0053	220.00	1.17	
3.24							
Partida	03.05.02 CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE DE AFIRMADO DE e=15cm (6") A MANO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 90.0000	EQ. 90.0000	Costo unitario directo por : m2			17.56
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0889	23.71	2.11	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.3556	16.93	6.02	
8.13							
Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.0600	6.00	0.36	
0207070005	AFIRMADO	m3		0.1875	40.00	7.50	
7.86							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	8.13	0.41	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.0889	13.00	1.16	
1.57							
Partida	03.05.03 CONCRETO F'C=280 KG/CM2 PARA BERMA DE CONCRETO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3			469.15
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	25.92	2.07	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	23.71	18.97	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	18.75	15.00	
0101010005	PEON	hh	10.0000	4.0000	16.93	67.72	
103.76							
Materiales							
0207010010	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4"	m3		0.9800	45.00	44.10	
0207070002	AGUA	m3		0.4500	6.00	2.70	
0207070006	ARENA GRUESA	m3		0.5400	30.00	16.20	
0213010002	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 kg)	bol		11.0000	25.42	279.62	
342.62							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	103.76	5.19	
0301290005	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 9-11 p3	hm	1.0000	0.4000	30.00	12.00	
0301290006	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	13.94	5.58	
22.77							

Partida	03.05.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE BERMA DE CONCRETO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2			62.29
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	25.92	1.73	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	23.71	15.81	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	18.75	12.50	
30.04							
Materiales							
020401000100	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2600	5.90	1.53	
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg		0.1600	6.30	1.01	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.3500	8.60	28.81	
31.35							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	30.04	0.90	
0.90							

Partida	03.05.05	DOWELLS ø=1" EN JUNTA DE CONTRACCIÓN					
Rendimiento	und/DI	MO. 60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : und			20.61
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1333	23.71	3.16	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	18.75	2.50	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1333	16.93	2.26	
7.92							
Materiales							
0201010026	SOLDADURA CELLACORD	kg		0.0100	11.86	0.12	
020401000100	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0600	5.90	0.35	
0204030010	DOWELLS ø=1" x46mm @30cm	und		1.0000	6.50	6.50	
0204030011	SOPORTE DE 1/4" PARA ANCLAJE DE DOWELLS	var		0.0680	9.50	0.65	
0204030012	GANCHOS DE 1/4" PARA ANCLAJE DE DOWELLS	und		2.0000	1.40	2.80	
0207070004	GRASA	kg		0.0200	14.60	0.29	
10.71							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	7.92	0.40	
0301290007	SOLDADORA	hm	1.0000	0.1333	11.86	1.58	
1.98							

Partida	03.05.06	CORTE PARA JUNTAS DE CONTRACCIÓN					
Rendimiento	m/DIA	MO. 48.0000	EQ. 48.0000	Costo unitario directo por : m			17.83
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1667	23.71	3.95	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1667	16.93	2.82	
6.77							
Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.1200	6.00	0.72	
0.72							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	6.77	0.34	
0301140011	CORTADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.1667	60.00	10.00	
10.34							

Partida	03.05.07	SELLADO DE JUNTAS DE CONTRACCIÓN					
Rendimiento	m/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m			4.33
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	23.71	0.95	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	18.75	0.75	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	16.93	0.68	
2.38							
Materiales							
020105000100	ASFALTO RC-250	gal		0.1330	14.14	1.88	
1.88							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.38	0.07	
0.07							

Partida	03.06.01	CURADO DE CONCRETO			Costo unitario directo por : m2			0.95
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000					
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	25.92	0.10		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	16.93	0.68		
						0.78		
	Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.0250	6.00	0.15		
						0.15		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.78	0.02		
						0.02		
						0.95		

Partida	03.05.08	JUNTAS DE CONSTRUCCION			Costo unitario directo por : m			4.80
Rendimiento	m/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000					
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	23.71	0.95		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	16.93	0.68		
						1.63		
	Materiales							
0207070002	AGUA	m3		0.1200	6.00	0.72		
						0.72		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.63	0.05		
0301140011	CORTADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.0400	60.00	2.40		
						2.45		

b.3) Pavimento articulado

No se consideraron partidas repetidas en los pavimentos flexibles y rígidos.

Partida	03.04.02	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE BASE DE AFIRMADO DE e=27.50cm (11") C/MAQUINARIA			Costo unitario directo por : m2			26.13
Rendimiento	m2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000					
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0016	25.92	0.04		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0160	23.71	0.38		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0640	16.93	1.08		
						1.50		
	Materiales							
0201050006	AFIRMADO	m3		0.3438	40.00	13.75		
0207070002	AGUA	m3		0.0450	6.00	0.27		
						14.02		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.50	0.05		
030110000800	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 ton	hm	1.0000	0.0160	230.00	3.68		
030120000100	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	1.0000	0.0160	210.00	3.36		
0301220009	CAMION CISTERNA 4 x 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1.0000	0.0160	220.00	3.52		
						10.61		

Partida	03.04.03	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE CAMA DE ARENA DE e=4cm PARA ASENTADO DE ADOQUINES			Costo unitario directo por : m2			3.77
Rendimiento	m2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000					
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	18.75	0.60		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0320	16.93	0.54		
						1.14		
	Materiales							
020702000100	ARENA GRUESA	m3		0.0500	30.00	1.50		
0207070002	AGUA	m3		0.0300	6.00	0.18		
0231010009	REGLA DE MADERA	p2		0.0300	3.90	0.12		
						1.80		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.14	0.03		
0301100010	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	0.0320	25.00	0.80		
						0.83		

Partida	03.04.04	COLOCACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO DE 20x10x8cm					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m2			122.47
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	23.71	7.59	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.75	6.00	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.9600	16.93	16.25	
							29.84
Materiales							
0204120002	DISCO DE CORTE DE 7"	pza		0.0250	65.19	1.63	
0213010008	ADOQUINES DE CONCRETO DE 20x10x8cm - ALTO TRÁNSITO - COLOR GRIS	und		52.0000	1.50	78.00	
							79.63
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	29.84	1.49	
0301100013	PLANCHA COMPACTADORA	hm	1.0000	0.3200	30.00	9.60	
0301390003	AMOLADORA ELÉCTRICA PARA CORTE DE CONCRETO	hm	1.0000	0.3200	5.96	1.91	
							13.00

Partida	03.04.05	SELLADO DE JUNTAS EN PAVIMENTO ARTICULADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m2			4.96
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	23.71	0.76	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0960	16.93	1.63	
							2.39
Materiales							
020702000100	ARENA FINA	m3		0.0400	33.92	1.36	
0231010010	ESCOBA	und		0.0100	13.00	0.13	
							1.49
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2.39	0.12	
0301100013	PLANCHA COMPACTADORA	hm	1.0000	0.0320	30.00	0.96	
							1.08

c) PANEL FOTOGRÁFICO

c.1) ESTUDIO DE TRÁFICO



Conteo vehicular punto de control (Calle 19).



Transporte público transitando en la zona de estudio.



Transporte de vehículo pesado transitando en la zona de estudio.

c.2) MEDICIÓN DE SECCIONES VIALES:



Medición de calle Los Tulipanes

c.3) PANEL FOTOGRÁFICO DE EXCAVACIÓN DE CALICATAS:



Excavación de calicata 01




Excavación de calicata 02



Excavación de calicata 03

d) ESTUDIO DE MECANICA SUELOS:

	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS
	PROYECTO: PROYECTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR "VILLA JUDICIAL"
	" FECHA: "SEPTIEMBRE - 2021" Página 21 de 42

ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-88)

I. Datos Generales:

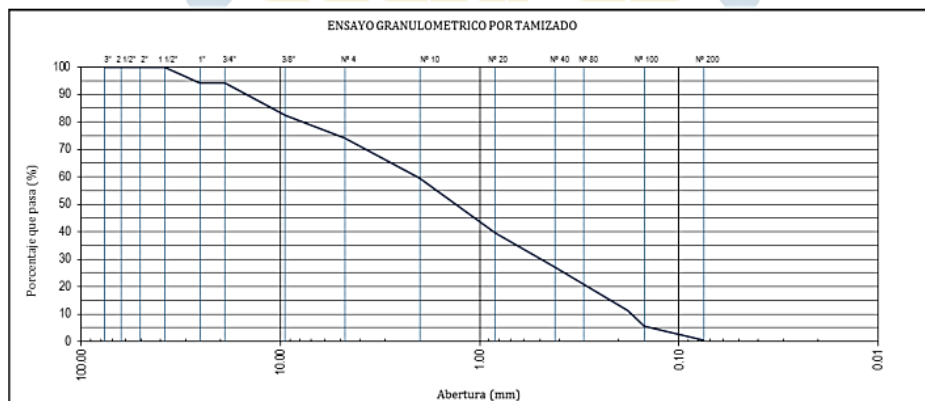
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL

UBICACIÓN : SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO- PROVINCIA DE TRUJILLO- DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

MUESTRA : CALICATA 01

FECHA : septiembre-2021


CLASIFICACION DE SUELOS							
		Tamiz		Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido Parcial (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)
		Malla	Abert.(mm)				
PESO INICIAL:	599.3 g.						
		3"	76.200	32854	0.0	0.0	100.0
		2"	50.800	33708	0.0	0.0	100.0
		1 1/2"	38.100	42260	0.0	0.0	100.0
SUCS:	SP	1"	25.400	42774	34.4	5.7	94.3
AASHTO:	A-1-b(0)	3/4"	19.050	46118	0.0	0.0	94.3
		3/8"	9.500	42967	72.0	12.0	82.2
%W 2.12	%Grava: 25.7	Nº 4	4.750	34993	47.9	8.0	74.3
L.L N.P.	%Arena: 73.8	Nº 10	2.000	45806	87.9	14.7	59.6
I.P. N.P.	%Finos: 0.4	Nº 20	0.840	45149	120.2	20.1	39.5
		Nº 40	0.420	43661	75.0	12.5	27.0
D₁₀ : 0.17	Cu : 11.81	Nº 80	0.180	34874	95.0	15.9	11.2
D₃₀ : 0.50	Cc : 0.69	Nº 100	0.150	34875	32.6	5.4	5.7
D₆₀ : 2.05		Nº 200	0.075	44659	31.8	5.3	0.4
		< Nº 200			2.5	0.4	0.0



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro
 CORREO: suelos@cecapedingeneria.edu.pe
 996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044


Edwin W. Delgado Florián
 Ing. Civil
 Reg. CIP 882
 Jefe de Laboratorio



	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS	
	PROYECTO: PROYECTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR "VILLA JUDICIAL" FECHA: "SEPTIEMBRE - 2021" Página 22 de 42	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (NTP 339.127)

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL

UBICACIÓN: SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO- PROVINCIA DE TRUJILLO- DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

CALICATA: CALICATA 01

FECHA: septiembre-2021

Muestra:	M-01	
Recipiente:	1	2
Peso Recipiente :	195.60	192.50
Peso Recipiente + Muestra Humeda:	880.60	804.80
Peso Recipiente + Muestra Seca:	866.90	791.60
Peso Agua:	13.70	13.20
Peso Seco:	671.30	599.10
W%:	2.04	2.20
W_{promedio} %:	2.12	

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro
 CORREO: suelos@cecapedingeneria.edu.pe
 996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044


Edwin W. Delgado Florán
 Ing. Civil
 Reg. CIP 8827
 Jefe de Laboratorio




PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL

Ubicación: SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO- PROVINCIA DE TRUJILLO- DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

Muestra: CALICATA - 01. **Profundidad:** -1.50 m. **Nivel Freático:** NO PRESENTA

Prof. (mtrs.)	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del material	Clasificación SUCS/AASHTO	Símbolo	
0.10	E X P O L O R A D E I Ó N	E-01	Material de relleno	-		
0.20		E-02		Arena mal graduada, clasificada según SUCS como "SP" de color marrón claro, con mínima presencia de humedad, de compactación media, textura aspera y sin plasticidad. Grava = 25.7% , Arena = 73.8% , Finos= 0.4% LL= 0.00 , IP = N.P.	SP A-1-b(0)	
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
NIVEL FREÁTICO NO PRESENTA						

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

📍 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

✉️ CORREO: suelos@cecapedingenieria.edu.pe

📞 996-968-817 / 📠 946-227-318 / 📠 (044)6986044


Edwin W. Delgado Florian
 Ing. Civil
 Reg. CIP 8827
 Jefe de Laboratorio





PROYECTO: PROYECTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR "VILLA JUDICIAL"

" FECHA: "SEPTIEMBRE - 2021" Página 30 de 42

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

N.T.P. 339.141

A. DATOS GENERALES

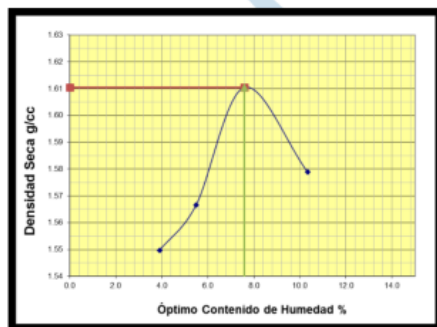
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL

Ubicación: SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO- PROVINCIA DE TRUJILLO- DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

Muestra: CALICATA N° 01

Fecha de Entrega: SEPTIEMBRE 2021

N° DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7310.00		8120.00		7980.00		8030.00	
Peso del Molde (g)	3390.00		3390.00		3390.00		3390.00	
Peso Suelo Húmedo (g)	3920.00		4730.00		4590.00		4640.00	
Volúmen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	1.846		2.227		2.161		2.185	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	4%		6%		8%		10%	
Peso Tarro	228.90	195.70	85.10	195.70	87.50	148.30	228.90	195.70
Peso Tarro + Suelo húmedo (g)	789.30	805.30	495.30	485.30	685.30	485.30	705.30	715.30
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	766.90	781.90	471.20	467.90	639.90	459.30	659.80	665.20
Peso del agua	22.40	23.40	24.10	17.40	45.40	26.00	45.50	50.10
Peso de suelo seco	538.00	586.20	386.10	272.20	552.40	311.00	430.90	469.50
Humedad (%)	4.2	4.0	6.2	6.4	8.2	8.4	10.6	10.7
Humedad promedio (%)	4.08		6.32		8.29		10.62	
Densidad Seca (g/cc)	1.77		2.09		2.00		1.97	



METODO	A
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	25
DSM (g/cm ³)	2.09
OCH (%)	6.32

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

📍 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

✉️ CORREO: suelos@cecapedingeneria.edu.pe

📞 996-968-817/ 📞 946-227-318/ 📞 (044)6986044





PROYECTO: PROYECTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR "VILLA JUDICIAL"

FECHA: "SEPTIEMBRE - 2021" Página 30 de 42

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

N.T.P. 339.141

A. DATOS GENERALES

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL

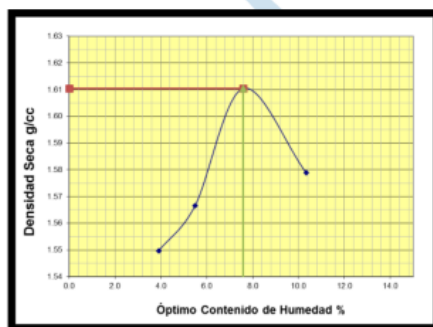
Ubicación: SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO- PROVINCIA DE TRUJILLO- DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

Muestra: CALICATA N° 01

Fecha de Entrega: SEPTIEMBRE 2021

N° DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7310.00		8120.00		7980.00		8030.00	
Peso del Molde (g)	3390.00		3390.00		3390.00		3390.00	
Peso Suelo Húmedo (g)	3920.00		4730.00		4590.00		4640.00	
Volúmen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	1.846		2.227		2.161		2.185	

Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	4%		6%		8%		10%	
Peso Tarro	228.90	195.70	85.10	195.70	87.50	148.30	228.90	195.70
Peso Tarro + Suelo húmedo (g)	789.30	805.30	495.30	485.30	685.30	485.30	705.30	715.30
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	766.90	781.90	471.20	467.90	639.90	459.30	659.80	665.20
Peso del agua	22.40	23.40	24.10	17.40	45.40	26.00	45.50	50.10
Peso de suelo seco	538.00	586.20	386.10	272.20	552.40	311.00	430.90	469.50
Humedad (%)	4.2	4.0	6.2	6.4	8.2	8.4	10.6	10.7
Humedad promedio (%)	4.08		6.32		8.29		10.62	
Densidad Seca (g/cc)	1.77		2.09		2.00		1.97	



METODO	A
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	25
DSM (g/cm ³)	2.09
OCH (%)	6.32

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

CORREO: suelos@cecapedingeneria.edu.pe

996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044

Edwin W. Delgado Florian
 Edwin W. Delgado Florian
 Ing. Civil
 Reg. CIP 8827
 Jefe de Laboratorio

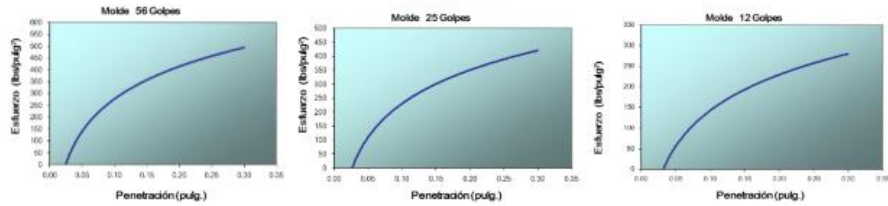
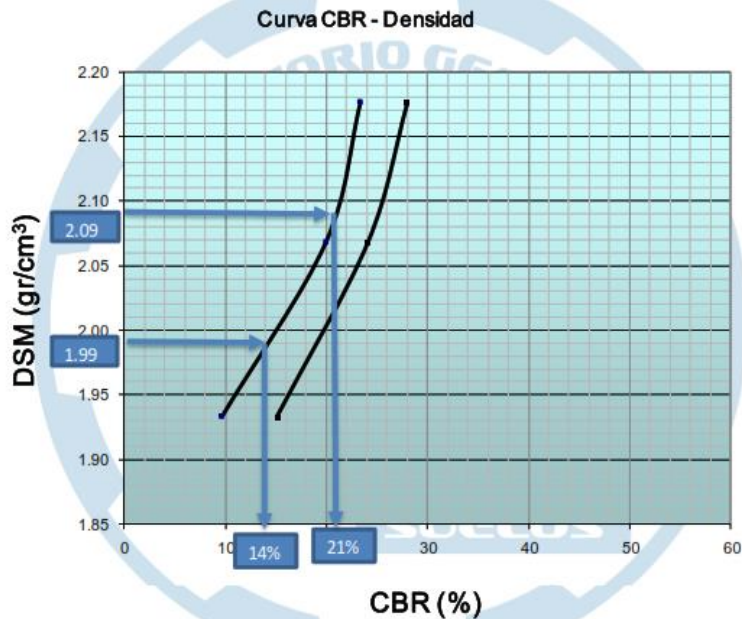
**RAZÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NTP 339.145)**

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL

Ubicación: SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO- PROVINCIA DE TRUJILLO- DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

Muestra: CALICATA N° 01

Fecha de Entrega: SEPTIEMBRE 2021



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro
 CORREO: suelos@cecapedingenieria.edu.pe
 996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044


Edwin W. Delgado Florián
 Ing. Civil
 Reg. CIP 8827
 Jefe de Laboratorio





PROYECTO: PROYECTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR "VILLA JUDICIAL"

FECHA: "SEPTIEMBRE - 2021" Página 23 de 42

ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-88)

I. Datos Generales:

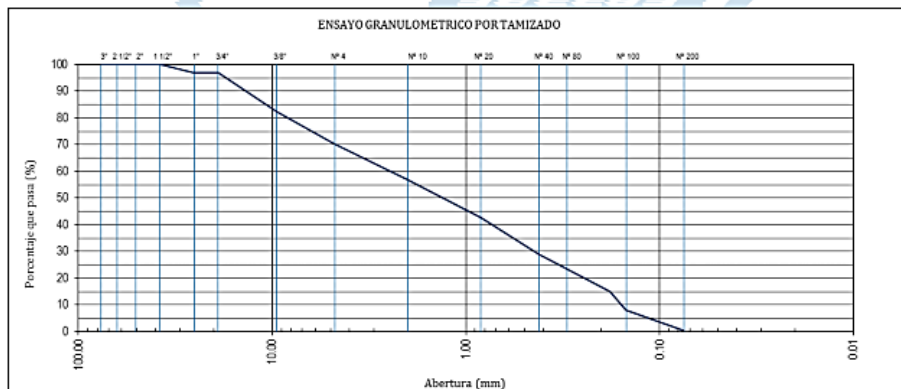
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL

UBICACIÓN : SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO- PROVINCIA DE TRUJILLO- DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

MUESTRA : CALICATA 02

FECHA : septiembre , 2021

CLASIFICACION DE SUELOS							
PESO INICIAL: 919.5 g.	Tamiz			Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido Parcial (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)
	Malla	Abert.(mm)	Serie				
SUCS: SP AASHTO: A-1-b(0) %W 2.07 %Grava: 29.9 L.L. N.P. %Arena: 69.8 I.P. N.P. %Finos: 0.4 D ₁₀ : 0.16 Cu: 15.41 D ₃₀ : 0.44 Cc: 0.51 D ₆₀ : 2.44	3"	76.200	32854	0.0	0.0	0.0	100.0
	2"	50.800	33708	0.0	0.0	0.0	100.0
	1 1/2"	38.100	42260	0.0	0.0	0.0	100.0
	1"	25.400	42774	28.5	3.1	3.1	96.9
	3/4"	19.050	46118	0.0	0.0	3.1	96.9
	3/8"	9.500	42967	135.5	14.7	17.8	82.2
	Nº 4	4.750	34993	110.6	12.0	29.9	70.1
	Nº 10	2.000	45806	120.8	13.1	43.0	57.0
	Nº 20	0.840	45149	130.8	14.2	57.2	42.8
	Nº 40	0.420	43661	126.5	13.8	71.0	29.0
Nº 80	0.180	34874	128.4	14.0	84.9	15.1	
Nº 100	0.150	34875	63.8	6.9	91.9	8.1	
Nº 200	0.075	44659	71.2	7.7	99.6	0.4	
< Nº 200			3.4	0.4	100.0	0.0	



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro
 CORREO: suelos@cecapedingeneria.edu.pe
 996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044

Edwin W. Delgado Florián
 Ing. Civil
 Reg. CIP 8827
 Jefe de Laboratorio



PROYECTO: PROYECTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR "VILLA JUDICIAL"

FECHA: "SEPTIEMBRE - 2021" Página 24 de 42

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (NTP 339.127)

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL

UBICACIÓN: SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO- PROVINCIA DE TRUJILLO- DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

CALICATA: CALICATA 02

FECHA: septiembre , 2021

Muestra:	M-01	
Recipiente:	1	2
Peso Recipiente :	220.30	192.50
Peso Recipiente + Muestra Humeda :	1,271.30	704.30
Peso Recipiente + Muestra Seca :	1,250.20	693.80
Peso Agua :	21.10	10.50
Peso Seco :	1,029.90	501.30
W%:	2.05	2.09
W _{promedio} %:	2.07	

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788
Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro
CORREO: suelos@cecapedingeneria.edu.pe
996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044

Edwin W. Delgado Florin
Ing. Civil
Reg. CIP 8827
Jefe de Laboratorio



PROYECTO: PROYECTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR "VILLA JUDICIAL"

FECHA: "SEPTIEMBRE - 2021" Página 28 de 42

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL

Ubicación: SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO- PROVINCIA DE TRUJILLO- DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

Muestra: CALICATA - 02 Profundidad: -1.50 m Nivel Freático: NO PRESENTA

Prof. (mtrs.)	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del material	Clasificación SUCS/AASHTO	Símbolo
0.10	EXPLORACIÓN	E-01	Material de relleno	-	
0.20		E-02	Arena mal graduada, clasificada según SUCS como "SP" de color marron claro, con minima presencia de humedad, de compacidad media, textura aspera y sin plasticidad. Grava = 29.9% , Arena = 69.8% , Finos= 0.4% LL= 0.00 , IP = N.P.	SP A-1-b(0)	
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					

NIVEL FREÁTICO NO PRESENTA

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

CORREO: suelos@cecapedingeneria.edu.pe

996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044





PROYECTO: PROYECTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR "VILLA JUDICIAL"

" FECHA: "SEPTIEMBRE - 2021" Página 31 de 42

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

N.T.P. 339.141

A. DATOS GENERALES

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL

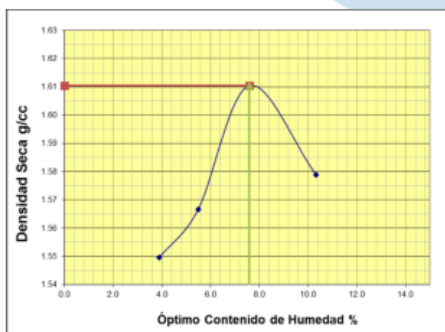
Ubicación: SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO- PROVINCIA DE TRUJILLO- DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

Muestra: CALICATA N° 02

Fecha de Entrega: SEPTIEMBRE 2021

N° DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	8310.00		8520.00		8490.00		8320.00	
Peso del Molde (g)	3390.00		3390.00		3390.00		3390.00	
Peso Suelo Húmedo (g)	4920.00		5130.00		5100.00		4930.00	
Volumen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	2.316		2.415		2.401		2.321	

Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	4%		6%		8%		10%	
Peso Tarro	228.90	195.70	85.10	195.70	87.50	148.30	228.90	195.70
Peso Tarro + Suelo húmedo (g)	696.80	700.20	562.40	699.10	435.20	502.40	702.90	709.60
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	679.80	682.00	534.50	670.90	407.90	475.20	658.10	661.20
Peso del agua	17.00	18.20	27.90	28.20	27.30	27.20	44.80	48.40
Peso de suelo seco	450.90	486.30	449.40	475.20	320.40	326.90	429.20	465.50
Humedad (%)	3.8	3.7	6.2	5.9	8.5	8.3	10.4	10.4
Humedad promedio (%)	3.76		6.07		8.42		10.42	
Densidad Seca (g/cc)	2.23		2.28		2.21		2.10	



METODO	A
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	25
DSM (g/cm³)	2.28
OCH (%)	6.07

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

📍 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

✉️ CORREO: suelos@cecapedingenieria.edu.pe

📞 996-968-817/ 📠 946-227-318/ 📠 (044)6986044





PROYECTO: PROYECTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR "VILLA JUDICIAL"

FECHA: "SEPTIEMBRE - 2021" Página 34 de 42

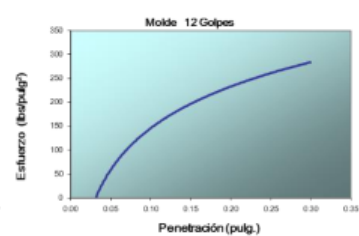
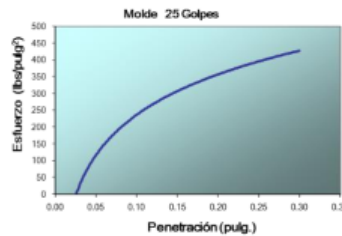
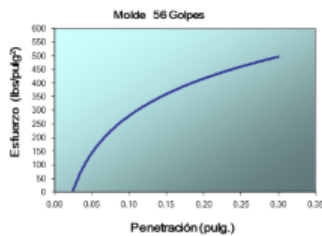
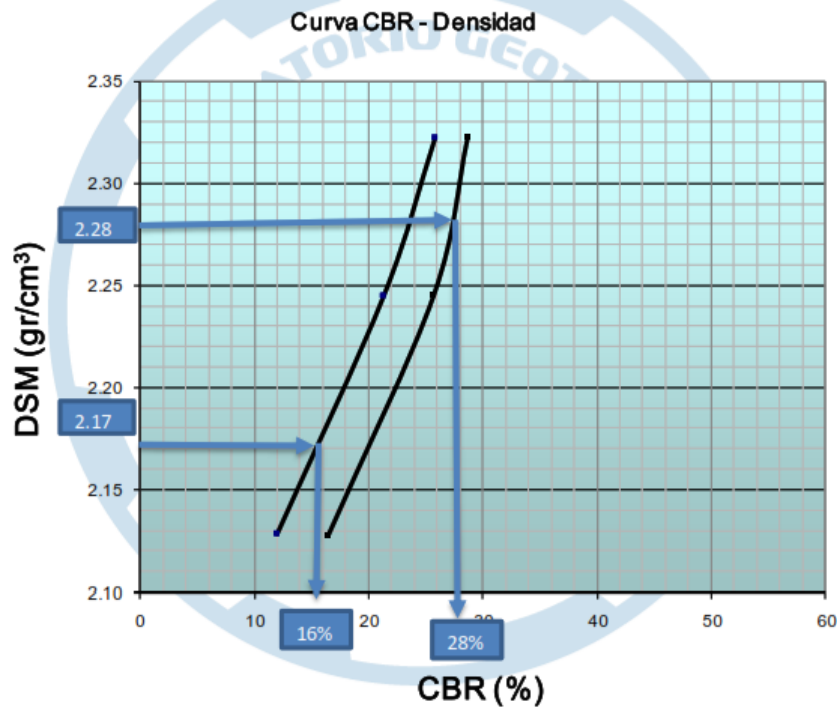
RAZÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NTP 339.145)

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL

Ubicación: SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO- PROVINCIA DE TRUJILLO- DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

Muestra: CALICATA N° 02

Fecha de Entrega: SEPTIEMBRE 2021



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

CORREO: suelos@cecapedingeneria.edu.pe

996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044

Edwin W. Delgado Florian
Edwin W. Delgado Florian
Ing. Civil
Reg. CIP 88277
Jefe de Laboratorio



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: PROYECTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR "VILLA JUDICIAL"

" FECHA: "SEPTIEMBRE - 2021" Página 25 de 42

**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-88)**

I. Datos Generales:

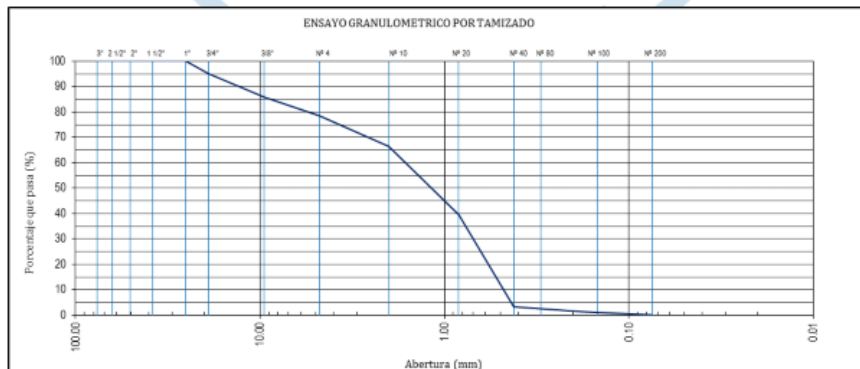
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL

UBICACIÓN : SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO- PROVINCIA DE TRUJILLO- DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

MUESTRA : CALICATA 03

FECHA : septiembre-2021

CLASIFICACION DE SUELOS								
PESO INICIAL:	1347.3 g.	Tamiz			Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido Parcial (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)
		Malla	Abert.(mm)	Serie				
		3"	76.200	32854	0.0	0.0	0.0	100.0
		2"	50.800	33708	0.0	0.0	0.0	100.0
		1 1/2"	38.100	42260	0.0	0.0	0.0	100.0
SUCS:	SP	1"	25.400	42774	0.0	0.0	0.0	100.0
AASHTO:	A-1-b(0)	3/4"	19.050	46118	65.3	4.8	4.8	95.2
		3/8"	9.500	42967	126.0	9.4	14.2	85.8
%W 2.63	%Grava: 21.4	Nº 4	4.750	34993	97.1	7.2	21.4	78.6
L.L N.P.	%Arena: 78.4	Nº 10	2.000	45806	163.2	12.1	33.5	66.5
I.P. N.P.	%Finos: 0.2	Nº 20	0.840	45149	364.5	27.1	60.6	39.4
		Nº 40	0.420	43661	487.1	36.2	96.7	3.3
D₁₀ : 0.50	Cu : 3.26	Nº 80	0.180	34874	24.8	1.8	98.6	1.4
D₃₀ : 0.70	Cc : 0.61	Nº 100	0.150	34875	7.0	0.5	99.1	0.9
D₆₀ : 1.62		Nº 200	0.075	44659	9.6	0.7	99.8	0.2
		< Nº 200			2.7	0.2	100.0	0.0



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro
 CORREO: suelos@cecapedingenieria.edu.pe
 996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044

Edwin W. Delgado Florian
 Ing. Civil
 Reg. CIP 8827
 Jefe de Laboratorio



PROYECTO: PROYECTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR "VILLA JUDICIAL"

FECHA: "SEPTIEMBRE - 2021" Página 26 de 42

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (NTP 339.127)

PROYECTO:

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL

UBICACIÓN:

SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO- PROVINCIA DE TRUJILLO- DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

CALICATA:

CALICATA 03

FECHA:

septiembre-2021

Muestra:	M-01	
Recipiente:	1	2
Peso Recipiente :	105.70	192.50
Muestra Humeda :	815.30	725.90
Peso Recipiente + Muestra Seca :	798.30	711.30
Peso Agua :	17.00	14.60
Peso Seco :	692.60	518.80
W%:	2.45	2.81
W _{promedio} %:	2.63	

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

CORREO: suelos@cecapedingeneria.edu.pe

996-968-817/ 946-227-318/ (044)6986044

Edwin W. Delgado Florian
 Edwin W. Delgado Florian
 Ing. Civil
 Reg. CIP 8827
 Jefe de Laboratorio

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL

Ubicación: SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO- PROVINCIA DE TRUJILLO- DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

Muestra: CALICATA - 03. **Profundidad:** -1.50 m. **Nivel Freático:** NO PRESENTA

Prof. (mtrs.)	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del material	Clasificación SUCS/AASHTO	Símbolo
0.10	E X P L O R A C I O N	E-01	Material de relleno	-	
0.20		E-02	Arena mal graduada, clasificada según SUCS como "SP" de color marron claro, con minima presencia de humedad , de compactad media, textura aspera y sin plasticidad. Grava =21.4% , Arena =78.4% , Finos= 0.2% LL= 0.00 , IP = N.P.	SP A-1-b(0)	
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
NIVEL FREÁTICO NO PRESENTA					

SUELOS

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

📍 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

✉️ CORREO: suelos@cecapedingeneria.edu.pe

📞 996-968-817 / 📠 946-227-318 / 📠 (044)6986044


Edwin W. Delgado Florin
 Ing. Civil
 Reg. CIP 8827
 Jefe de Laboratorio





PROYECTO: PROYECTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR "VILLA JUDICIAL"

FECHA: "SEPTIEMBRE - 2021" Página 32 de 42

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

N.T.P. 339.141

A. DATOS GENERALES

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL

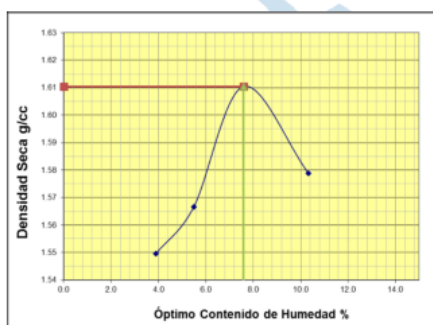
Ubicación: SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO- PROVINCIA DE TRUJILLO- DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

Muestra: CALICATA N° 03

Fecha de Entrega: SEPTIEMBRE 2021

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7680.00	7940.00	7810.00	7840.00
Peso del Molde (g)	3390.00	3390.00	3390.00	3390.00
Peso Suelo Húmedo (g)	4290.00	4550.00	4420.00	4450.00
Volúmen del molde (cc)	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.020	2.142	2.081	2.095

Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	4%		6%		8%		10%	
Peso Tarro	228.90	195.70	85.10	195.70	87.50	148.30	228.90	195.70
Peso Tarro + Suelo humedo (g)	715.30	692.90	485.30	659.00	415.90	481.30	682.30	685.30
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	696.10	672.10	463.10	632.30	391.30	455.60	641.30	642.30
Peso del agua	19.20	20.80	22.20	26.70	24.60	25.70	41.00	43.00
Peso de suelo seco	467.20	476.40	378.00	436.60	303.80	307.30	412.40	446.60
Humedad (%)	4.1	4.4	5.9	6.1	8.1	8.4	9.9	9.6
Humedad promedio (%)	4.24		5.99		8.23		9.79	
Densidad Seca (g/cc)	1.94		2.02		1.92		1.91	



METODO	A
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	25
DSM (g/cm ³)	2.02
OCH (%)	5.99

LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788

Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro

CORREO: suelos@cecapedingeneria.edu.pe

996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044



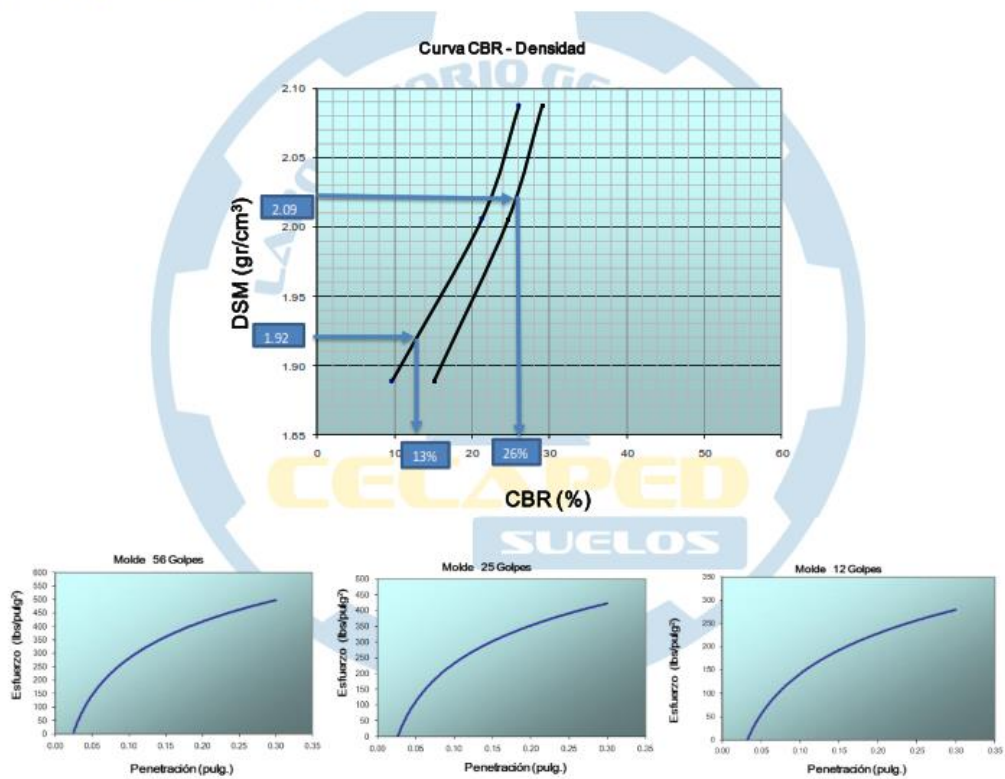
**RAZÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NTP 339.145)**

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL

Ubicación: SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO- PROVINCIA DE TRUJILLO- DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

Muestra: CALICATA N° 03

Fecha de Entrega: SEPTIEMBRE 2021



LABORATORIO GEOTÉCNICO CECAPED SUELOS S.A.C RUC: 20607813788
 Calle Cobre Mz. A Lote 7 Urb. San Isidro
 CORREO: suelos@cecapedingeneria.edu.pe
 996-968-817 / 946-227-318 / (044)6986044


Edwin W. Delgado Florin
 Ing. Civil
 Reg. CIP 8827
 Jefe de Laboratorio



e) RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS



UPAO | Facultad de Ingeniería

Trujillo, 07 de octubre de 2021

RESOLUCIÓN N° 1749-2021-FI-UPAO

VISTO, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado: “**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, RÍGIDO Y ARTICULADO EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL – DISTRITO DE HUANCHACO – TRUJILLO – LA LIBERTAD**”, de los Bachilleres: **FRANCO VILLANUEVA, JOSE LUIS** y **VARGAS LOBATON, MARGARETH WENDY**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, y;

CONSIDERANDO:

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: **Dr. ENRIQUE LUJAN SILVA**, Presidente; **Ing. MANUEL ALBERTO VERTIZ MALABRIGO**, Secretario; **Ing. TITO ALFREDO BURGOS SARMIENTO**, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme;

Que, el Proyecto de Tesis ha sido elaborado conforme a las exigencias prescritas por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad, el mismo que fue sometido a evaluación por el mencionado jurado evaluador, quien por acuerdo unánime recomendó su aprobación, tal como se desprende del informe elevado a la Facultad de Ingeniería;

Que, de acuerdo al Artículo 28° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, el Proyecto de Tesis se inscribe en el libro de proyectos de tesis a cargo de la Secretaría Académica de la Facultad;

Estando al Estatuto de la Universidad, al Reglamento de Grados y Títulos la Universidad y a las atribuciones conferidas a éste Despacho;

SE RESUELVE:

PRIMERO: **APROBAR** la modalidad de titulación solicitada por los Bachilleres: **FRANCO VILLANUEVA, JOSE LUIS** y **VARGAS LOBATON, MARGARETH WENDY**, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una **TESIS** para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

SEGUNDO: **APROBAR** y **DISPONER** la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: titulado: “**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, RÍGIDO Y ARTICULADO EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL – DISTRITO DE HUANCHACO – TRUJILLO – LA LIBERTAD**”.

TERCERO: **COMUNICAR** a los Bachilleres que tienen un plazo máximo de **UN AÑO** para desarrollar su tesis, a cuyo vencimiento, se produce la caducidad del mismo, perdiendo el derecho exclusivo sobre el tema elegido.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.



Dr. Ángel Alánca Quenta
DECANO

f) INFORME FINAL DE ASESOR

INFORME FINAL DE ASESORAMIENTO DE TESIS

Señor : Ing. Alanoca Quenta Ángel Fredy, Decano de la Facultad de Ingeniería

Asunto: Informe final de asesoramiento de tesis

Fecha : Trujillo, 06 de noviembre del 2021

De conformidad con el Artículo 33º del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, y en cumplimiento de la **Resolución de Facultad N° °1749-2021-FI-UPAO**, el suscrito, docente asesor de la Tesis titulada: **"ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, RÍGIDO Y ARTICULADO EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL – DISTRITO DE HUANCHACO – TRUJILLO – LA LIBERTAD"** de los Bachilleres: **FRANCO VILLANUEVA JOSÉ LUIS y VARGAS LOBATÓN MARGARETH WENDY**; cumpla con informar sobre el asesoramiento realizado, detallando lo siguiente:

La presente Tesis cumple con las etapas y cronograma establecido en el Programa PADT, asimismo cumple con el proceso de la investigación de acuerdo al Proyecto de Tesis, reuniendo la calidad académica exigida.

Por lo expuesto, agradeceré a usted, tomar en consideración el presente trabajo, para su evaluación y emisión del dictamen que corresponda por parte del jurado.

Atentamente,



Rodríguez Ramos, Mamerto
CIP: 3689

Ing. Mamerto Rodríguez Ramos
Asesor

Adjunto:

- Reporte de coincidencias generado con el software Antiplagio Turnitin y firmado por el suscrito, que no supera el 20%.

g) AUTORIZACIÓN DE LA MUNICIPALIDAD DE VICTOR RAÚL HAYA DE LA TORRE



Municipalidad del Centro Poblado
"Victor Raúl Haya De La Torre" - Huanchaco - Trujillo

CREADO POR RESOLUCIÓN MUNICIPAL Nº 95 MPT- 14 DE MAYO DE 1996



AUTORIZACIÓN

LA UNIDAD DE DESARROLLO URBANO DE LA MUNICIPALIDAD DEL CENTRO POBLADO "VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE" DEL DISTRITO DE HUANCHACO, QUE SUSCRIBE.

AUTORIZA:

A LOS BACHILLERES DE ING. CIVIL; **VARGAS LOBATON MARGARETH WENDY Y FRANCO VILLANUEVA JOSE LUIS**, LA REALIZACIÓN DE CALICATAS PARA TRABAJOS DE INVESTIGACION A LLEVARSE A CABO EN:

1. AV. EL SOL EN LOS TRAMOS COMPRENDIDOS ENTRE AV. PACHACAMAC Y CALLE LAS MAGNOLIAS.
2. AV. ALAN GARCIA EN LOS TRAMOS COMPRENDIDOS ENTRE AV. LOS FICUS Y CALLE LAS MAGNOLIAS.
3. CALLE LOS TULIPANES.

PRECISAR A LOS INTERESADOS, QUE DEBERÁN REALIZAR LAS COORDINACIONES NECESARIAS Y BAJO SUPERVISION DEL PERSONAL DEL AREA COMPETENTE DE NUESTRA MUNICIPALIDAD, A FIN DE GARANTIZAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD DE LOS TRABAJOS A REALIZAR.

ASIMISMO, EN LO REFERIDO AL CUMPLIMIENTO DE LAS EXIGENCIAS DE SEGURIDAD COMPROMETIDAS POR LOS INTERESADOS, **DISPONER** QUE DE NO PODER CUMPLIRSE SE DETERMINARA LA **REVOCACIÓN** DE LA PRESENTE AUTORIZACIÓN OTORGADA Y LA **SUSPENSIÓN** DE DICHO TRABAJO, SIN PERJUICIO DE LAS ACCIONES ADMINISTRATIVAS Y LEGALES QUE CORRESPONDAN.

SE EXPIDE LA PRESENTE AUTORIZACIÓN A SOLICITUD DE LA PARTE INTERESADA, PARA LOS FINES QUE SE ESPECIFICAN.






VÍCTOR RAÚL HAYA DE LA TORRE, 01 DE SETIEMBRE DEL 2021.

ATENTAMENTE,

MUNICIPALIDAD C.P. VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE
DISTRITO HUANCHACO


Ketty S. Lujan Narvaez
DNI 16038194
AREA DE DESARROLLO URBANO

Av. Corekenkes S/N Mz. 40 Lt. 01 – Plaza de Armas C.P. Victor Raúl – Huanchaco

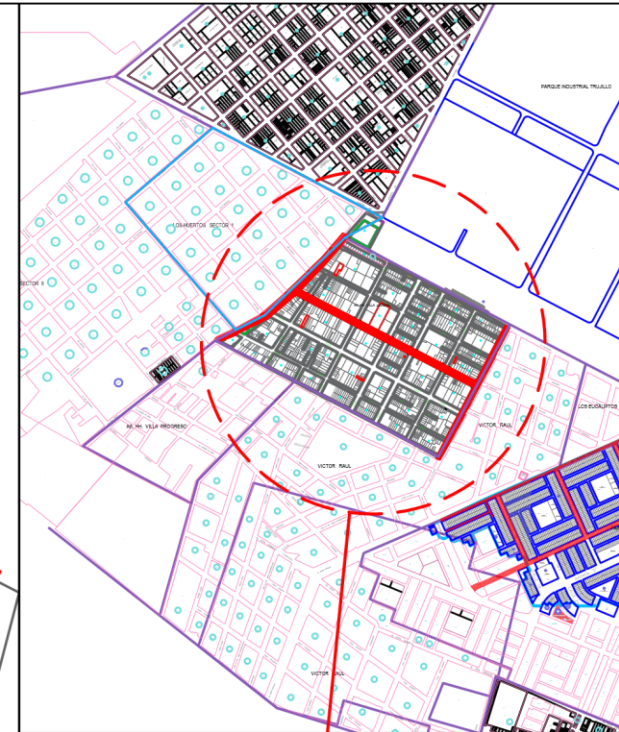
municipalidadcpvictorraul@gmail.com      Municipalidad del Centro Poblado Victor Raúl

Tel. 044-596914

PLANOS



PLANO DE UBICACIÓN
ESC: 1/6 000



ESQUEMA DE LOCALIZACION
ESC: 1/25 000

CALLES SEÑALADAS:
 CALLE LOS TULIPANES
 AV. ALAN GARCÍA PEREZ (PACHACAMAC - MAGNOLIAS)
 AV. EL SOL (PACHACAMAC - MAGNOLIAS)



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

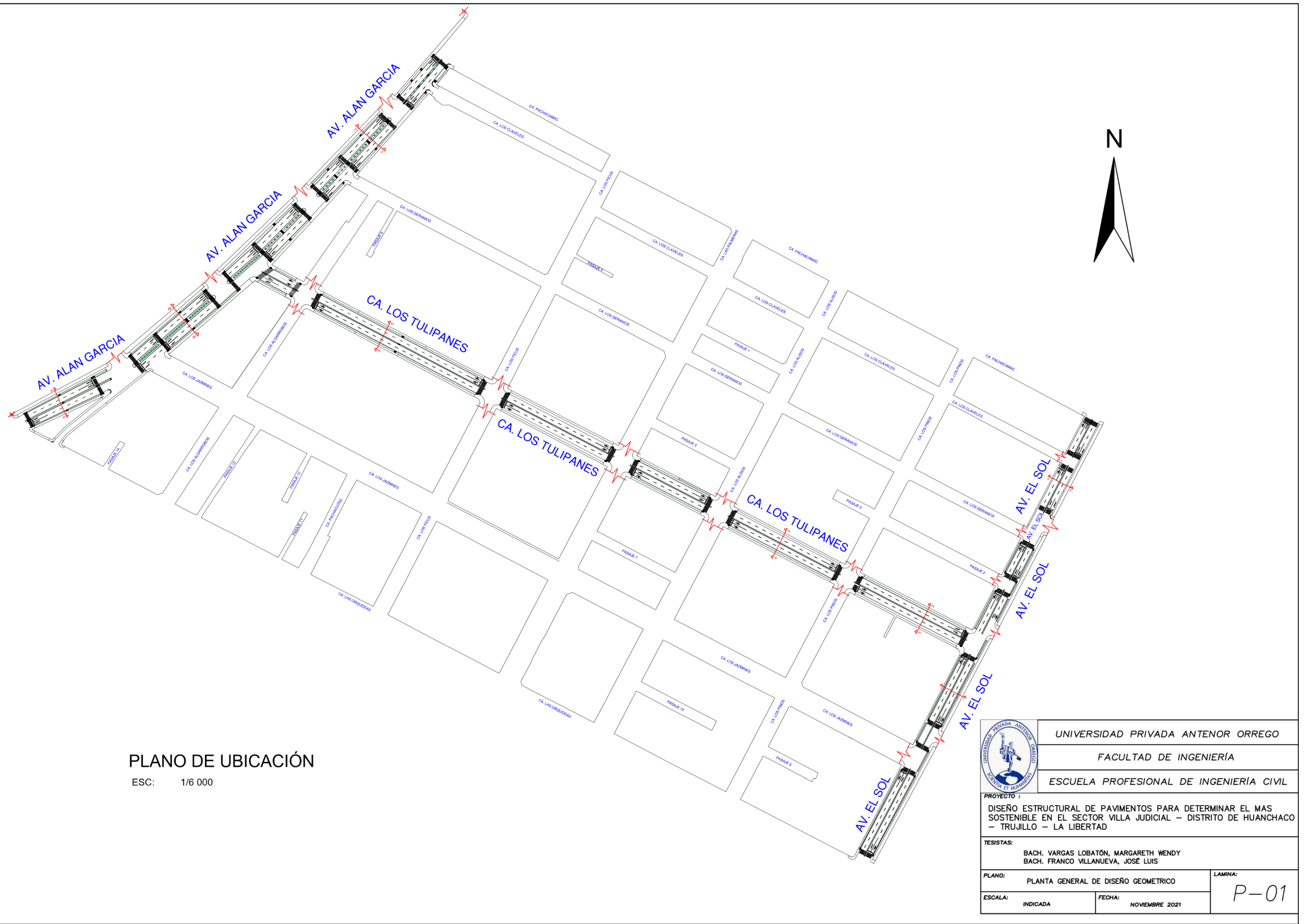
PROYECTO :
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL – DISTRITO DE HUANCHACO – TRUJILLO – LA LIBERTAD

TESISTAS:
 BACH. VARGAS LOBATÓN, MARGARETH WENDY
 BACH. FRANCO VILLANUEVA, JOSÉ LUIS

PLANO: PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

LAMINA:
 UL-01

ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE 2021



PLANO DE UBICACIÓN

ESC: 1/6 000



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO :
 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PARA DETERMINAR EL MAS SOSTENIBLE EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

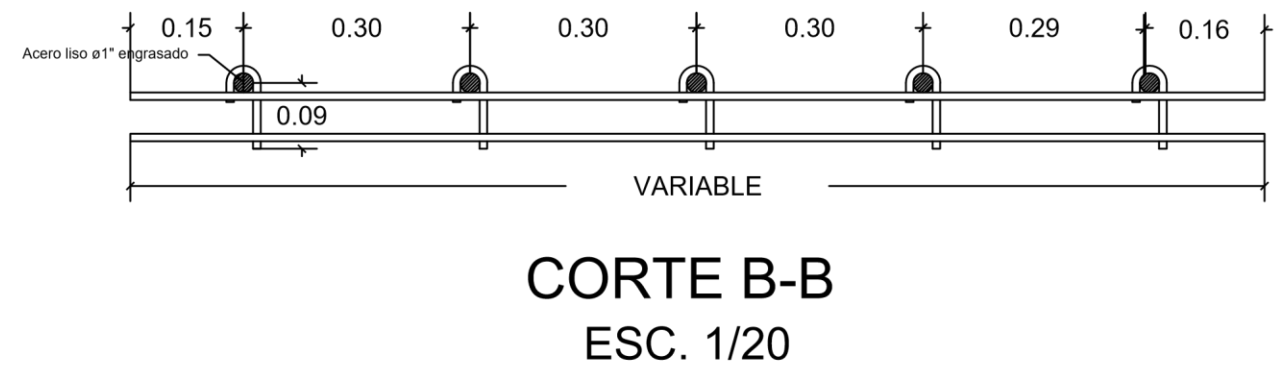
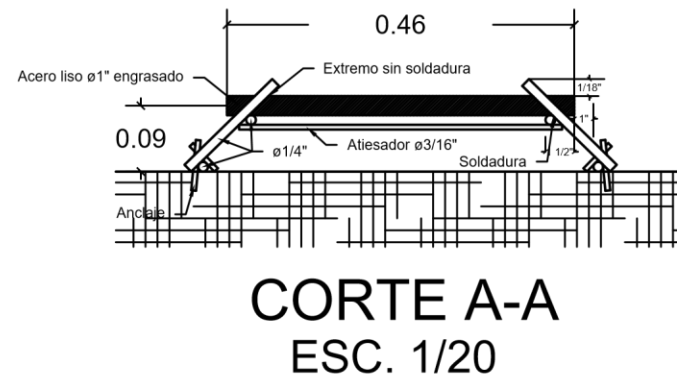
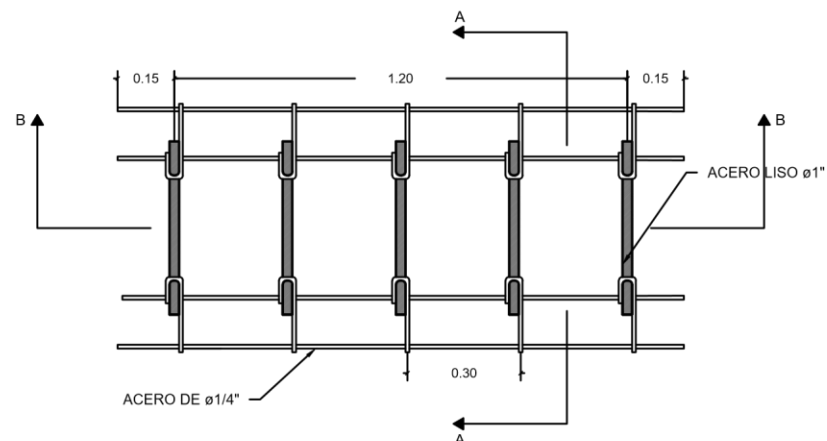
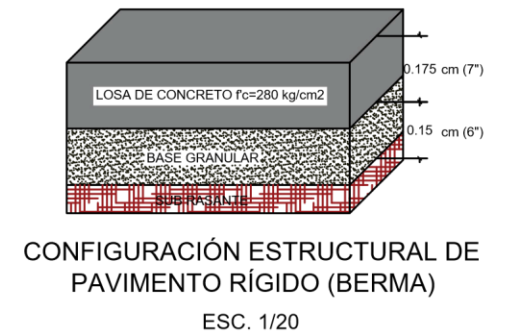
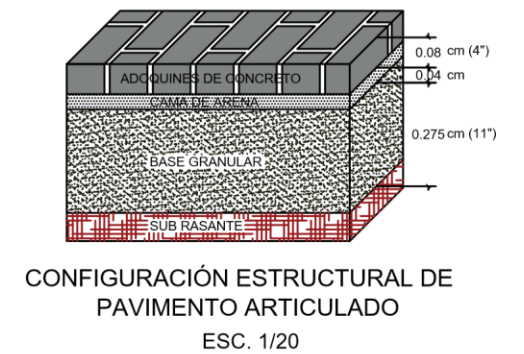
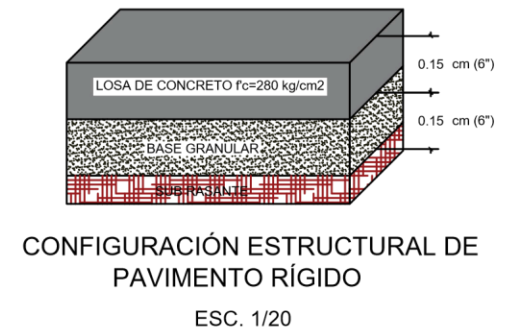
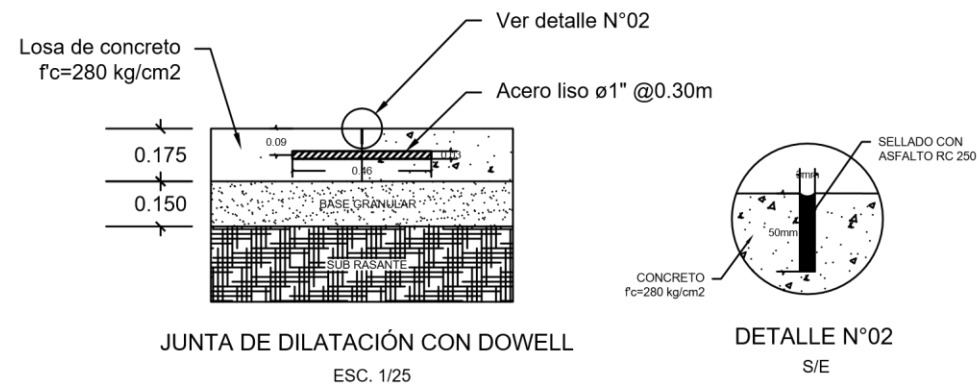
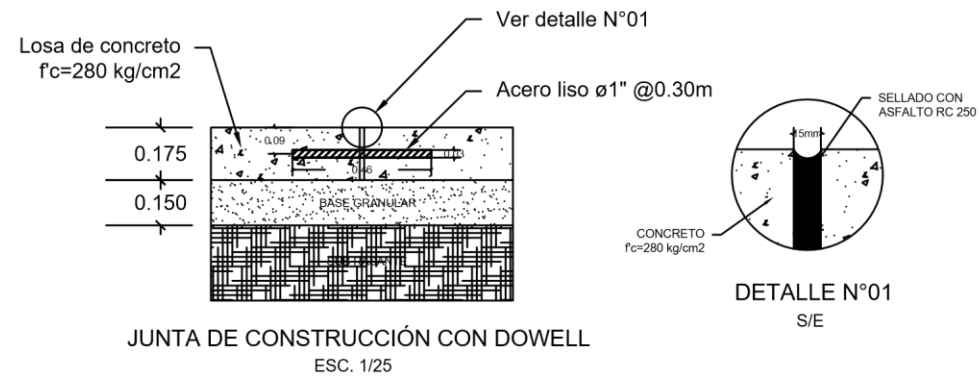
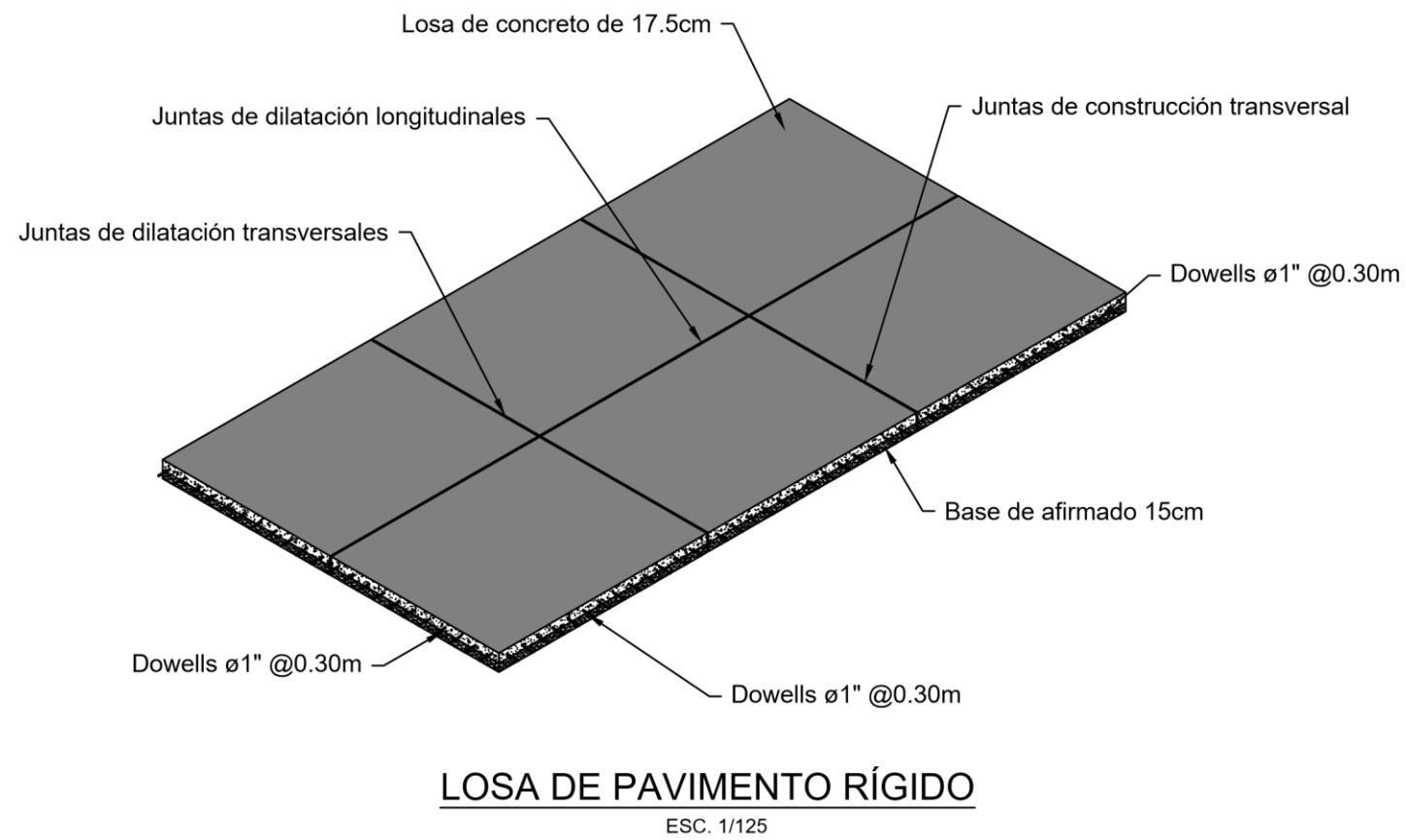
TESISTAS:
 BACH. VARGAS LOBATÓN, MARGARETH WENDY
 BACH. FRANCO VILLANUEVA, JOSÉ LUIS

PLANO: PLANTA GENERAL DE DISEÑO GEOMETRICO

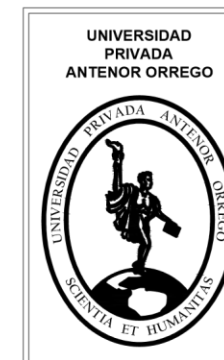
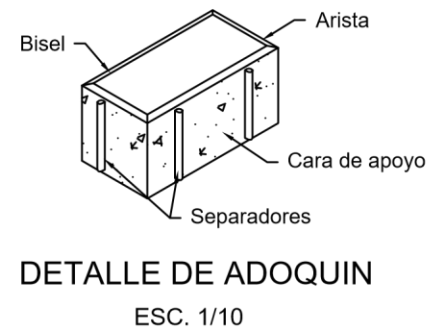
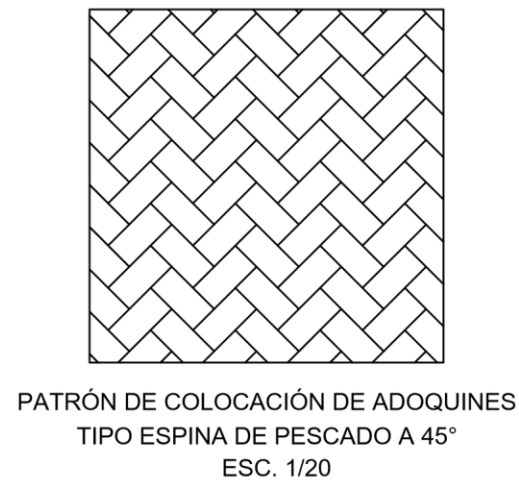
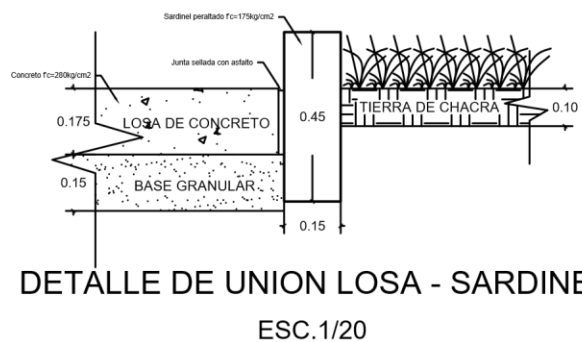
LAMINA:
P-01

ESCALA: INDICADA

FECHA: NOVIEMBRE 2021



DETALLE DE CANASTILLA PARA DOWELLS (PLANTA) ESC. 1/20



PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, RÍGIDO Y ARTICULADO EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

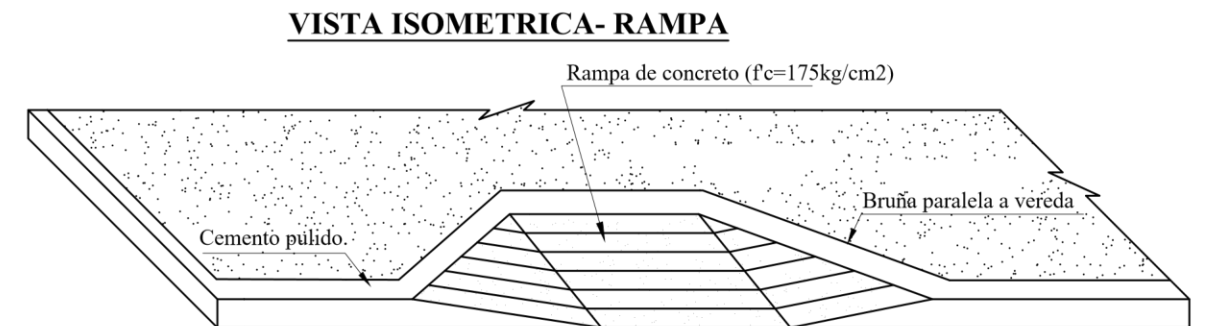
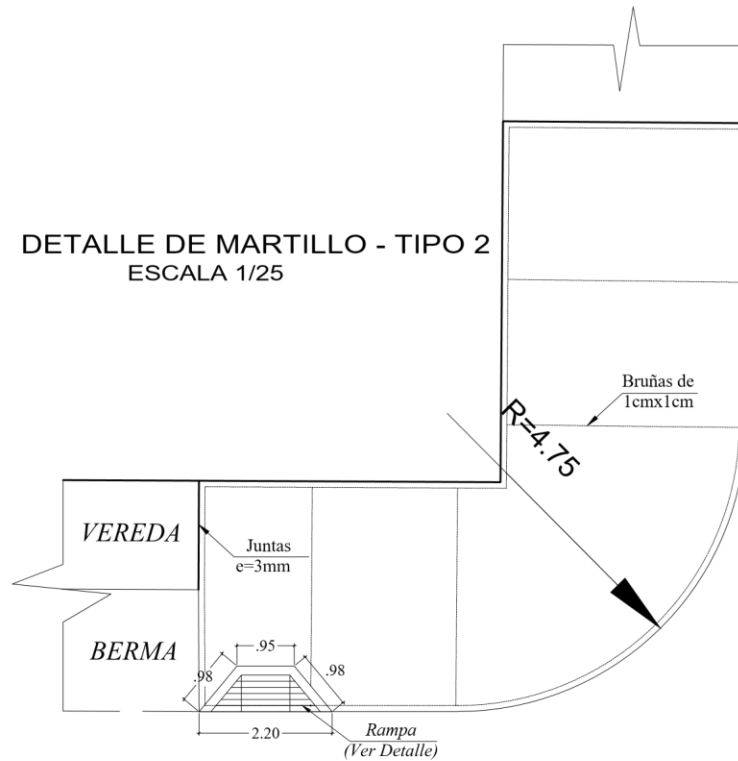
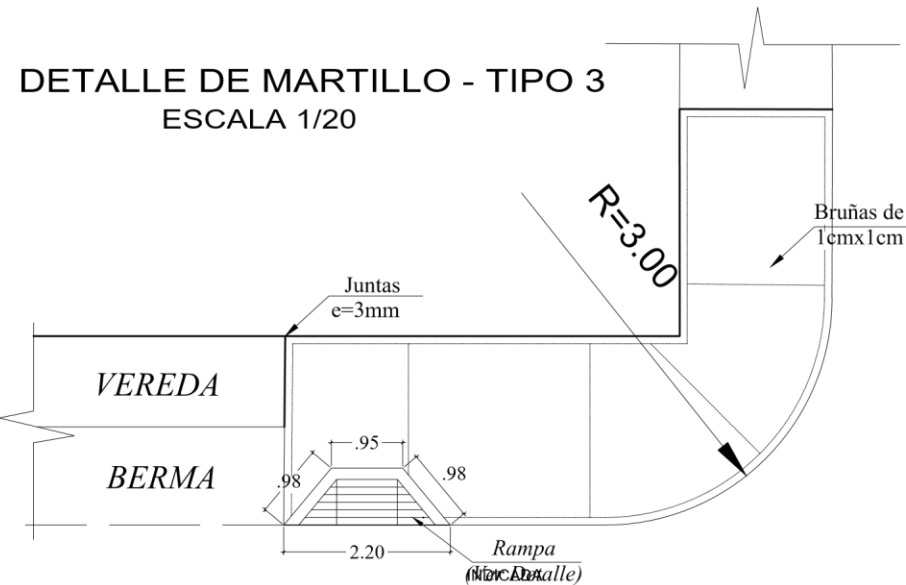
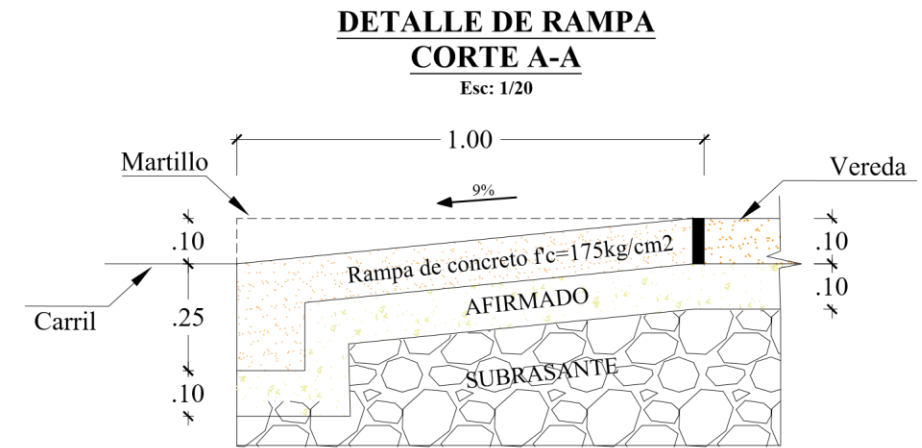
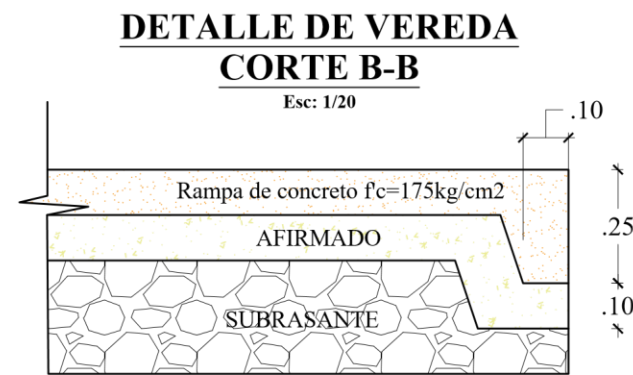
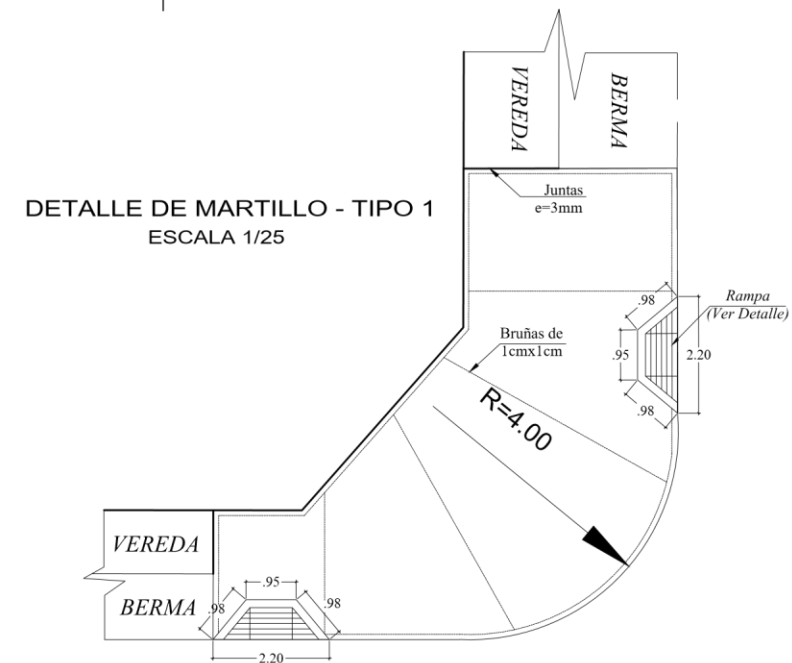
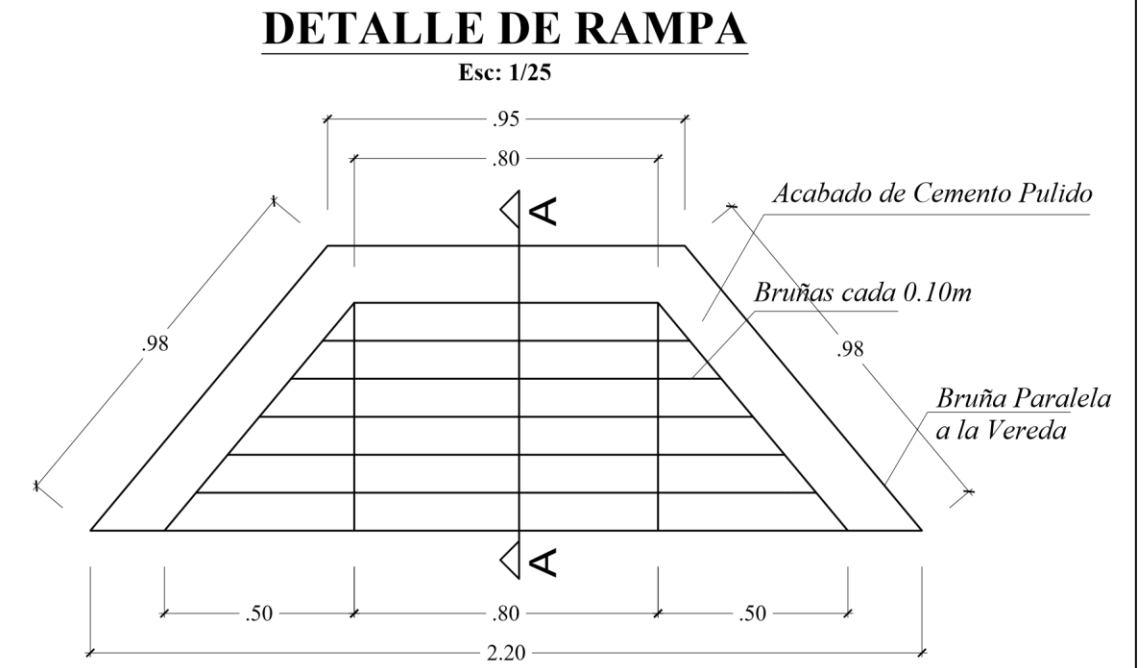
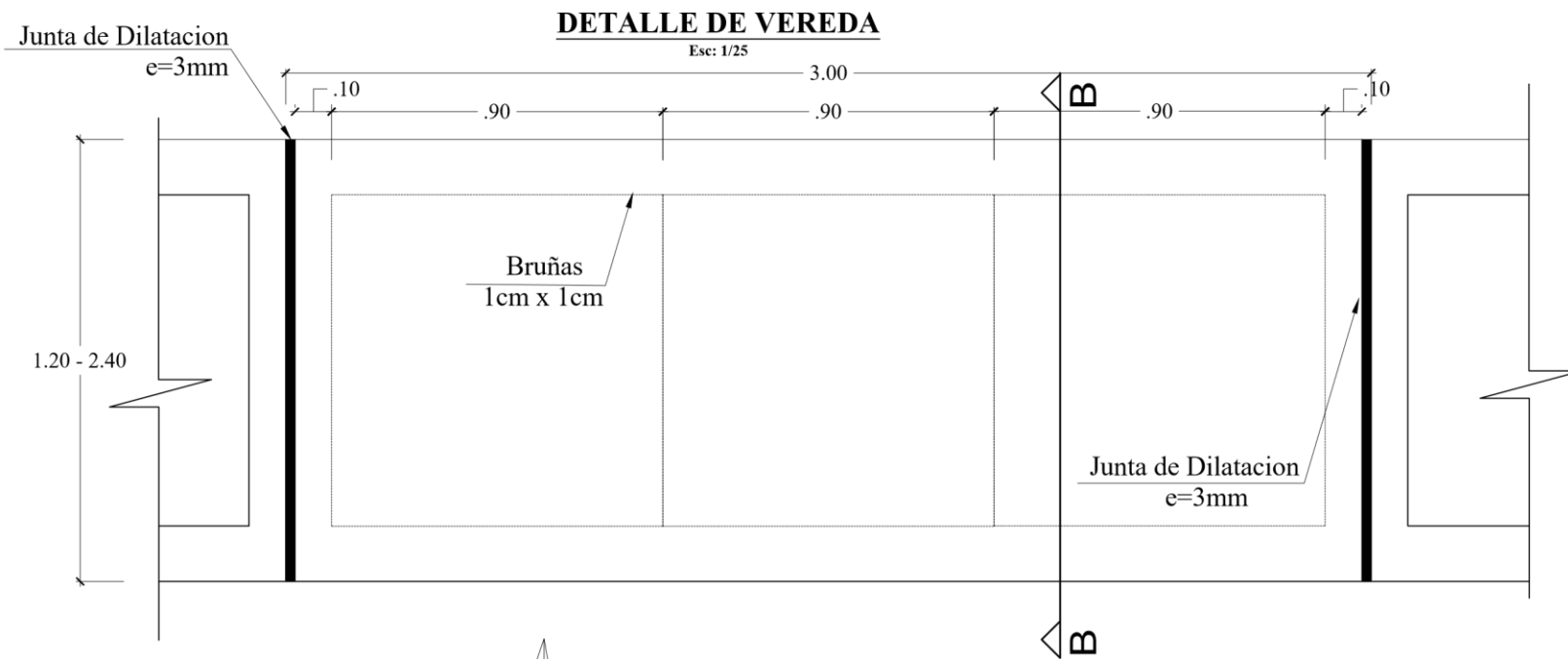
ESTUDIANTES: BACH. FRANCO VILLANUEVA, JOSÉ LUIS
BACH. VARGAS LOBATÓN, MARGARETH WENDY

PLANO: PLANO DE DETALLE

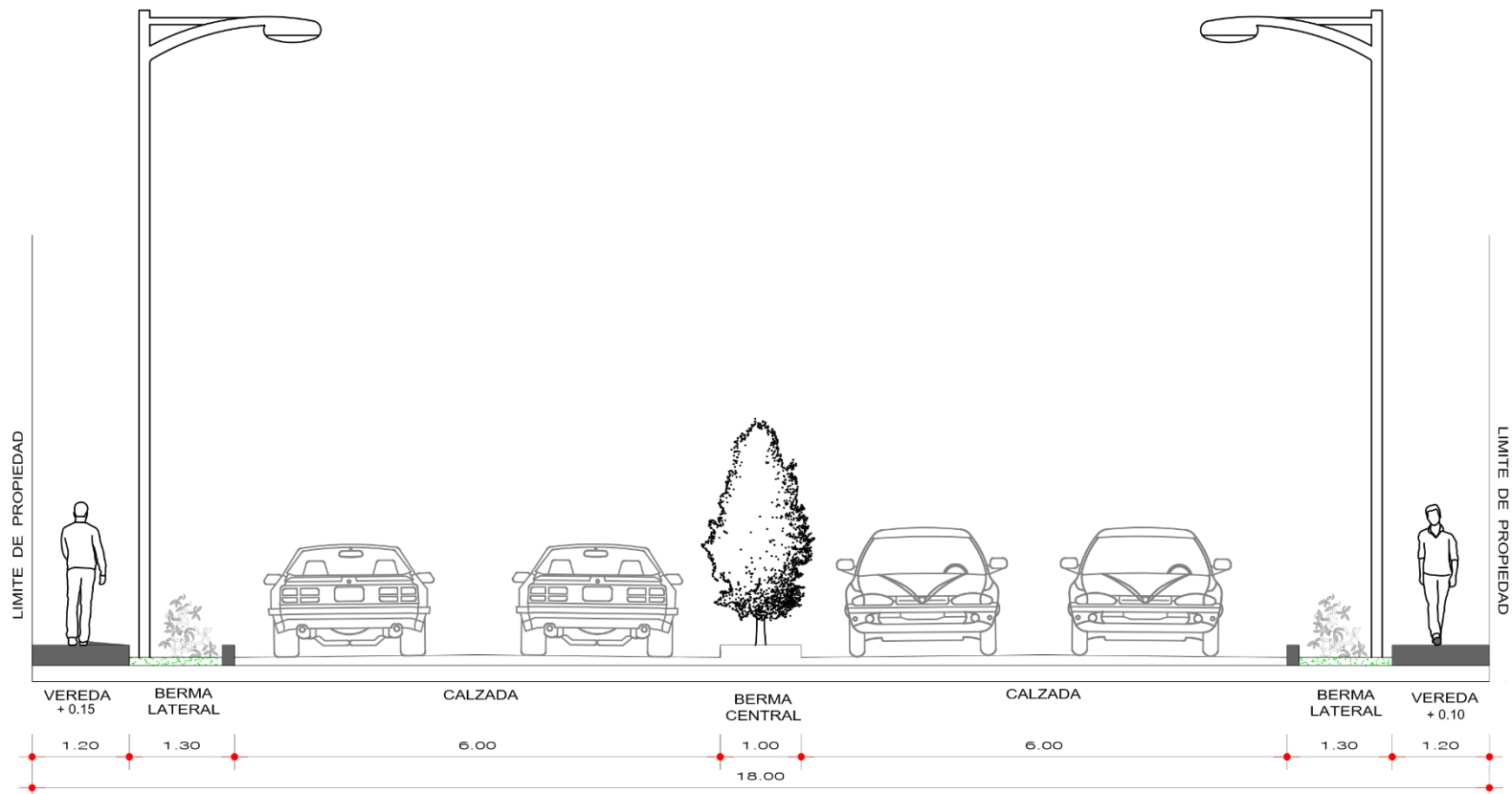
FECHA: OCTUBRE - 2021

ESCALA:

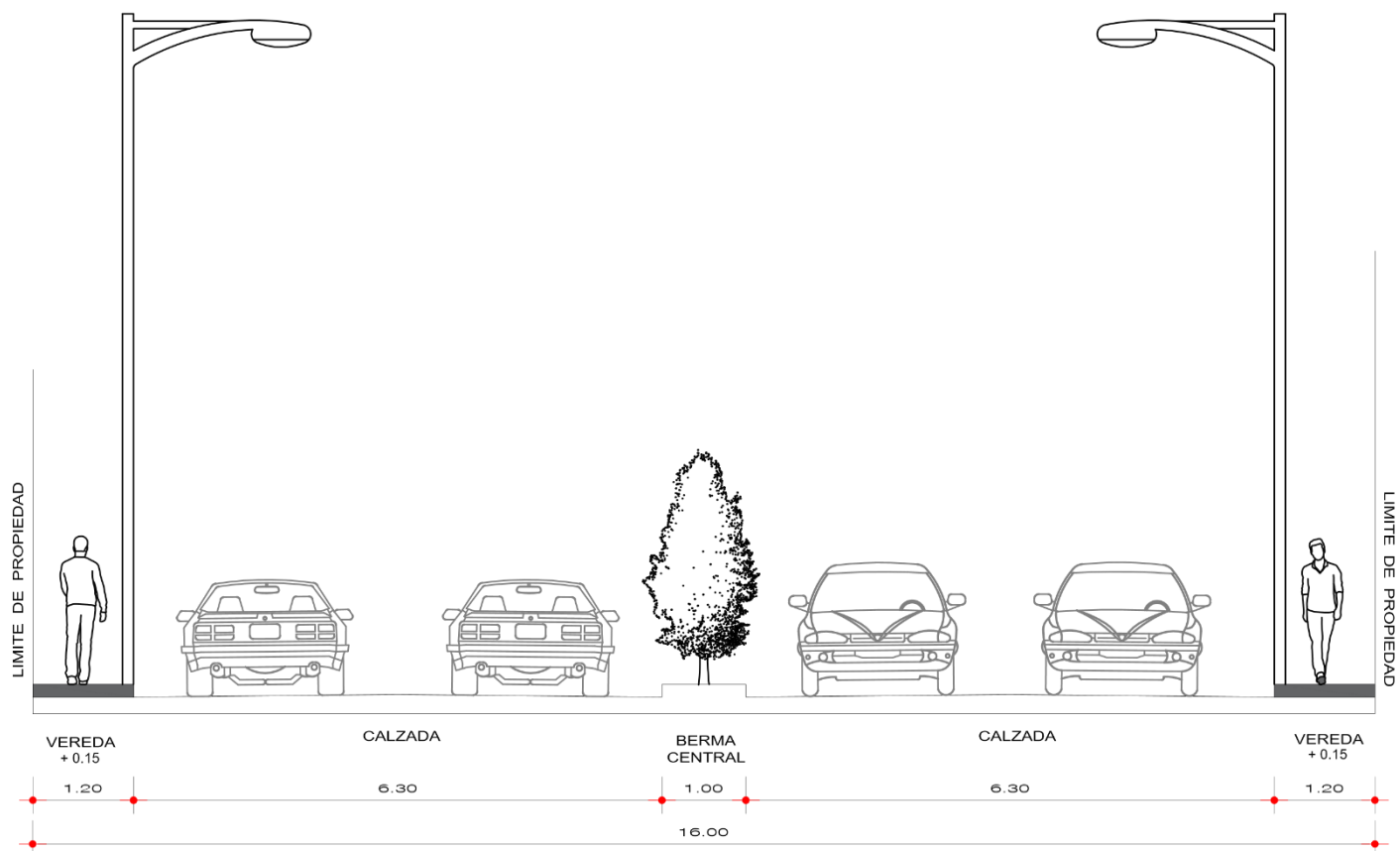
LÁMINA: DT-01




	UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEÑOR ORREGO	PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, RÍGIDO Y ARTICULADO EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
	ESTUDIANTES: BACH. FRANCO VILLANUEVA, JOSÉ LUIS BACH. VARGAS LOBATÓN, MARGARETH WENDY	LÁMINA: DT-02
	PLANO: PLANO DE DETALLE DE RAMPAS, VEREDAS Y MARTILLOS	FECHA: OCTUBRE - 2021
	ESCALA: INDICADA	

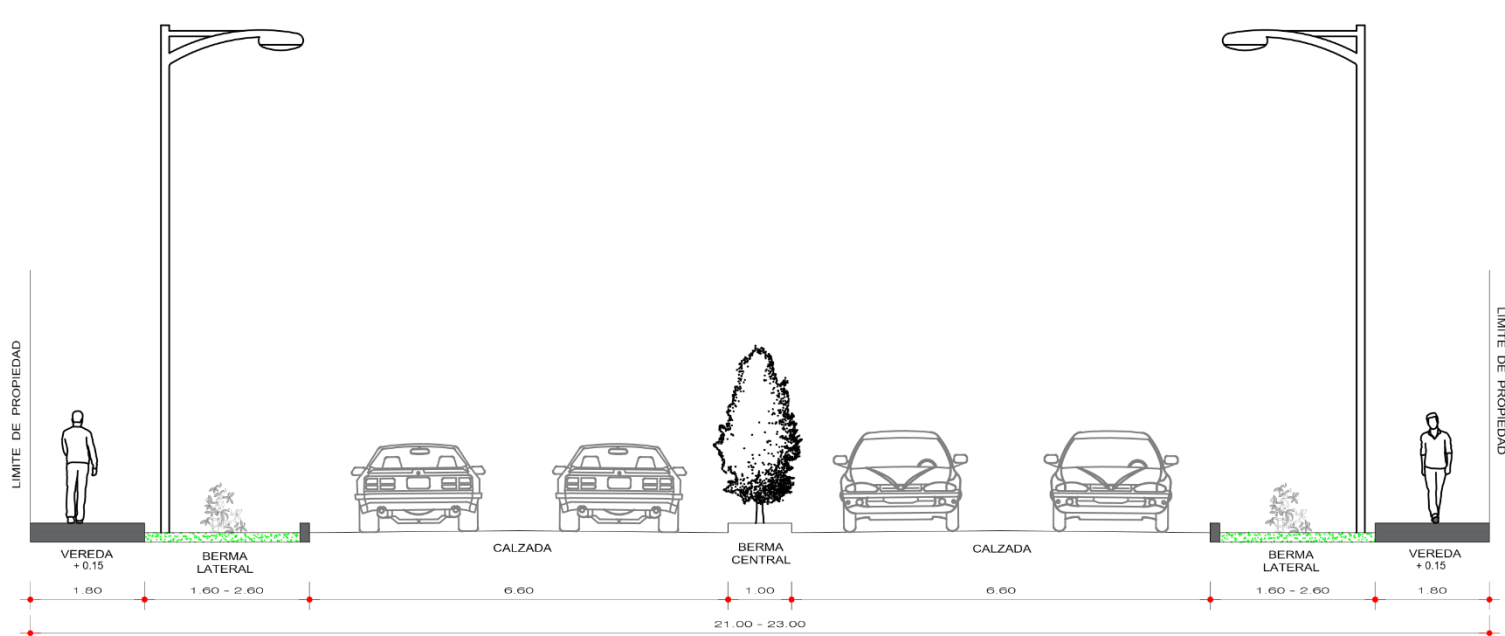


SECCIÓN 1-1
ESCALA 1/75

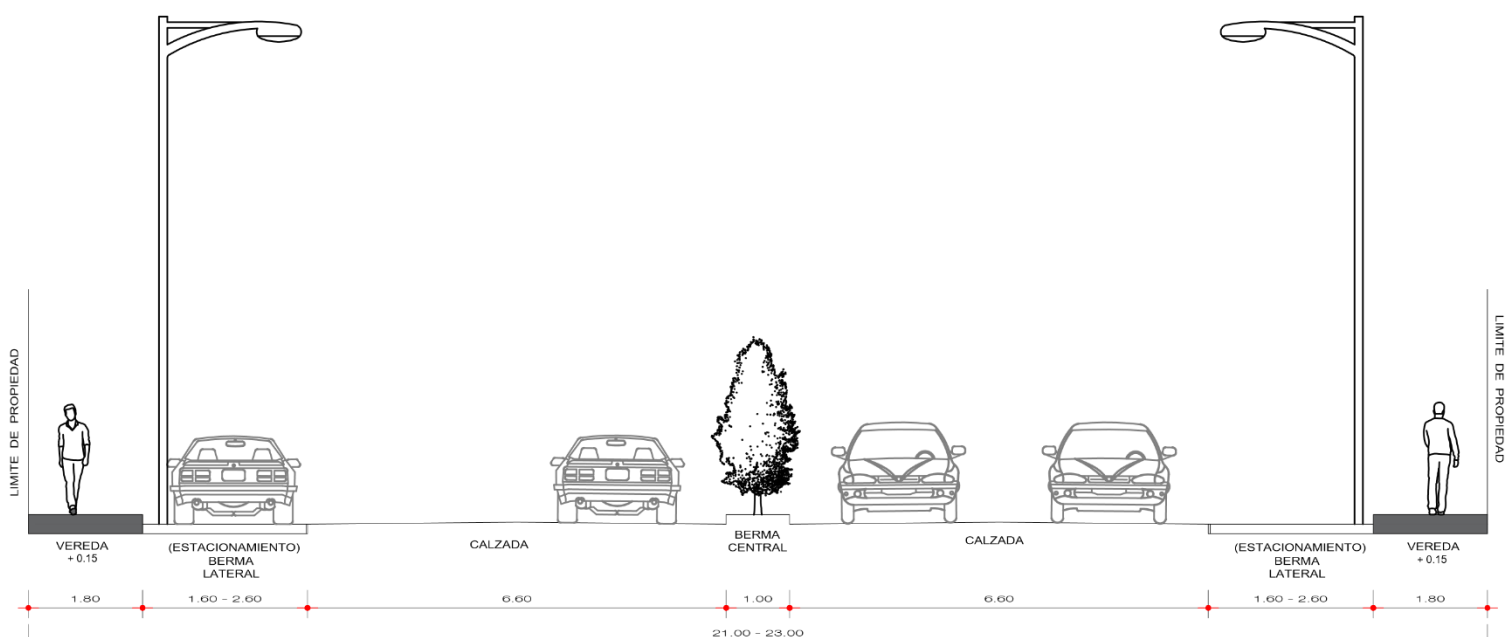


SECCIÓN 2-2
ESCALA 1/75

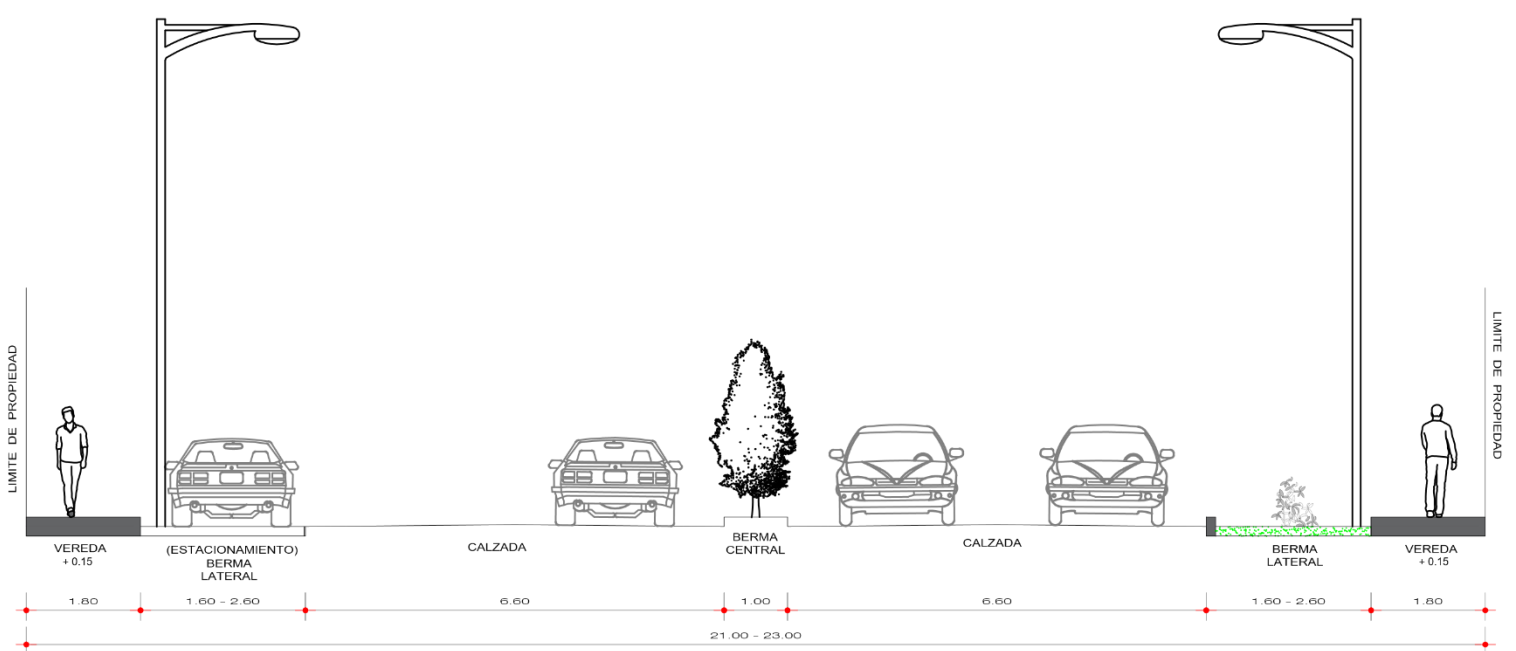
 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO</p>	PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, RÍGIDO Y ARTICULADO EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	
	ESTUDIANTES: BACH. FRANCO VILLANUEVA, JOSÉ LUIS BACH. VARGAS LOBATÓN, MARGARETH WENDY	
	PLANO: SECCIONES VIALES DE AVENIDA EL SOL	LÁMINA: P-02
	FECHA: OCTUBRE - 2021	ESCALA: INDICADA



SECCIÓN 3-3
ESCALA 1/100

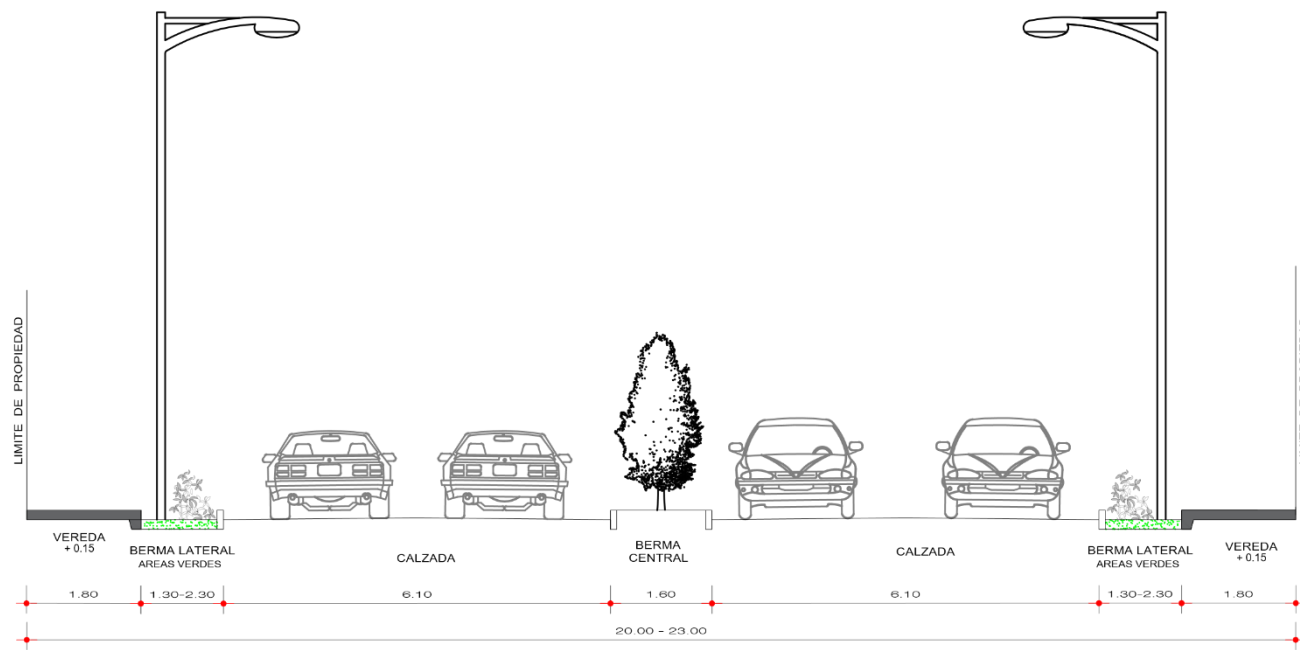


SECCIÓN 4-4
ESCALA 1/100

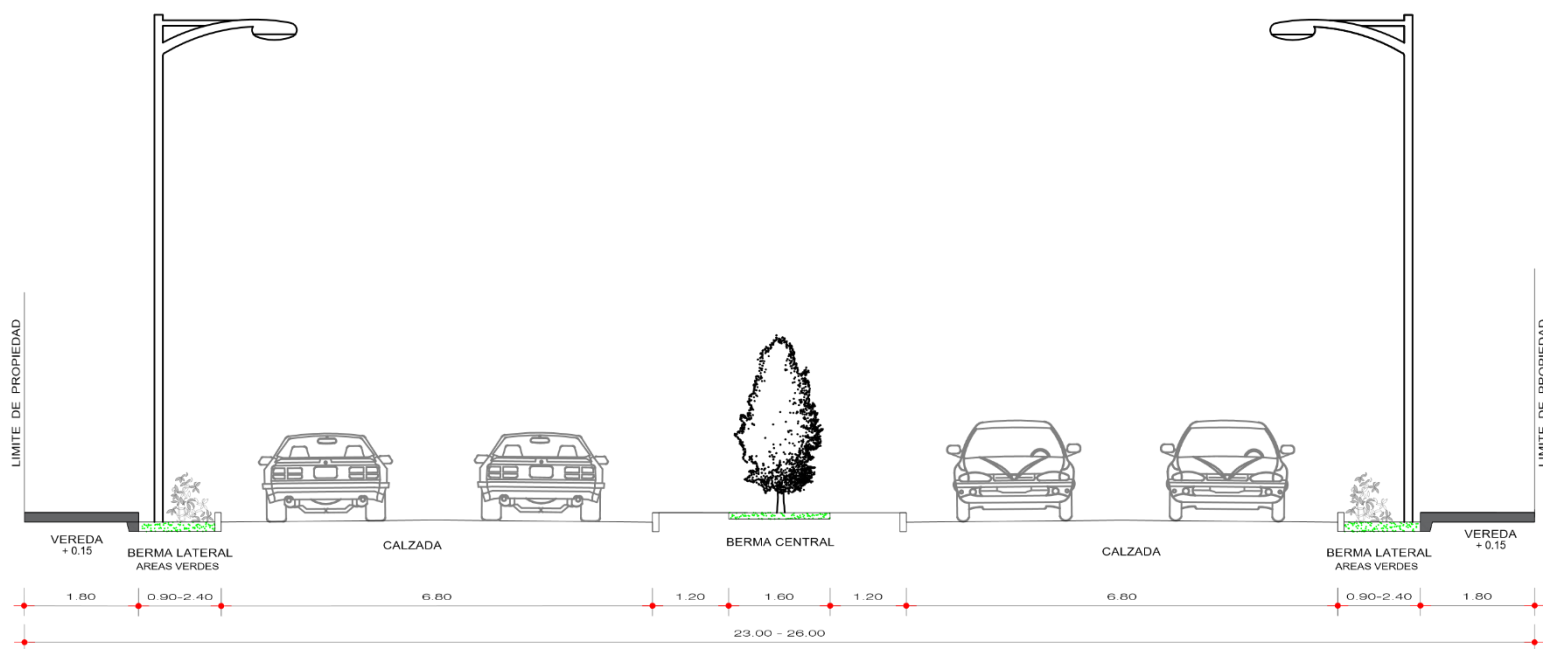


SECCIÓN 5-5
ESCALA 1/100

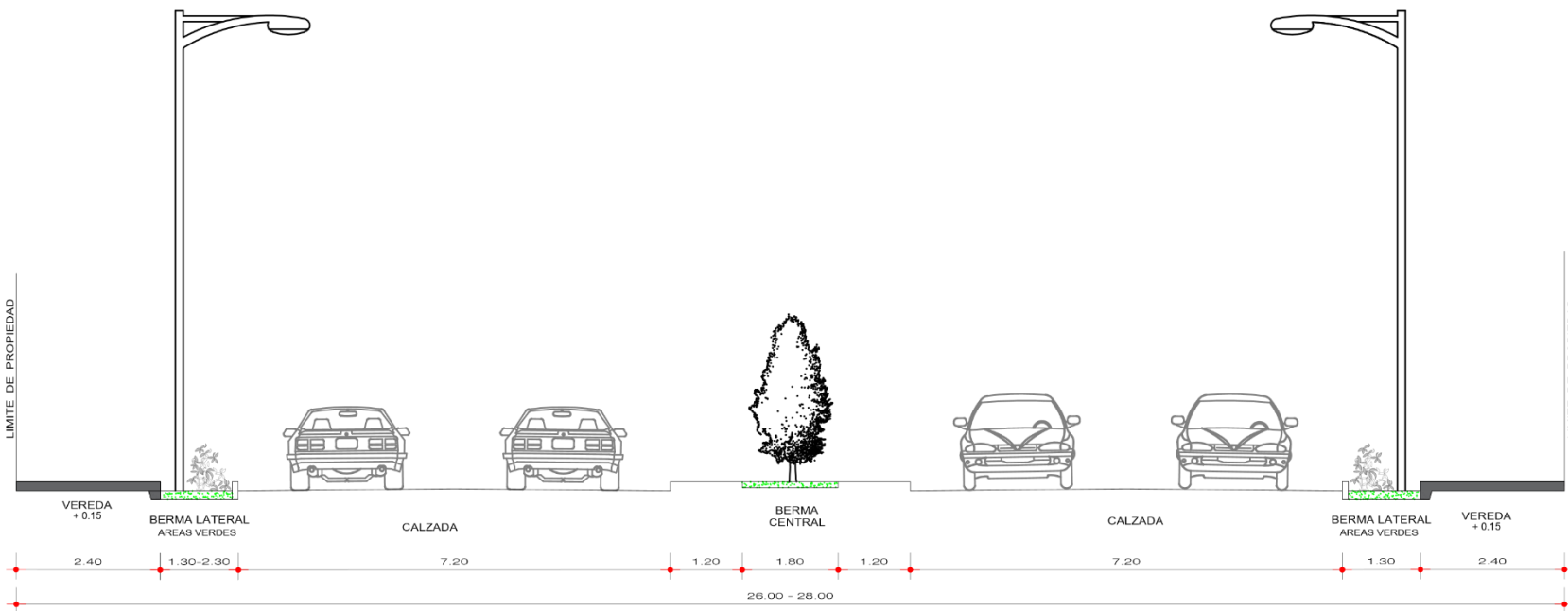
 UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO	PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, RÍGIDO Y ARTICULADO EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	
	ESTUDIANTES: BACH. FRANCO VILLANUEVA, JOSÉ LUIS BACH. VARGAS LOBATÓN, MARGARETH WENDY	
	PLANO: SECCIONES VIALES DE CALLE LOS TULIPANES	LÁMINA: P-03
	FECHA: OCTUBRE - 2021	ESCALA: INDICADA




SECCIÓN 6-6
ESCALA 1/100



SECCIÓN 7-7
ESCALA 1/100



SECCIÓN 8-8
ESCALA 1/100

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO</p>	PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, RÍGIDO Y ARTICULADO EN EL SECTOR VILLA JUDICIAL - DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	
	ESTUDIANTES: BACH. FRANCO VILLANUEVA, JOSÉ LUIS BACH. VARGAS LOBATÓN, MARGARETH WENDY	
	PLANO: SECCIONES VIALES DE AVENIDA ALAN GARCIA	LÁMINA: P-04
	FECHA: OCTUBRE - 2021	ESCALA: INDICADA