

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE PARA LA AVENIDA SANTO TORIBIO Y
LAS CALLES 7 Y 8 DEL ASENTAMIENTO HUMANO
LAS LOMAS SECTOR I-DISTRITO DE HUANCHACO
- TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018.**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

AUTOR: Bach. CASANA PATRICIO, Rita Yenifer

TRUJILLO – PERU

2018



TEMA:

PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA AVENIDA SANTO TORIBIO Y LAS CALLES 7 Y 8 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I - DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018.

AUTOR:

BACH. CASANA PATRICIO, Rita Yenifer

JURADO EVALUADOR

PRESIDENTE.

SECRETARIO.

VOCAL.



DEDICATORIA

Al ser soberano Dios, por darme el privilegio de la vida y ser siempre mi ayuda y mi fortaleza para afrontar las adversidades de la vida y así lograr mis metas trazadas de este modo pueda ser alguien en servicio de la sociedad.

Así mismo a mis padres: **PEDRO E ISABEL**, por apoyarme arduamente en este trayecto e inculcarme siempre buenos valores y modales para ser mejor cada día.



AGRADECIMIENTO

Al **SER DIVINO**, por haberme permitido culminar esta etapa maravillosa de mi vida, durante los cinco años de estudio y así comenzar una nueva etapa como profesional.

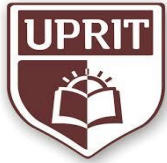
A la **UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO UPRI**, por abrirme las puertas y ser parte de su gran familia, de formarme y ser una profesional al servicio de mi país.

A **TODOS LOS DOCENTES DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**, por ser unos buenos docentes que se han esforzado para hacer de mí una persona llena de conocimientos, lo cual me han ayudado a crecer y ser una profesional para enfrentar los retos que se me presenten.

A mi asesor **ING. ENRIQUE DURAND BAZAN**, por guiarme en el proceso de la elaboración del presente trabajo y por el tiempo dedicado, y así ser un guía en el proceso de la elaboración del presente trabajo.

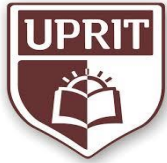
Finalmente agradecer a cada uno de mis compañeros que fueron mi compañía durante el proceso de la vida universitaria, por brindarme su gran amistad y apoyo.

LA AUTORA.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE DE CONTENIDOS.....	iv
INDICE DE TABLAS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Realidad problemática.....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos.....	2
1.5 Línea de Investigación.....	3
1.6 Alcances, Limitaciones y Viabilidad de la Investigación.....	3
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Antecedentes (O Estado del Arte o Estado de la Cuestión).....	3
2.2 Bases Teóricas.....	7
2.3 Metodología de diseño.....	9
2.4 Bases Normativas.....	32
2.5 Definición de términos básicos.....	32
CAPÍTULO 3. METODOLOGIA.....	34
3.1 Definición de Variables.....	34
3.2 Tipo y Diseño de la Investigación.....	35
3.3 Operacionalización de variables.....	35
3.4 Población y Muestra.....	36
3.5 Técnicas, procedimientos e instrumentos.....	36
CAPÍTULO 4. PROPUESTA DE APLICACIÓN PROFESIONAL.....	38
4.1. Aspectos físicos territoriales.....	38
4.2. Levantamiento topográfico.....	41
4.3 Estudio de suelos.....	44



4.4. Estudio de tráfico.....	55
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	62
5.1. Periodo de diseño.....	62
5.2. Factor de crecimiento (Fc).....	62
5.3. Diseño estructural del pavimento.....	63
5.4. Métodos de diseño estructural.....	63
5.5. Confiabilidad.....	64
5.6. Valor Índice Serviciabilidad (PSI).....	66
5.7. Caracterización de los materiales de las capas de pavimento.....	67
5.8. Procedimiento de diseño.....	68
5.9. Señalización.....	76
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES.....	83
CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
ANEXOS.....	86



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de número de repeticiones acumuladas de ejes Equivalentes de 8.2t entre 150,001 hasta 1'000,000 EE.....	10
Tabla 2: Cuadro de Numero de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t entre 1'000,001 EE hasta 30'000,000 EE.....	11
Tabla 3: Cuadro Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, mayor a 30'000,000 EE.....	12
Tabla 4: Categoría de Subrasante.....	12
Tabla 5: Modulo Resiliente obtenido por correlación con CBR.....	15
Tabla 6: Valores Recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años).....	16
Tabla 7: Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para dos etapas de diseño de 10 años.....	17
Tabla 8: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_r) Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años).....	18
Tabla 9: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estandar Normal (Z_r) Para dos etapas de diseño de 10 años.....	19
Tabla 10: Índice de Serviciabilidad Inicial (P_i) Según Rango de Tráfico.....	21
Tabla 11: Índice de Seviciabilidad Final (P_f) Según Rango de Tráfico.....	22
Tabla 12: Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI) Según Rango de Tr.....	23
Tabla 13: Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a_i	24
Tabla 14: Calidad del Drenaje.....	25
Tabla 15: Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje m_i Para Bases y SubBases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles.....	26
Tabla 16: Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial y Base Granular.....	27
Tabla 17: Valores recomendados de Espesores Mínimos de capa Superficial Base Granular para Bermas.....	30
Tabla 18: Operacionalización de variables.....	35
Tabla 19: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.....	51



Tabla 20: Determinación del tránsito actual.....	59
Tabla 21: Determinación del tráfico actual.....	61
Tabla 22: Clasificación de carreteras.....	65
Tabla 23: Desviación Estándar Total (S_0).....	65
Tabla 24: Confiabilidad y desviación estándar.....	66
Tabla 25: Calidad de Drenaje.....	68
Tabla 26: Diseño de Número Estructural.....	69
Tabla 27: Coeficiente estructural a partir del módulo elástico del concreto asfáltico.....	70
Tabla 28: Variación en el coeficiente estructural de la capa de subbase.....	71
Tabla 29: Variación en el coeficiente estructural de la capa de base.....	72
Tabla 30: Velocidad Directriz.....	81



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura del pavimento.....	9
Figura 2: Bermas $L \leq 1.20m$	28
Figura 3: Bermas $L > 1.20m$	29
Figura 4: Nivelación de Base Granular.....	29
Figura 5: Capa Superficial en Bermas.....	30
Figura 6: Ubicación del proyecto Departamento La Libertad - Provincia de La Libertad - Distrito Huanchaco – Las Lomas Sector I.....	38
Figura 7: Localización geográfica del distrito de huanchaco en la provincia de Trujillo.....	39
Figura 8: Mapa de zonificación.....	47
Figura 9: Vehículos ligeros.....	56
Figura 10: Vehículo pesado.....	57
Figura 11: Ubicación del punto de conteo vehicular.....	58
Figura 12: Número de veh/día.....	59
Figura 13: Número de veh/día general.....	60
Figura 14: Tráfico actual por tipo de vehículo.....	61
Figura 15: Toma de datos para conteo de tráfico.....	62
Figura 16: Diseño de Capas.....	73
Figura 17: señales derecho de paso.....	77
Figura 18: Señales de sentido de circulación.....	77
Figura 19: Ubicación y altura de las calles.....	78
Figura 20: Sentido de circulación.....	79
Figura 21: Líneas de carril.....	80
Figura 22: Línea de borde de pavimento.....	81
Figura 23: Líneas de pare.....	82



RESUMEN

El Diseño de Pavimentos es un tema de estudio e investigación que surge de la necesidad de contribuir al progreso de las regiones de un país, el presente proyecto titulado. **“PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA SANTO TORIBIO Y LAS CALLES 7 Y 8 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I – DISTRITO DE HUANCHACO – TRUJILLO – LA LIBERTAD - 2018.”**, tiene como objetivo el diseño del pavimento flexible en dicho lugar y de contar con una vía pavimentada que permita el tránsito vehicular y facilite el transporte de pasajeros y la producción en busca de nuevos y mejores mercados.

Para el diseño de pavimento flexible propuesto en esta tesis, se emplearán conteos de tráfico de la zona de estudio, y se complementará según normas y metodologías ya establecidas para diseñar dicho pavimento flexible, y así lograr un nivel de transitabilidad mejorando las condiciones de vida de la población en toda la zona de influencia.

Así mismo, para el cálculo de los espesores de las capas que conformarán la estructura del pavimento flexible se utilizará la metodología AASTHO 93. Finalmente se llegará a una propuesta final dando la solución más adecuada en cuanto a la situación actual de este proyecto, lo cual se busca que sea socialmente rentable y sostenible para su Declaración de Viabilidad.

Rita Yenifer Casana Patricio



ABSTRACT

The Design of Pavements is a subject of study and research that arises from the need to contribute to the progress of the regions of a country, the present project entitled. "PROPOSAL OF FLEXIBLE PAVEMENT DESIGN IN THE SANTA TORIBIO AVENUE AND THE 7 AND 8 STREETS OF THE HUMAN SETTLEMENT LAS LOMAS SECTOR I - DISTRICT OF HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD - 2018.", has as objective the design of the flexible pavement in that place and having a paved road that allows vehicular traffic and facilitates the transport of passengers and production in search of new and better markets.

For the flexible pavement design proposed in this thesis, traffic counts of the study area will be used, and will be complemented according to established standards and methodologies to design this flexible pavement, and thus achieve a level of passableness improving the living conditions of the population in the entire area of influence.

Likewise, for the calculation of the thicknesses of the layers that will make up the structure of the flexible pavement, the AASTHO 93 methodology will be used. Finally, a final proposal will be reached, giving the most adequate solution as regards the current situation of this project, which it is sought to be socially profitable and sustainable for its Feasibility Statement.

Rita Yenifer Casana Patricio



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática.

El proyecto en estudio se ubica geográficamente en la región de la costa, específicamente en el Distrito de Huanchaco en la Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad, y a una altitud de 23 m.s.n.m. La zona presenta una topografía plana. Huanchaco distrito tiene una población estimada de 53 731 habitantes, y una superficie territorial de 333.9 km² con una densidad promedio de 134,19 Hab/Km².

El presente proyecto permite llevar a cabo la **“PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA AVENIDA SANTO TORIBIO Y LAS CALLES 7 Y 8 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I, DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018”**, Cada año va aumentando las enfermedades por el levantamiento de polvo al circular los vehículos, especialmente en los niños tales como: alergías, gripes, enfermedades a los pulmones y conjuntivitis, lo cual se busca encontrar una solución inmediata para evitar dichos daños que produce el no tener una carretera pavimentada

Actualmente el país está en desarrollo el cual permitirá logros económicos y un mejor nivel de vida para los pobladores. Los recursos que actualmente se destinan a otros campos se podrán invertir de mejor manera, por ejemplo en la red vial del país, ya que este sector presenta un atraso notable en materia de infraestructura, ello se refleja en un porcentaje muy bajo de vías pavimentadas, ya que en la actualidad la mayoría de las estructura de pavimentos son a nivel de afirmado, factor que limita la aspiración de los municipios a acceder a los mercados de las grandes ciudades, debido a que se dificulta el poder ingresar sus productos agrícolas en los mercados dinámicos de las capitales de los departamentos.

Dentro de este marco general, se busca llegar a todos los rincones del país con vías de pavimento flexible y mantener las existentes en buen estado. Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta la oportunidad de aportar al país el diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos que se emplearán para medios y altos volúmenes de tránsito, AASHTO 93 e INSTITUTO DEL ASFALTO y así beneficiar a los habitantes del Asentamiento Humano Las Lomas Sector I.



1.2 Formulación del problema.

¿Cuál debe ser el diseño del pavimento flexible para la avenida Santo Toribio y las calles 7 y 8 del sector I, Distrito de Huanchaco - Trujillo - La Libertad, según la normatividad?

1.3 Justificación.

Este trabajo se Justifica por su aplicación práctica al construir nuevas pistas generar gran oportunidad de trabajo a la población como es: a los profesionales y personas dedicadas a la construcción. También al construir esta vía pavimentada se evitará que las personas y animales sean contaminadas por el polvo que desprende los micros de la empresa Huanchaco que transita por dicho lugar.

Este trabajo también se justifica por su relevancia social, con este aporte de investigación quiero contribuir a la sociedad, dando una mejor calidad de vida y así puedan tener mayores beneficios las futuras generaciones. Lo que me impulsa a llevar a cabo este estudio es ver un cambio en mi país, anhelo verlo desarrollado, y porque también esta investigación servirá de referencia para otros estudios y diseños similares.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General.

Diseñar el pavimento flexible para la avenida Santo Toribio y las calles 7 y 8 del Asentamiento Humano Las Lomas sector I, Distrito de Huanchaco - Trujillo - La Libertad, 2018

1.4.2 Objetivos Específicos.

- a. Realizar el estudio topográfico de la avenida Santo Toribio y las calles 7 y 8 del Asentamiento Humano Las Lomas Sector I.
- b. Realizar el Estudio de suelos.
- c. Realizar el Estudio de tráfico.
- d. Realizar el diseño geométrico del pavimento, definir la sección vial.
- e. Realizar el cálculo estructural del pavimento.
- f. Realizar el estudio de señalización.

1.5 Línea de Investigación



Línea de investigación es: Ciudades e infraestructura sostenible.

Específicamente el Área: Transporte y Diseño urbano sostenible.

1.6 Alcances, Limitaciones y Viabilidad de la Investigación

- a. No incluye el estudio de impacto ambiental. Porque falta de tiempo y por costos. Lo cual se tendrá que elaborar posteriormente por profesionales especializados: ingeniero ambiental, economista e ingeniero civil.
- b. No incluye la topografía. Por limitaciones de costo y tiempo. Se trabajará con los datos del levantamiento topográfico proporcionado por el Ing. Martin Benítez Vargas.
- c. No incluye estudios de suelo. Por limitaciones de costo. Lo cual se utilizará datos de estudio realizado por el Ing. Martin Benítez Vargas en el sector I.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.

2.1 Antecedentes (O Estado del Arte o Estado de la Cuestión).

De la amplia bibliografía sobre el diseño de pavimento flexible existente, se han tomado ejemplos que se incluyen a continuación.

En la tesis :“**DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES: MÉTODO DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM**”.(Jiménez García-2009),se planteó el objetivo principal de explicar al lector la forma adecuada de emplear el Diseño de Pavimento, tratando además de indicar la forma en la cual pueden ser obtenidos todos los parámetros requeridos por el programa para el diseño de pavimentos.

En la revista científica: **REVISIÓN DE LOS MÉTODOS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES “AASHTO93” Y EL “MODELO ELASTICO LINEAL (KENLAYER)”, MEDIANTE EL MODELO VISCOELÁSTICO PROPUESTO POR LA “ME PDG NCHRP 1-37A (3D-MOVE)”**. (Castillo Rivera-2014), En esta investigación se revisará los métodos tradicionales para el diseño de pavimentos flexibles AASHTO93 y LEA (KENLAYER), mediante el modelo propuesto por la NCHRP 1-37A (3D-MOVE), de esta revisión se encontró que son los modelos de desempeño o funciones de transferencia, que se usan para



predecir la fatiga del pavimento, son los que presenta una verdadera diferencia a la hora de predecir la vida útil del mismo.

En la siguiente tesis: **“DISEÑO DE UN PAVIMENTO ALTERNATIVO PARA LA AVENIDA CIRCUNVALACION SECTOR GUACAMAYO 1º ETAPA”**. (Gallardo Valdivia-2015), En esta investigación se busca entregar una alternativa al diseño del pavimento de la Avenida Circunvalación Sector Guacamayo 1º Etapa. Se orienta principalmente en el cálculo de un pavimento asfáltico el cual se diseña haciendo uso del método mexicano Dispav – 5. En la etapa final se efectúa una comparación de los resultados que entregan ambos métodos.

En la tesis: **“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL ANILLO VIAL DEL ÓVALO GRAU – TRUJILLO - LA LIBERTAD”**. (Gómez Vallejos-2014), Esta nueva obra de infraestructura vial urbana, consiste en un viaducto elevado de 60 metros de largo por una rampa y un total de 450 metros de longitud que siguen la trayectoria de la Avenida América Sur, efectuándose los trabajos de demolición de toda la antigua construcción del pavimento actual en el anillo vial para hacer realidad el paso a desnivel del Óvalo Grau. El pavimento flexible debe proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir a las terracerías los esfuerzos por las cargas del tránsito.

En la tesis: **“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO BÁSICO RECICLADO Y MEJORADO CON CEMENTO PORTLAND PARA DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL PROYECTO DE CONSERVACIÓN VIAL DE HUANCVELICA”** .(Fano Descalz,Chávez Céspedes-2017), La presente tesis, desarrolla el proceso completo para realizar el correcto diseño de un pavimento básico con y sin una mejora con cemento del orden del 1-2%, utilizando la tecnología del reciclado en frío como proceso constructivo por sus numerosas ventajas. Además, se plantea la metodología de diseño de AUSTROADS como alternativa viable, la cual será comparada con AASHTO para mostrar las ventajas de su aplicación en cuanto a caminos de bajo volumen de tráfico compuestos de un afirmado se trata.

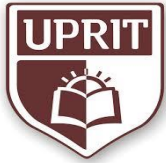


En la tesis: **“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL RIOJA – POSIC, UTILIZANDO EL MÉTODO NAASRA, TRAMO DEL KM. 00+000 AL KM. 6+090, DISTRITO Y PROVINCIA DE RIOJA, REGIÓN SAN MARTÍN”**. (Macedo Vásquez-2014), Dentro de los parámetros del mejoramiento surge como necesidad el diseño estructural del pavimento flexible, por lo que el autor, pretende dar solución a la necesidad que se ha presentado utilizando el "Método National Association of Australian State Road Authorities Australia (NAASRA). Al diseñar el pavimento flexible mediante el método NAASRA, muestra su eficiencia y economía para caminos de bajo volumen de tránsito que frente a los métodos de diseño AASHTO e Instituto del Asfalto, que se ha procedido a su diseño con fines de comparación, resultan con costos mayores que el método NAASRA; por lo tanto podemos afirmar que el Método NAASRA es el más económico y de alta performance.

En la tesis: **“DISEÑO ÓPTIMO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA H.U.P. VILLA VICTORIA DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE, MEDIANTE EL MÉTODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO Y AASHTO”**. (Lozano Paredes -2015), En este proyecto surge la necesidad de contar con un DISEÑO ÓPTIMO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA H.U.P. VILLA VICTORIA DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE, lo cual se logrará mediante la aplicación para el diseño de los MÉTODOS DEL INSTITUTO DEL ASFALTO Y AASHTO.

En el siguiente manual: **“MANUAL PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO”**. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008), El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC) a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, dentro de su rol normativo, tiene como funciones entre otras, la de formular las normas sobre el uso y desarrollo de la infraestructura de carreteras y ferrocarriles, así como emitir los manuales de diseño y especificaciones técnicas para la ejecución de los proyectos viales.

En este contexto, el MTC ha elaborado el “Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”; que define que estas carreteras son



aquellas que tienen demandas proyectadas hasta 350 vehículos/día que corresponderán al Sistema Nacional de Carreteras.

En el manual: **“ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN EG-2013”**.(Manual de Carreteras EG-2013),El Manual de “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” tiene por finalidad uniformizar las condiciones, requisitos, parámetros y procedimientos de las actividades relativas a las obras de infraestructura vial, con el propósito de estandarizar los procesos que conduzcan a obtener los mejores índices de calidad de la obra, que a su vez tienen por objeto prevenir y/o evitar las probables controversias que se generan en la administración de los contratos.

En el manual: **“MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES”**. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones-2016), El “Manual de Ensayo de Materiales” tiene por finalidad estandarizar el método y procedimientos, para la ejecución de los ensayos de laboratorio y de campo, de los materiales que se utilizan en los proyectos de infraestructura vial, con el objeto de asegurar que su comportamiento correspondan a los estándares de calidad propuestos en los estudios, para las obras y actividades de mantenimiento vial.

En el siguiente manual: **“SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS”, “SECCION SUELOS Y PAVIMENTOS”**.(Manual de Carreteras-2013), El propósito de este documento es desarrollar la Sección de Suelos y Pavimentos que conforma el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos correspondiente a las Carreteras y Caminos, con el propósito de brindar a los Ingenieros las pautas y criterios técnicos apropiados para diseñar eficientemente las capas superiores y la superficie de rodadura de los caminos o carreteras no pavimentadas y pavimentadas dotándolas de estabilidad estructural para lograr su mejor desempeño posible en términos de eficiencia técnico – económica en beneficio de la sociedad en su conjunto.

En el siguiente manual: **“MANUAL DE CARRETERAS DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2014”**.(MTC, 2014).El siguiente manual tiene por finalidad determinar los parámetros de diseño: velocidad directriz, visibilidad,



curvas horizontales, radios, peraltes, sobre ancho, pendientes, curvas verticales, secciones transversales.

2.2 Bases Teóricas.

1 Definiciones

A continuación definiremos algunos términos a ser utilizados:

1.1 Pavimento

Es el conjunto de capas de material seleccionado la cual recibe en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, y así proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.

1.2 Estructura del pavimento

El pavimento está compuesto por una serie de capas de la siguiente manera: subrasante, subbase, base y superficie de rodadura.

1.3 Subrasante

Viene hacer la capa de terreno de una vía que resiste la estructura del pavimento, ocupa hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar creada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes detalladas en los planos finales de diseño.

El grosor de pavimento está muy relacionado con la calidad de la subrasante, se busca que esta capa supere los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad.

El diseño de un pavimento de forma básica es el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante.



1.4 Subbase

Es la capa de la estructura del pavimento que desempeña las siguientes funciones: soportar, transmitir y distribuir de manera uniforme las cargas aplicadas desde la superficie de rodadura del pavimento a la subrasante.

La subbase debe soportar las variaciones que pueden afectar al suelo, controla los cambios de elasticidad y volumen que pueden dañar el pavimento. Esta capa se utiliza también como capa de drenaje y para el control de ascensión capilar de agua, cuidando la estructura de pavimento, por lo que ordinariamente se usan materiales granulares.

La presencia de capilaridad en esta capa produce hinchamientos por acción del congelamiento del agua en temperaturas bajas, si no se dispone de una subrasante y subbase adecuada se producirán fallas en el pavimento. Esta capa de material actúa como material de transición entre la subrasante y la capa de base.

1.5 Base

Es la capa que conforma la estructura del pavimento ubicada entre la subbase y la capa de rodadura que tiene como funciones: la distribución y transmisión de las cargas generadas por el tránsito, a capas inferiores del pavimento como: la subbase y a través de ésta a la subrasante, y es la capa que sirve de soporte a la capa de rodadura.

Las bases especificadas son las siguientes: Base granular y Base estabilizada.

1.6 Base granular

Es la capa que conforma la estructura del pavimento ubicada entre la subbase y la capa de rodadura, esta capa está constituida por piedra de buena calidad triturada, grava y mezclada con material de relleno, arena y suelo, en su estado natural. Los materiales que forman esta capa deben ser clasificados para formar una base integrante de la estructura de pavimento.

Su estabilidad dependerá de la graduación de las partículas, su forma, densidad relativa, fricción interna y cohesión, todas estas propiedades dependerán de la relación entre la cantidad de finos y de agregado grueso.

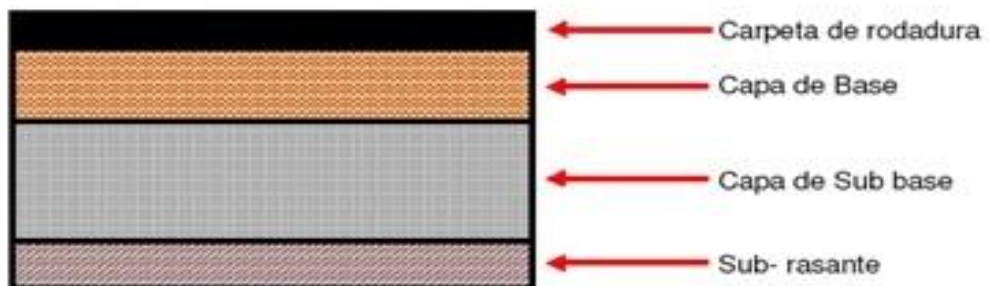
1.7 Superficie de rodadura

Es la capa que conforma la estructura del pavimento más externa, se coloca sobre la base.

La función principal es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, para el ingreso del agua lluvia por filtración que puede saturar las capas inferiores.

La capa de rodadura evita el deterioro de las capas inferiores a causa del tránsito de vehículos. La capa de rodadura aumenta la capacidad soporte del pavimento, por que absorbe cargas, este aumento es apreciable para espesores mayores a 4 centímetros, en el caso de riegos superficiales se considera el aumento nulo.

Figura 1: Estructura del pavimento



Fuente: (Morales Rosales, 2007)

1.8 Pavimentos flexibles

Este pavimentos está constituido por una capa de rodadura formada por material bituminoso o asfáltico, apoyado en la mayoría de los casos sobre dos capas de materiales no rígidos conocidos como base y subbase, sin ser obligatoria la presencia de una de estas capas, justificándose la presencia de las mismas por características de los materiales que constituyen el pavimento. (Lozano Paredes, 2015)

2.3. Metodología de diseño.

En este manual se ha optado, para el dimensionamiento de las secciones del pavimento, por los procedimientos más generalizados de uso actual en el país. Los procedimientos adoptados son:

- a. Método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993
- b. Análisis de la Performance o Comportamiento del Pavimento durante el periodo de diseño.



Típicamente el diseño de los pavimentos es mayormente influenciado por dos parámetros básicos:

Las cargas de tráfico vehicular impuestas al pavimento.

Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento.

La forma como se consideran estos dos parámetros dependerá de la metodología que se emplee para el diseño.

1) Las cargas de tráfico vehicular impuestas al pavimento, están expresadas en ESALs, Equivalent Single Axle Loads 18-kip o 80-kN o 8.2 t, que en el presente Manual se denominan Ejes Equivalentes (EE). La sumatorias de ESALs durante el periodo de diseño es referida como (W18) o ESALD, en el presente Manual se denominan Número de Repeticiones de EE de 8.2 t.

Para el tráfico y del diseño de pavimentos flexibles, en este manual, se definen tres categorías:

a) Caminos de bajo volumen de tránsito, de 150,001 hasta 1'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

Tabla 1: Cuadro de número de repeticiones acumuladas de ejes Equivalentes de 8.2t entre 150,001 hasta 1'000,000 EE.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

Fuente: Cuadro N°12.1 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.



b) Caminos que tienen un tránsito, de 1'000,001 EE hasta 30'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

Tabla 2: Cuadro de Numero de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t entre 1'000,001 EE hasta 30'000,000 EE.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 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

Fuente: Cuadro N°12.2 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

c) Caminos que tienen un tránsito mayor a 30'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño. Esta categoría de caminos, no está incluida en el presente manual, el diseño de pavimentos será materia de Estudio Especial por el Ingeniero Proyectista, analizando diversas alternativas de pavimento equivalentes y justificando la solución adoptada.

Tabla 3: Cuadro Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, mayor a 30'000,000 EE.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P15}	> 30'000,000 EE

Fuente: Cuadro N°12.3 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

2) Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento, están definidas en seis (06) categorías de subrasante, en base a su capacidad de soporte CBR.

Tabla 4: Categoría de Subrasante

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 Extraordinaria	CBR ≥ 30%

Fuente: Cuadro N°12.4 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.



Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. En caso de ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuada), se procederá a la estabilización de los suelos, para lo cual se analizarán alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geosintéticos u otros productos aprobados por el MTC, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la más conveniente técnica y económica.

Con base en estos dos parámetros, tránsito expresado en ejes equivalentes (EE) y CBR de subrasante correlacionado con módulo resiliente, se definirán las secciones de pavimento que se encuentran especificadas en los catálogos de estructuras de pavimento.

La metodología empleada para definir las secciones del catálogo de los pavimentos ha consistido en aplicar el procedimiento de la Guía AASHTO 1993, y aplicar un análisis de comportamiento del pavimento que cubre el periodo de diseño de 20 años de la estructura del pavimento.

A continuación se describen las características más importantes para la aplicación de los procedimientos de cálculo usados.

Método Guía AASHTO 93 de diseño.

Este procedimiento está basado en modelos que fueron desarrollados en función de la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la subrasantes para el cálculo de espesores. Se incluye más adelante la ecuación de cálculo en la versión de la Guía AASHTO – 93.

El propósito del modelo es el cálculo del Numero Estructural requerido (SN_r), en base al cual se identifican y determinan un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, que deben ser construidas sobre la subrasante para soportar las cargas vehiculares con aceptable serviciabilidad durante el periodo de diseño establecido en el proyecto.

I. Periodo de Diseño

El Periodo de Diseño a ser empleado para el presente manual de diseño para pavimentos flexibles será hasta 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodo de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de diseño en una etapa de 20



años. El Ingeniero de diseño de pavimentos puede ajustar el periodo de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la Entidad.

II. Variables

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

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

A partir de esta ecuación se desprenden las siguientes definiciones:

- a) **W18**, Es el número acumulado de Ejes Simples Equivalentes a 18000 lb (80 kN) para el periodo de diseño, corresponde al Número de Repeticiones de EE de 8.2t; el cual se establece con base en la información del estudio de tráfico (ver capítulo 6).
- b) **Modulo de Resiliencia (MR)**, El Modulo de Resiliencia es (MR) es una medida de la rigidez del suelo de subrasante, el cual para su cálculo se empleará la ecuación, que correlaciona con el CBR, recomendada por el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide):

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

A continuación el cálculo de módulo de resiliencia para diferentes tipos de CBR.



Tabla 5: Modulo Resilente obtenido por correlación con CBR

CBR% SUBRASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (Mr) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (Mr) (MPA)	CBR% SUBRASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (Mr) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (Mr) (MPA)
6	8,043.00	55.45	19	16,819.00	115.96
7	8,877.00	61.20	20	17,380.00	119.83
8	9,669.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.90	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.88	29	22,046.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

Fuente: Cuadro N°12.5 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

c) Confiabilidad (%R)

El método AASHTO incorpora el criterio de la confiabilidad (%R) que representa la probabilidad que una determinada estructura se comporte, durante su periodo de diseño, de acuerdo con lo previsto. Esta probabilidad está en función de la variabilidad de los factores que influyen sobre la estructura del pavimento y su comportamiento; sin embargo, solicitudes diferentes a las esperadas, como por ejemplo, calidad de la construcción, condiciones climáticas extraordinarias, crecimiento excepcional del tráfico pesado mayor a lo previsto y otros factores, pueden reducir la vida útil prevista de un pavimento.



De acuerdo a la guía AASHTO es suficientemente aproximado considerar que el comportamiento del pavimento con el tráfico, sigue una ley de distribución normal, en consecuencia pueden aplicarse conceptos estadísticos para lograr una confiabilidad determinada; por ejemplo, 90% o 95%, significa que solamente un 10% o 5% del tramo pavimentado, se encontrará con un índice de serviciabilidad inferior al previsto; es decir que el modelo de comportamiento está basado en criterios de serviciabilidad y no en un determinado mecanismo de falla. En consecuencia, a mayor nivel de confiabilidad se incrementará el espesor de la estructura del pavimento a diseñar.

La confiabilidad no es un parámetro de ingreso directo en la Ecuación de Diseño, para ello debe usarse el coeficiente estadístico conocido como Desviación Normal Estándar (Z_r).

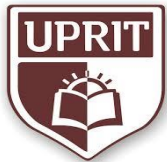
A continuación se especifican los valores recomendados de niveles de confiabilidad para los diferentes rangos de tráfico:

Tabla 6: Valores Recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años).

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
	T_{P0}	100,000	150,000	65%
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	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%
	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%
Resto de Caminos	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: Cuadro N° 12.6 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

Para un diseño por etapas, según AASHTO, se deben determinar las confiabilidades de cada etapa, teniendo en cuenta la confiabilidad total correspondiente a todo el periodo de



diseño, que para el presente Manual, corresponde a los valores indicados en el Cuadro 12.6, elevado a la potencia inversa del número de etapas. Así se tiene la relación siguiente:

R_{Etapa} = Confiabilidad de cada etapa

R_{Total} = Confiabilidad total para el periodo total de diseño (ver cuadro anterior)

n = Número de etapas

Tabla 7: Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para dos etapas de diseño de 10 años.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)		
				1ERA. ETAPA (1)	2DA. ETAPA (2)	TOTAL (1) X (2)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,001	150,000	81%	81%	65%
	TP1	150,001	300,000	84%	84%	70%
	TP2	300,001	500,000	87%	87%	75%
	TP3	500,001	750,000	89%	89%	80%
	TP4	750,001	1,000,000	89%	89%	80%
	TP5	1,000,001	1,500,000	92%	92%	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	92%	92%	85%
Resto de Caminos	TP7	3,000,001	5,000,000	92%	92%	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	95%	95%	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	95%	95%	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	95%	95%	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	95%	95%	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	97%	97%	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	97%	97%	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	97%	97%	95%
	TP15	>30'000,000		97%	97%	95%

Fuente: Cuadro N°12.7 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.



d) Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_r)

El coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_r) representa el valor de la Confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal.

Tabla 8: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_r) Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años).

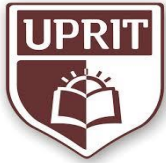
TIPO DE CAMINOS	TRAFIC O	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	100,001	150,000	- 0.385
	T_{P1}	150,001	300,000	- 0.524
	T_{P2}	300,001	500,000	- 0.674
	T_{P3}	500,001	750,000	- 0.842
	T_{P4}	750 001	1,000,000	- 0.842
	T_{P5}	1,000,001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

Fuente: Cuadro N°12.8 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

Tabla 9: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estandar Normal (Z_r) Para dos etapas de diseño de 10 años.

TIPO DE CAMINOS	TRAFIC O	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,001	150,000	- 0.878
	T _{P1}	150,001	300,000	- 0.994
	T _{P2}	300,001	500,000	- 1.126
	T _{P3}	500,001	750,000	- 1.227
	T _{P4}	750 001	1,000,000	- 1.227
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	- 1.405
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	- 1.405
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	- 1.405
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	- 1.645
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	- 1.645
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	- 1.645
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	- 1.645
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	- 1.881
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	- 1.881
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	- 1.881
	T _{P15}		>30'000,000	- 1.881

Fuente: Cuadro N°12.9 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.



e) Desviación Estándar Combinada (S_o)

La Desviación Estándar Combinada (S_o), es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; como por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de S_o comprendidos entre 0.40 y 0.50, en el presente Manual se adopta para los diseños recomendados el valor de 0.45.

f) Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

El Índice de Serviciabilidad Presente es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.

f.1) Serviciabilidad Inicial (P_i)

La Serviciabilidad Inicial (P_i) es la condición de una vía recientemente construida. A continuación se indican los índices de servicio inicial para los diferentes tipos de tráfico:

Tabla 10: Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) Según Rango de Tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFIC O	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
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
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.00
	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: Cuadro N°12.10 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

f.2) Serviciabilidad Final o Terminal (PT)

La Serviciabilidad Terminal (Pt) es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción.

A continuación se indican los índices de serviciabilidad final para los diferentes tipos de tráfico.

Tabla 11: Índice de Seviabilidad Final (Pt) Según Rango de Tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFIC O	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)	
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	2.00
	TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750 001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	2.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	2.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	2.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	2.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	2.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	3.00
	TP13	20'000,001	25'000,000	3.00
	TP14	25'000,001	30'000,000	3.00
	TP15		>30'000,000	3.00

Fuente: Cuadro N°12.11 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

f.3) Variación de Seviabilidad (ΔPSI)

(Δ PSI) es la diferencia entre la Seviabilidad Inicial y Terminal asumida para el proyecto en desarrollo.

Tabla 12: Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI) Según Rango de Tr

TIPO DE CAMINOS	TRAFIC O	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	DIFERENCIAL DE SERVICIABILID AD (Δ PSI)	
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	1.80
	TP2	300,001	500,000	1.80
	TP3	500,001	750,000	1.80
	TP4	750 001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	1.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	1.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	1.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	1.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	1.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	1.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	1.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	1.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	1.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	1.20
	TP15		>30'000,000	1.20

Fuente: Cuadro N°12.12 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

g) Numero Estructural Requerido (SNR)

Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el Número Estructural, que representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base y de sub base, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde:



a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

d_1, d_2, d_3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

m_2, m_3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Los valores de los coeficientes estructurales considerados en el presente manual son:

Tabla 13: Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a_i .

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	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 obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			
BASE			
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
SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 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: Cuadro N°12.13 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

Este coeficiente tiene por finalidad tomar en cuenta la influencia del drenaje en la estructura del pavimento.

El valor del coeficiente de drenaje está dado por dos variables que son:

- La calidad del drenaje.
- Exposición a la saturación, que es el porcentaje de tiempo durante el año en que un pavimento está expuesto a niveles de humedad que se aproximan a la saturación.

El siguiente cuadro presenta valores de la calidad de drenaje con el tiempo que tarda el agua en ser evacuada.

Tabla 14: Calidad del Drenaje.

CALIDAD DEL 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: Cuadro N°12.14 Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO-1993

El siguiente cuadro presenta valores de coeficiente de drenaje para porcentajes del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación y calidad del drenaje.

Tabla 15: Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje m_i Para Bases y SubBases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles.

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA 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: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO-1993

Para la definición de las secciones de estructuras de pavimento del presente Manual, el coeficiente de drenaje para las capas de base y subbase, asumido fue de 1.00.

2.3 Secciones de estructuras de pavimento flexible

Para determinar las secciones de estructuras de pavimento flexible, se consideraron los siguientes espesores mínimos recomendados

Tabla 16: Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial y Base Granular.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 50mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
	TP2	300,001	500,000	TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm
	TP3	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	TP4	750 001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	TP6	1,500,001	3,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	TP7	3,000,001	5,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	TP8	5,000,001	7,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm	250 mm
	TP9	7,500,001	10'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm	250 mm
	TP10	10'000,001	12'500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm	250 mm
	TP11	12'500,001	15'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm	250 mm
	TP12	15'000,001	20'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm	250 mm
	TP13	20'000,001	25'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm
	TP14	25'000,001	30'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm

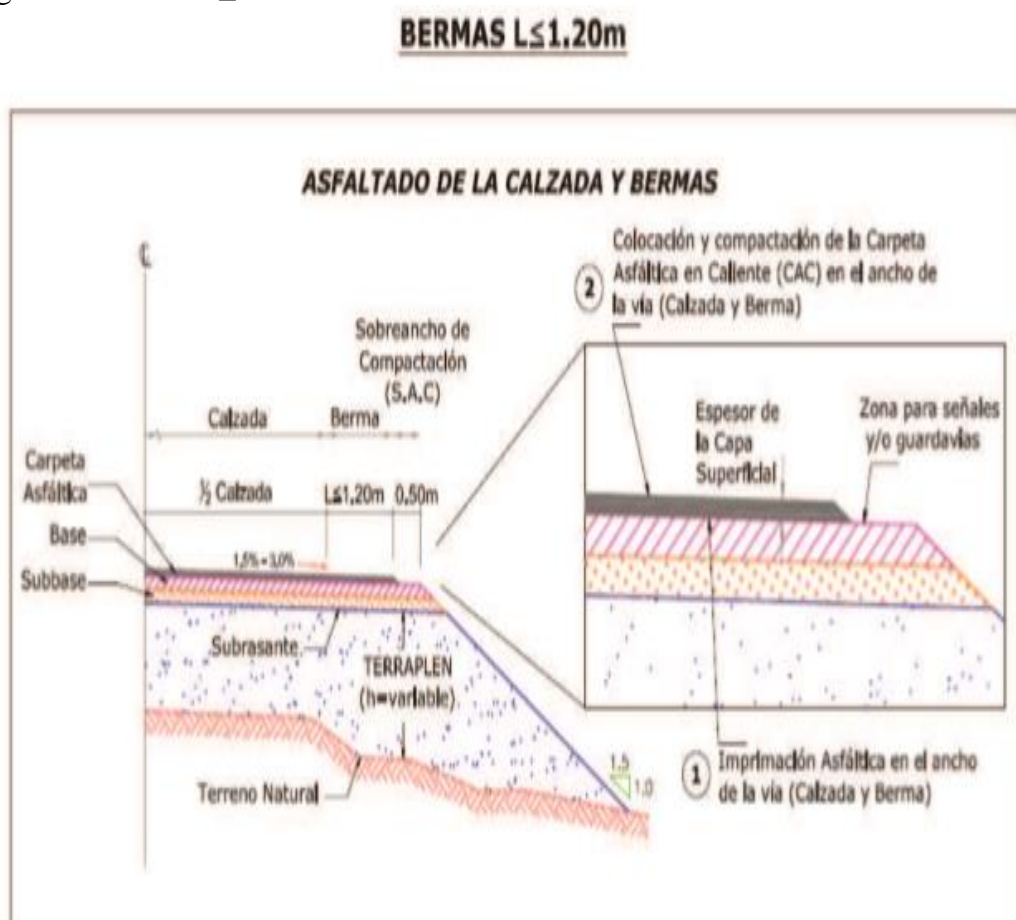
Fuente: Cuadro N° 12.17 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

BERMAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Las bermas componen parte unívoca del pavimento a ser diseñado, manteniendo los mismos componentes estructurales. El propósito de las bermas es proporcionar un soporte lateral adecuado del borde del pavimento de la calzada e impedir la rotura de los bordes, asimismo incrementa la seguridad del usuario y con el ancho adecuado permite un refugio apropiado para los vehículos averiados.

Salvo justificación en contrario, las bermas de ancho igual o menor a 1.20 m será la prolongación de la estructura del pavimento de la calzada. Su ejecución será simultánea, sin junta longitudinal entre el pavimento y la berma.

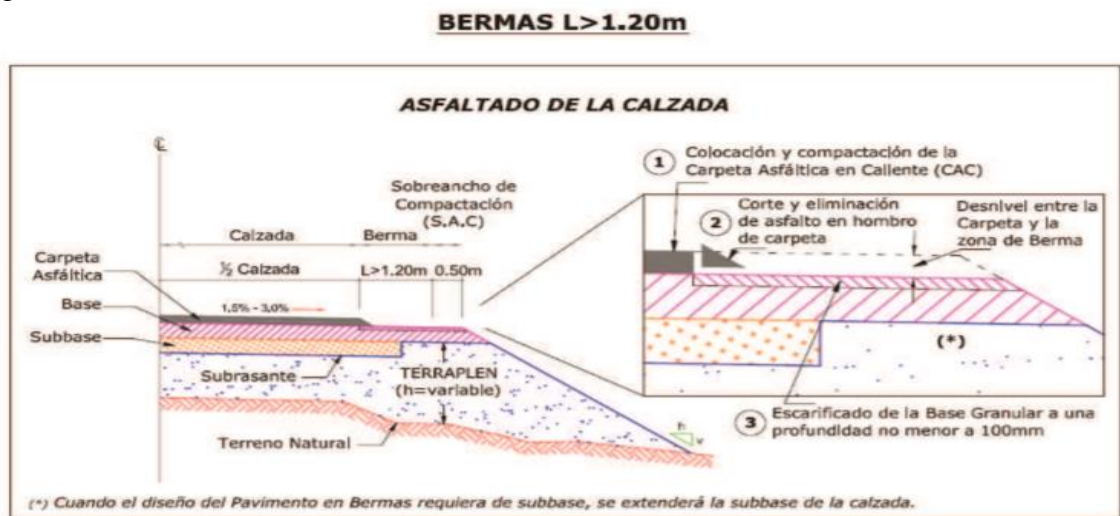
Figura 2: Bermas $L \leq 1.20\text{m}$



Fuente: Figura N° 12.10 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

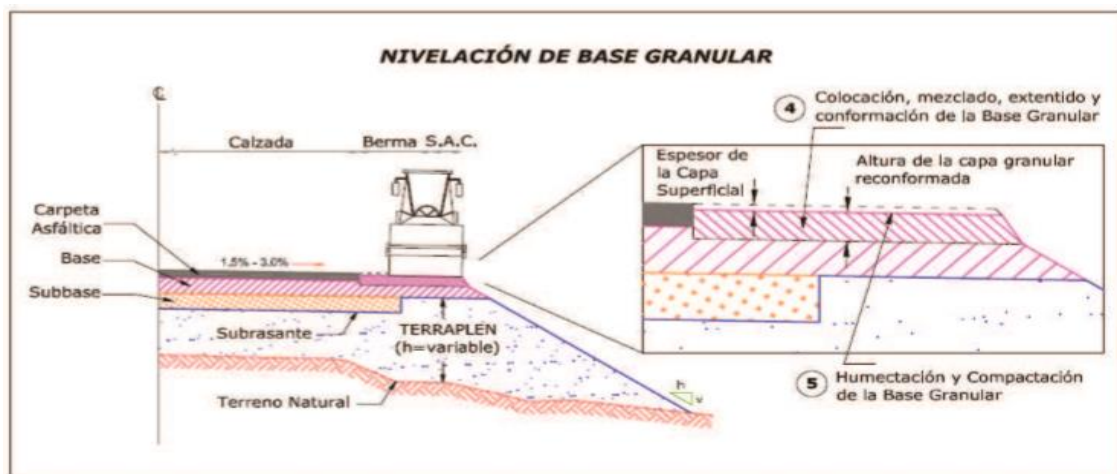
En bermas de ancho superior a 1.20 m, la estructura de la berma dependerá de la categoría del tráfico prevista para el pavimento y de la sección adoptada en esta. Para el cálculo de su número estructural de diseño, se utilizará el 5% del total de Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes para el carril de diseño y el valor de CBR o el Mr de diseño de la calzada. La capa superficial será similar al de la calzada.

Figura 3: Bermas $L > 1.20\text{m}$



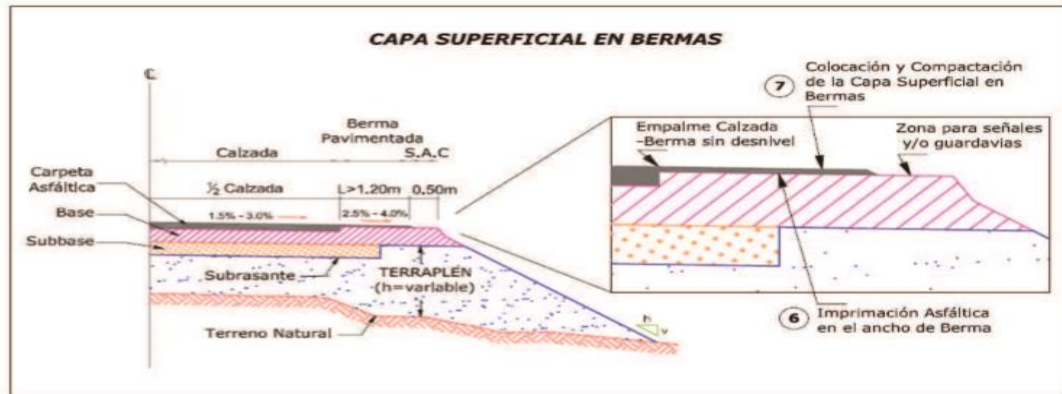
Fuente: Figura N°12.11 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

Figura 4: Nivelación de Base Granular.



Fuente: Figura N°12.12 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

Figura 5: Capa Superficial en Bermas.



Fuente: Cuadro N°12.13 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

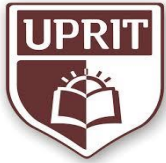
Cuando se trate de calzadas con capas superficiales de carpeta asfáltica en caliente, la capa superficial de las bermas podrá ser de carpeta asfáltica en caliente, carpeta asfáltica en frío, macadam asfáltico o micropavimento de 25 mm.

Los espesores mínimos recomendados de carpeta asfáltica en caliente, según el tipo de tráfico calculado para las bermas, serán los siguientes:

Tabla 17: Valores recomendados de Espesores Mínimos de capa Superficial Base Granular para Bermas.

Trafico	Ejes equivalentes acumulados en Bermas	Capa Superficial	Base Granular
T _{PB0}	≤ 150,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 40mm	150 mm
T _{PB1}	150,001 - 300,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
T _{PB2}	300,001 - 500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm
T _{PB3}	500,001 - 750,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
T _{PB4}	750 001 - 1,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
T _{PB5}	1,000,001 - 1,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
T _{PB6}	1,500,001 - 3,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm

Fuente: Cuadro N° 12.19 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.



El espesor mínimo constructivo en carpeta asfáltica en caliente es 40 mm; por lo que de resultar un menor espesor al indicado, se podrá emplear como capa superficial de la berma, su equivalente estructural en espesor de carpeta asfáltica en frío, macadam asfáltico o un micropavimento de 25 mm.

Para los siguientes casos particulares, el pavimento en bermas se diseña con las mismas características de la estructura del pavimento de la calzada:

- a) Cuando en determinados casos, teniendo en cuenta las condiciones del tráfico, la geometría de la carretera y especialmente el clima frío y la altitud mayor a 3000 msnm, las bermas tendrán tener la misma estructura del pavimento de la calzada aprovechando las ventajas constructivas y permitiendo así, darle soporte lateral y protección a la estructura del pavimento de la calzada.
- b) En caso de tráfico importante, donde el Ingeniero diseñador responsable ha previsto el uso eventual de las bermas como carriles adicionales.
- c) Cuando la estructura de pavimento esté compactada por una base tratada con asfalto, con cal o con cemento, la carpeta asfáltica de la berma tendrá el mismo espesor de la carpeta asfáltica de rodadura de la calzada.

Para fijar los espesores de las capas que componen la berma se tendrá en cuenta la distribución de capas del pavimento de la calzada, a fin de coordinar su construcción. Si a mediano plazo fuera previsible ensanchar el pavimento a costa de la berma, se procurará adoptar una solución con capas y espesores adaptados a dicha previsión.

Por exigencias de seguridad de la circulación vial, las bermas empalmarán con la misma rasante que la calzada, de manera que no haya un escalón entre ambas superficies. Se admitirá un desnivel entre calzada y berma de hasta 15 mm en sólo el 10% de la longitud de la berma.

En el caso de que la calzada dispusiera de una capa o elemento inferior drenante o de separación, éstos se prolongarán bajo la berma hasta conectar con un sistema de drenaje adecuado.



2.4 Bases Normativas:

Se utilizarán las siguientes normas:

“MANUAL PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008).

Aprobado por la Resolución Ministerial N° 305-2008-MTC/02 Del 04 de abril del año 2008

“ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN EG-2013”. (Manual de Carreteras EG-2013).

Aprobado bajo resolución N° 22 -2013-MTC /14, Lima 17 de julio del 2013.

“MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES”. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones-2016).

Aprobado bajo resolución D.S. N° 034-2008-MTC y con edición de mayo del 2016.

“SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS”, “SECCION SUELOS Y PAVIMENTOS”. (Manual de Carrteras-2013),

Aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC, Lima 18 de febrero del 2013.

“MANUAL DE CARRETERAS DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018”,

Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG–2018)”, es la actualización del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014).

Aprobado por R.D. N° 028 - 2014 - MTC/14. Lima, Enero de 2018

2.5 Definición de Términos Básicos:

Las definiciones que adoptaremos para la presente investigación son tomadas del “Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial” y de Wikipedia.

BASE: Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una subbase o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser



también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento.

BERMA: Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

CBR (California Bearing Ratio): Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo.

CONSTRUCCIÓN: Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

DRENAJE: Se conoce con éste nombre al sistema de drenaje que conduce el agua de lluvia a lugares donde se organiza su aprovechamiento.

DISEÑO: El Diseño, es la parte que compone el diseño del pavimento; de manera que esta sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente, característica que se alcanza en función a dicho diseño.

DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE: Nos permite realizar el diseño del pavimento, basándonos en reglamentos ya establecidos.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS: Nos permite determinar las características físico – mecánicas y químicas; así como las condiciones naturales del terreno.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL: Este estudio evalúa e identifica los posibles impactos positivos y negativos, directos e indirectos que se puedan dar.

ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO DE OBRA: Nos permitirá determinar el costo de cada partida específica que intervendrá en el diseño del pavimento, basándose en los metrados que arroje los planos respectivos.



ESTABILIDAD: Propiedad de una mezcla asfáltica de pavimentación de resistir deformación bajo las cargas impuestas. La estabilidad es una función de la cohesión y la fricción interna del material.

GRANULOMETRÍA: Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: Nos permite representar el terreno mediante los planos un plano de perfil longitudinal y un plano de secciones transversales; los mismos que en conjunto nos proporcionarán una representación tridimensional del proyecto, para poder realizar el diseño del proyecto.

PAVIMENTO FLEXIBLE: Constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos.

RASANTE: Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.

SUBBASE: Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de Base.

SUBRASANTE: Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.

TRÁNSITO: Actividad de personas y vehículos que circulan por una vía.

VÍA: Camino, arteria o calle

CAPÍTULO 3. METODOLOGIA

3.1. Definición de Variables.

Variable Independiente.

Pavimento.- Es el conjunto de capas del material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada,



proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. (LOZANO, 2015)

3.2 Tipo y Diseño de la Investigación

3.2.1. Tipo De Acuerdo al Fin que persigue (Aplicada)

El tipo de investigación es aplicada ya que busca construir y modificar la realidad problemática del proyecto.

3.2.2 Tipo de acuerdo al diseño (Descriptiva, Correlacional o Explicativa)

El tipo de investigación de acuerdo al diseño es descriptiva, ya que para ello se seleccionará las características fundamentales del objeto de estudio y así detallar las partes y categorías de dicha investigación.

3.2.3 Diseño de la Investigación (Experimental, No experimental, Cuasi experimental, etc)

El diseño de la investigación es no experimental porque no existe la manipulación de la variable.

3.3 Operacionalización de las Variable

Tabla 18: Operacionalización de las Variable

variable	definición conceptual	definición operacional	dimensiones	indicadores	unidades/items
“propuesta de diseño del pavimento flexible para la	Constituido con materiales bituminosos como aglomerantes , agregados y de ser el caso aditivos.	Es una estructura que mantiene un contacto íntimo con las cargas y las distribuye a la subrasante.	estudio topográfico	Planimétrico Altimétrico.	metros
		De esta manera, el pavimento flexible comprende aquel pavimento que esta compuestos	estudio de suelos	cbr clasificación de suelos	sucs
			estudio de tráfico	numero de vehículo tipo de vehículo	de de unidad



avenida santo toribio y las calles 7 y 8 del asentamien to humano las lomas sector i, distrito de huanchaco - trujillo - la libertad, 2018	por una serie de capas granulares.	diseño de sección transversal	peralte/bombeo calzada bermas
	diseño geométrico	diseño de curvas horizontales	radio de curvatura numero de curvatura
		diseño de curvas verticales	pendientes máximas
	Diseño Estructural del pavimento.	Espesor Base Espesor de Subbase Espesor de Asfalto	Centímetros
	Estudio de señalización	Señalización Horizontal Señalización Vertical	Metros

Fuente: Elaboración propia

3.4 Población y Muestra.

3.4.1 Población.

La Avenida Santo Toribio y las calles 7 y 8 del Asentamiento Humano Las Lomas sector I, distrito de huanchaco y toda su área de influencia.

3.4.2 Muestra.

Muestreo no probabilístico, en las cantidades determinadas por las normas para el estudio topográfico, estudio tráfico y estudio de suelos.

3.5 Técnicas, procedimientos e instrumentos.

3.5.1 Para recolectar datos.

3.5.1.1 Observación estructural.

a. Levantamiento Topográfico



b. Estudio de Trafico.

3.5.2 Para procesar datos.

Se utilizaran tablas, gráficos y además programas especializados para este caso tales como el AUTOCAD CIVIL 3D, EXCEL.

CAPÍTULO 4. PROPUESTA DE APLICACIÓN PROFESIONAL.

4.1. Aspectos físicos territoriales.

4.1.1. Generalidades.

El proyecto consiste en “PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA AVENIDA SANTO TORIBIO Y LAS CALLES 7 Y 8 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I, DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018”

Para todo proyecto de carreteras y en cualquier otro estudio de ingeniería, primero se tiene que tener en cuenta el reconocimiento del terreno donde se va a ubicar la obra, con el objetivo de recolectar datos de la zona, los cuales serán la base para la realización del diseño del pavimento.

4.1.2. Ubicación política.

Zona de Estudio	:	Las Lomas Sector I.
Región	:	La Libertad
Provincia	:	Trujillo
Distrito	:	Huanchaco

Figura 6: Ubicación del proyecto Departamento La Libertad - Provincia de La Libertad - Distrito Huanchaco – Las Lomas Sector I.



Fuente: Google y diseño del autor

Figura 7: Localización geográfica del distrito de huanchaco en la provincia de Trujillo



Fuente: Google y diseño del autor.

4.1.3 Vías de acceso

La zona de influencia del proyecto de estudio es accesible desde el distrito de Trujillo hacia la localidad del A.A.H.H. Las Lomas por medio de una doble vía que parte desde la AV. Mansiche hasta el balneario lo cual son totalmente pavimentadas.

4.1.4. Información general del proyecto

4.1.4.1 Población beneficiada

Se beneficiarán los pobladores de la localidad del A.A.H.H Las Lomas Sector I siendo estos 2158 Habitantes.

4.1.4.2 Viviendas

Las viviendas están hechas con material de la zona, material noble, con cobertura de techo aligerado y en su mayoría son de un piso.

Dichas viviendas se encuentran distribuidas en todo el Sector I y se agrupan en manzanas.



4.1.4.3 Economía y producción

La población del distrito cuenta con una diversidad de actividades económicas como son: la pesca, la agricultura, comercio, construcción, actividades de administración pública, actividades de administración privada, entre otros.

Las actividad que más predominan son pesca en su alrededor y comercio. En el comercio tenemos restaurantes, hoteles, escuelas de manejo de maquinaria pesada, escuela de surf y artesanía tradicional.

4.1.4.4 Clima, Topografía y Geología

a. Clima

Generalmente su clima es templado caluroso en los meses de diciembre a abril el resto del año es templado de mayo a noviembre.

La temperatura media varía entre los 18 °C y 28 °C con una humedad relativa media.

b. Topografía y geología

La topografía de la localidad a beneficiar es plana, con pendientes de poca intensidad.

El material geológico está compuesto por suelos gravas pobremente graduadas y una consistencia suelta, de baja densidad; el suelo es apropiado para la descomposición de restos orgánicos.

El nivel freático se encuentra a una altura de 23 a 12 mts de profundidad.

Fuente: wikipedia



4.2. Levantamiento topográfico.

4.2.1. Introducción.

El objeto del levantamiento topográfico es la determinación, tanto en planta como en altura, de puntos especiales del terreno, necesarios para el trazado de curvas de nivel y para la construcción del mapa topográfico.

En el marco de la elaboración del proyecto en estudio: **“PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA AVENIDA SANTO TORIBIO Y LAS CALLES 7 Y 8 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I, DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018”**. Se realizó el Estudio Topográfico en el área de influencia del Proyecto; con el fin de determinar las características en planta y en elevación más resaltantes del terreno.

4.2.2 Objetivos

- i. Proporcionar información de base para los estudios de movimiento de tierras y secciones para diseñar el pavimento flexible.
- ii. Posibilitar la definición precisa de la ubicación y las dimensiones de los elementos y obras existentes tales como veredas, sardineles, base, sub base y sección del pavimento flexible, etc.
- iii. Establecer puntos de referencia para el replanteo durante la construcción.
- iv. Definición del alineamiento horizontal y perfil longitudinal de todas las calles concernientes al proyecto o definición de secciones con áreas de corte y relleno.
- v. Definición de las características geométricas (ancho, largo y altura) del área urbana de la localidad de A.A.H.H. Las Lomas Sector I.

4.2.3 Trabajos en campo

El estudio se inicia con la recopilación de información básica disponible tanto en gabinete como en campo relacionada a aspectos topográficos y de ubicación, que permitan plantear la metodología de trabajo adecuada con el objeto de determinar los lineamientos para el trabajo.

El trabajo de campo permitió apreciar "in situ" las principales referencias y la metodología a emplear para realizar el levantamiento según las indicaciones recomendadas en los términos de referencia.

Con los indicadores antes citados y el criterio ingenieril en el desarrollo de trabajos similares, se procedió a realizar el levantamiento de los sitios de interés así como las principales áreas a desarrollar.

Se realizó el reconocimiento del área en estudio a fin de definir los alcances y límites de los levantamientos topográficos, así como también se determinó la ubicación de los puntos de control (hitos), los cuales se usaron para realizar los trabajos topográficos posteriormente.

Después de ubicar los puntos de control, se realizó la monumentación de los puntos de control topográfico con hitos pintados sobre paredes inamovibles y estacas de madera, con dimensiones de 40 cm de altura. Esta se empotró 30 cm dentro del terreno natural y con 10 cm expuestos, los hitos se encuentran pintados de color blanco.

a. Recopilación de información

Para la elaboración del estudio, se ha obtenido la siguiente información:

- i. Carta Nacional 1/100,000
- ii. Imágenes satelitales (Google Earth)
- iii. IGN Atlas del Perú

b. Equipos utilizados

- i. Estación Total
- ii. 01 Trípode
- iii. 02 Prismas
- iv. 04 Jalones
- v. 01 GPS





c. brigada

- i. 02 Topógrafo a cargo de 02 estaciones totales.
- ii. 01 Calculista
- iii. 08 Personas encargadas del prisma.
- iv. 01 Estaquero
- v. 02 Wincheros

d. Descripción de la metodología.

Los levantamientos topográficos fueron ejecutados por radiación con estación total, a partir de puntos de poligonal o puntos auxiliares establecidos, tomándose todos los detalles planimétricos, ubicados dentro del área en estudio, recopilando los puntos necesarios para establecer las líneas obligatorias o breaklines, requeridas para el control del modelamiento 3D del terreno y un número suficiente de puntos de relleno que permitan una adecuada representación de la superficie del terreno.

4.2.4 Trabajos de gabinete

Los trabajos de gabinete consistieron básicamente en el control topográfico, el cual, fue llevado a cabo en forma diaria, los datos correspondientes al levantamiento topográfico han sido procesados en sistemas computarizados, utilizando el Software “Transit V2.36”, para transmitir toda la información tomada en el campo a un Colector de Datos, y el software “Civil 3D 2015” para el procesamiento y representación de los datos tomados en campo a planos topográficos.

a. Cálculo de coordenadas

Se ejecutó el cálculo de coordenadas de todos los puntos auxiliares establecidos para servir de apoyo al levantamiento topográfico. Se ha utilizado como referencia las coordenadas de los tres puntos BM

b. Procesamiento de la data topográfica

La data topográfica fue bajada mediante el uso del software Transit V2.36 de la memoria de la estación total a la PC, luego se procedió a hacer la verificación y corrección de la data si era el caso de presentar errores, se realizó el procesamiento de la data haciendo uso del software CIVIL ·3D 2015, empleando



los puntos generados por la estación total y las breaklines y se inició con el modelamiento en 3D del terreno, a partir del cual, se procedió a generar las curvas de nivel respectivas, con equidistancia de 1 metro.

c. Dibujo de planos

Se dibujaron los siguientes planos:

- i. Plano de ubicación y localización
- ii. Plano topográfico
- iii. Plano de plantas y perfiles
- iv. Plano de secciones transversales
- v. Plano de señalización

4.3 Estudio de suelos

I. Generalidades

El presente estudio geotécnico tiene por objetivo determinar las propiedades del subsuelo, para el proyecto ubicado en el Distrito de Huanchaco – Trujillo – La Libertad.

Para tal efecto, se ha realizado la correspondiente investigación geotécnica con trabajos de campo y ensayos de laboratorio que han permitido definir la estratigrafía del terreno de fundación, características físicas y mecánicas de los suelos predominantes, sus propiedades de resistencia y estimación de asentamientos.

El Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, se ha efectuado en concordancia con la Norma Técnica E-050 “Suelos y Cimentaciones”, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

1. Problemas

La construcción de edificaciones sin estudios de suelos previos, trae consigo la aparición posterior de problemas estructurales (asentamientos, fisuras y rajaduras en muros, losas, pavimentos, etc.).



2. Objetivos

El presente Estudio tiene por objetivo fundamental, investigar el subsuelo, para la cimentación de la estructura de proyecto, mediante los trabajos de campo, realizados a través de calicatas o pozos exploratorios, ensayos de laboratorio estándar y especiales, determinando las principales características físicas y mecánicas del subsuelo, así como los parámetros de resistencia, ante las cargas establecidas, en base a los cuales se determina los perfiles estratigráficos de todo el área, tipo y profundidad de cimentación, capacidad portante del terreno y en este caso particular, las recomendaciones para fines de ejecución de la cimentación proyectada.

3. Fundamentos del desarrollo

El presente informe se fundamenta en:

La necesidad del desarrollo de un programa de exploración de suelos como parte de una obra de ingeniería civil.

La aplicación correcta de ensayos de laboratorio, para determinar las características de suelo.

II. Ingeniería del proyecto

1. Generalidades

El comportamiento del suelo es determinante del buen o mal funcionamiento de los cimientos y estructuras, por lo que debe considerarse como parte integrante esencial del sistema de fundación en los análisis y diseños, y debe adoptarse su comportamiento de conformidad con criterios de seguridad y deformaciones admisibles, similares a los corrientemente empleados en el diseño estructural. Destaca entonces la necesidad y conveniencia de establecer con razonable precisión las condiciones y características geotécnicas de la zona comprometida del subsuelo. Esta información esencial puede obtenerse mediante técnicas de investigación en el terreno y en el laboratorio.

2. Sismicidad

El sismo es la liberación súbita de energía generada por el movimiento de grandes volúmenes de rocas en el interior de la tierra, entre su corteza y manto superior, y se



propagan en forma de vibraciones a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externo o interno de la tierra. (Indeci, 2005)

Según los mapas de zonificación sísmicas y mapas de máximas intensidades sísmicas del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo Resistentes del Reglamento Nacional de Construcciones, la Provincia de Trujillo, se encuentra comprendido en la Zona 4, correspondiéndole una sismicidad media y una intensidad de VI a VII en la escala Mercalli Modificada.

En el recuento de las investigaciones de los principales hechos sísmicos ocurridos en el Perú, presentado por Silgado (1978) en la página 03 del Mapa de Zonas Sísmicas de Máximas Intensidades observadas en el Perú, la cual está basada en Mapas de Isosistas de Sismos Peruanos y datos de intensidades de sismos históricos recientes; se tiene que el Perú está considerado como una de las regiones de alta actividad sísmica y forma parte del CINTURON CIRCUMPACIFICO, que es una de las zonas más activas del mundo, que mantiene latente la posibilidad de sismos. (Hurtado ,1984)

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones E-030-Diseño Sismo resistente, se deberá tomar los siguientes valores: Modificada por DECRETO SUPREMO N° 003-2016-VIVIENDA (24 de enero del 2016).

(a) Factor de Zona $Z = 0.45$ (*)

(b) Condiciones Geotécnicas

El suelo investigado, pertenece al perfil Tipo S2, que corresponde a un suelo intermedio.

(c) Periodo de Vibración del Suelo $T_p = 0.60$ seg

(d) Factor de Amplificación del Suelo $S = 1.05$

(e) Factor de Amplificación Sísmica (C)

Se calculará en base a la siguiente expresión:

$$C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T} \right) \quad .1 \quad \mathbf{C}$$

Para $T =$ Periodo de Vibración de la Estructura $= H/C_t$

(f) Categoría de la Edificación B

(g) Factor de Uso

$U = 1.30$

Figura 8: Mapa de zonificación



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016

3. Actividades realizadas

3.1. Investigación de campo

Con la finalidad de realizar una evaluación geotécnica para determinar las características físicas y mecánicas del terreno, se realizó en campo un estudio geotécnico



para construcción, mediante prospección directa que comprende trabajos de excavaciones a profundidad moderada, para lograr una observación directa del terreno y la extracción de muestras para su análisis en laboratorio.

La prospección del terreno se hizo dentro del área de proyecto, mediante una excavación denominada calicata C-1– C-3 con una profundidad promedio de 1.80 m. A nivel de fondo de excavación que será el asiento de la cimentación, se tomaron una toma de muestras alteradas e inalteradas para determinar sus propiedades geotécnicas. En las paredes de los pozos, se pudo observar un promedio de tres estratos o capas del terreno, procediendo a tomar las muestras.

Con las muestras procedentes de la prospección geotécnica realizada, se hicieron los ensayos de laboratorio que permite conocer con bastante aproximación la conformación del suelo y determinar propiedades como son: estado, clasificación y resistencia.

De esta manera, habiéndose determinado la naturaleza y propiedades del terreno y basados en el resultado de los cálculos de capacidad de carga admisible, se podrá verificar el tipo y condiciones de cimentación indicado por el proyectista.

3.2. Investigaciones de laboratorio

Con los resultados obtenidos en laboratorio se pudo formar el perfil estratigráfico del suelo y las características geotécnicas del suelo de fundación. Los suelos fueron clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos "SUCS", que es el más descriptivo basado en el reconocimiento del tipo y predominio de sus componentes, como el diámetro de las partículas, gradación y plasticidad.

Con las muestras extraídas de la calicata en el trabajo de campo, se obtuvieron en el laboratorio los parámetros que nos permite deducir las condiciones de cimentación bajo las especificaciones normadas en el REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES - NORMA E-050, tales como:

ANÁLISIS GRANULOMETRICO ASTM- D422

Este ensayo consiste en pasar una muestra de suelo seco a través de una serie de mallas de dimensiones estandarizadas a fin de determinar las proporciones relativas de los diversos tamaños de las partículas.

LÍMITES ATTERBERG ASTM- D4318

Límite Líquido : ASTM-D-423

Límite Plástico : ASTM-D-424



Estos ensayos sirven para expresar cuantitativamente el efecto de la variación del contenido de humedad en las características de plasticidad de un suelo cohesivo. Los ensayos se efectúan en la fracción de muestra de suelo que pasa la malla N° 40.

La obtención de los límites líquido y plástico de una muestra de suelo permite determinar un tercer parámetro que es el índice de plasticidad.

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM- D2216

Es un ensayo rutinario de Laboratorio para determinar la cantidad dada de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco.

a. Identificación y clasificación

La identificación y clasificación se realizó de acuerdo a lo especificado en la norma ASTM - 2487-69, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos "SUCS". En todas las muestras, se hicieron los análisis granulométricos por tamizado y los límites de ATTERBERG (Límite líquido, límite plástico), para determinar su clasificación.

El subsuelo evaluado con fines de cimentación (q admisible) pertenece en su mayoría a Arena fina y arena gruesa pobremente mal graduada compacta con gravas sin plasticidad (SP/GP).

b. Perfil estratigráfico

En base a los trabajos de campo en el área de estudio y resultados de los ensayos de Laboratorio, se ha elaborado 9 perfil estratigráfico del terreno, que se detalla a continuación.

CALICATA C -1: (Avenida Santo Toribio)

ESTRATO E-1 / profundidad 0.00 – 0.20 m. Estrato de suelo que corresponde a una: Arena contaminada suelta.

ESTRATO E-2 / profundidad 0.20 – 1.50 m. Estrato de suelo que corresponde a una: Arena fina pobremente mal graduada sin plasticidad, con 3.20% de finos que pasa la malla N° 200. Estrato color crema. Clasificado en el sistema "SUCS", como un suelo "SP", Clasificado en el sistema "AASHTO", como un suelo "A-3 (0)". Con una humedad natural de 0.6%8. Máxima densidad seca de 1.740 gr/cm³, un óptimo contenido de humedad 10.00%.

CALICATA C -2: (Calle 07)



ESTRATO E-1 / profundidad 0.00 – 0.20 m. Estrato de suelo que corresponde a una: Arena contaminada suelta.

ESTRATO E-2 / profundidad 0.20 – 1.50 m. Estrato de suelo que corresponde a una: Arena gruesa pobremente graduada sin plasticidad, material con 1.87% de finos que pasa la malla N°200. Material de color gris. Clasificado en el sistema “SUCS”, como un suelo “SP”, Clasificado en el sistema “AASHTO”, como un suelo “A-1-b (0)”. Con una humedad natural de 0.90%. Máxima densidad seca de 2.035 gr/cm³, un óptimo contenido de humedad 8.20%.

CALICATA C -3: (Calle 8)

ESTRATO E-1 / profundidad 0.00 – 0.20 m. Estrato de suelo que corresponde a una: Arena contaminada suelta.

ESTRATO E-2 / profundidad 0.20 – 1.50 m. Estrato de suelo que corresponde a una: Gravas pobremente mal graduadas sin plasticidad, con 1.62% de finos que pasa la malla N° 200. Estrato color gris. Clasificado en el sistema “SUCS”, como un suelo “GP”, Clasificado en el sistema “AASHTO”, como un suelo “A-1-a (0)”. Con una humedad natural de 0.53%. Máxima densidad seca de 2.060 gr/cm³, un óptimo contenido de humedad 8.50%.

3.3. Capacidad de soporte del suelo

a. Clasificación de Suelos (SUCS – AASHTO)

Clasificación SUCS:

(ASTM D 2487) / NTP 339.134

Clasificación AASHTO:

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, fue desarrollado por el Dr. Arturo Casagrande, utiliza la textura para dar términos descriptivos tales como:

Sistema Unificado de Clasificación de suelos, utiliza como identificación los siguientes símbolos.



Tabla 19: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Símbolo	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos o arcillas orgánicas	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta plasticidad	Baja plasticidad	Bien graduado	Mal graduado

Fuente: AASHTO

El departamento de Caminos Públicos de USA (Bureau of Public Roads) introdujo uno de los primeros sistemas de clasificación, para evaluar los suelos sobre los cuales se construían las carreteras posteriormente en 1945 fue modificado y desde entonces se le conoce como sistema AASHTO.

Este sistema describe un procedimiento para clasificar suelos en grupos, basado en las determinaciones de laboratorio de granulometría, límite líquido e índice de plasticidad. La evaluación en cada grupo se hace mediante un “índice de grupo”.

Se informa en números enteros y si es negativo se informa igual a 0. El grupo de clasificación, incluyendo el índice de grupo, se usa para determinar la calidad relativa de suelos de terraplenes, material de sub rasante, sub base, y bases.

b. Proctor modificado

(ASTM D1557) / NTP 339.141

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en laboratorio, para determinar la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos (curva de compactación).

El ensayo de compactación “Proctor Modificado” es uno de los más importantes procedimientos de estudio y control de calidad de la compactación de un terreno. A través de él es posible determinar la compactación máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, condición que optimiza el inicio de la obra con relación al costo y el desarrollo.

CALICATA C -1/E-2: (Calle 02)

Máxima densidad Seca gr/cm³	1.740
Óptimo Contenido de Humedad %	10.00



CALICATA C -2/E-2: (Calle 07)

Máxima densidad Seca gr/cm³	2.035
Óptimo Contenido de Humedad %	8.20

CALICATA C -3/E-2: (Calle 08)

Máxima densidad Seca gr/cm³	2.060
Óptimo Contenido de Humedad %	8.50

c. California Bearing Ratio (CBR)

(ASTM D 1883)

Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR.

El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede prepararse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

Este ensayo se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de la sub rasante y de las capas de base, sub base y de afirmado.

Este modo operativo hace referencia a los ensayos para determinación de las relaciones de peso unitario – humedad, usando un equipo modificado.

CALICATA C-1/ E-2: (Avenida Santo Toribio)

CLAS. (SUCS)	SP
CLASIF. (AASHTO)	A-3 (0)

METODO DE COMPACTACION:	ASTM
100% Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	D1557
95% Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	1.740
ÓPTIMO Contenido de Humedad	1.653
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	10.00%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	17.90%
	13.40%



CALICATA C-2/ E-2: (Calle 07)

CLAS. (SUCS)	SP
CLASIF. (AASHTO)	A-1-b (0)

METODO DE COMPACTACION: ASTM
D1557

100% Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.035
95% Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	1.933
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.20%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	29.40%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	21.90%

CALICATA C-3/ E-2: (Calle 08)

CLAS. (SUCS)	GP
CLASIF. (AASHTO)	A-1-a (0)

METODO DE COMPACTACION: ASTM
D1557

100% Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2.060
95% Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	1.957
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.50%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	41.40%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	30.40%

De los valores anteriormente expuestos, se tiene que el terreno presenta **regular a buena calidad** como suelo de fundación (a menos de -1.00m), condiciones que van a afectar su comportamiento ante la presencia de cargas.

III. Conclusiones y recomendaciones

1. Por la naturaleza de las muestras extraídas en la zona de estudio del Proyecto, podemos decir, que a nivel de fundación, la estratigrafía de manera general corresponde a Gravas con arenas pobremente mal graduadas sin plasticidad.
2. Definido el nivel de la sub rasante, el material (E-1), deberá ser retirado convenientemente antes de la colocación de las capas del pavimento, mediante un proceso de escarificado, control de humedad, perfilado y compactado, cuando menos al 95% de la máxima densidad seca. (MDS).



3. El espesor del pavimento afirmado será diseñado de acuerdo a la capacidad de soporte del suelo, de las condiciones del tráfico, medio ambiente, mediante un procedimiento estandarizado y reconocido en el medio, como el AASHTO, IA.

4. El área en estudio se encuentra ubicada dentro de la zona de **sismicidad N° 4** (zona de alta sismicidad), por lo que se deberá tener presente la posibilidad de que ocurran sismos de considerable magnitud, con intensidad tan alta como VII a X en escala de Mercalli modificado.

5. De acuerdo a los cálculos realizados, se concluye utilizar los resultados de la Calicata N° 1 por ser la más baja en calidad de soporte (CBR): SUCS (SP), AASHTO (A-3 (0)), OCH (10.00%), MDS (1.653gr/cm³), CBR al 95% de la máxima densidad seca (13.40%).

6. Se debe eliminar el material contaminado, encontrado en el estrato superior y reemplazarlo por material de mayor calidad; acorde con las especificaciones del MTC.

7. Parámetros Sismo-resistentes:

De acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones E-030 Diseño Sismo-resistente y el predominio del suelo de cimentación, se recomienda adoptar los parámetros de análisis sismo-resistente para edificaciones, los siguientes parámetros: Modificada por DECRETO SUPREMO N° 003-2016-VIVIENDA (24 de enero del 2016).

- | | |
|---|------------------------------------|
| a). Zonificación | : Zona 4 Factor Zona (Z) = 0.45(*) |
| b). Tipo de Suelo | : S2 (suelo intermedio) |
| c). Periodo de Vibración del Suelo (Tp) | : 0.60 seg |
| d). Factor de Amplificación del Suelo (S) | : 1.05 |
| e). Uso (U) | : 1.30 |

Para la zona de estudio se puede notar los siguiente Parámetros Dinámicos del suelo de cimentación:

- | | |
|---|---------------------------------|
| f). Coeficiente Módulo de poissón (u) | : 0.30 |
| g). Coeficiente Modulo de elasticidad (E) | : 500.00 Kg. /cm ² . |

8. Para la realización del estudio se contó con los servicios del Laboratorio de Mecánica de Suelos INGEOGAMA SAC. Las muestras alteradas e inalteradas fueron recepcionadas en el Laboratorio, por el solicitante.

Fuente: Datos proporcionados por el Ing. Martín Benites Vargas.



4.4. Estudio de tráfico.

4.4.1. Generalidades.

En el funcionamiento estructural de las capas de la estructura del pavimento influye el tipo de suelo de la subrasante, la cual servirá de apoyo y desplazamiento de vehículos y personas, siendo una de sus principales factores los esfuerzos que originan las cargas que impone el tránsito el número total de vehículos que pasan por día o durante el periodo de diseño, incluido las cargas por eje y la presión de los neumáticos.

4.4.2. Objetivos.

Evaluar los movimientos que se producen entre un punto y otro para lo cual es necesario conocer el Volumen de tránsito en un tiempo dado, variación del volumen de tránsito, composición y peso de los vehículos y la tasa de crecimiento.

4.4.3. Método de control.

La demanda o volumen de tráfico del Índice Medio Diario Anual (IMDA), requiere ser expresado en términos de ejes equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de 2 ruedas cargado con 8.2 tn de peso, con neumáticos con presión de 80 lb/pulg². El volumen existente en el tramo –IMDA- considera el promedio diario anual del total de vehículos ligeros y pesados en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda se ha tenido en cuenta la estación de conteo ubicada en la "Av. Santo Toribio de las lomas sector I del AA.HH. Las Lomas Distrito de Huanchaco. Para el cálculo del N° de repeticiones, se utilizará la siguiente relación de EE por tipo de vehículo pesado, los mismos que corresponden a procedimientos estadísticos, los cuales están especificados en el manual de diseño de caminos pavimentados de bajo volumen de tránsito.

Características y clasificación de los vehículos.

Se clasifican en: vehículos ligeros y vehículos pesados.

Actualmente transitan vehículos livianos.

a. Vehículos ligeros.

El vehículo ligero es el que más velocidad desarrolla por lo que la altura del ojo de piloto es más baja.

Dimensiones Vehículos ligeros.

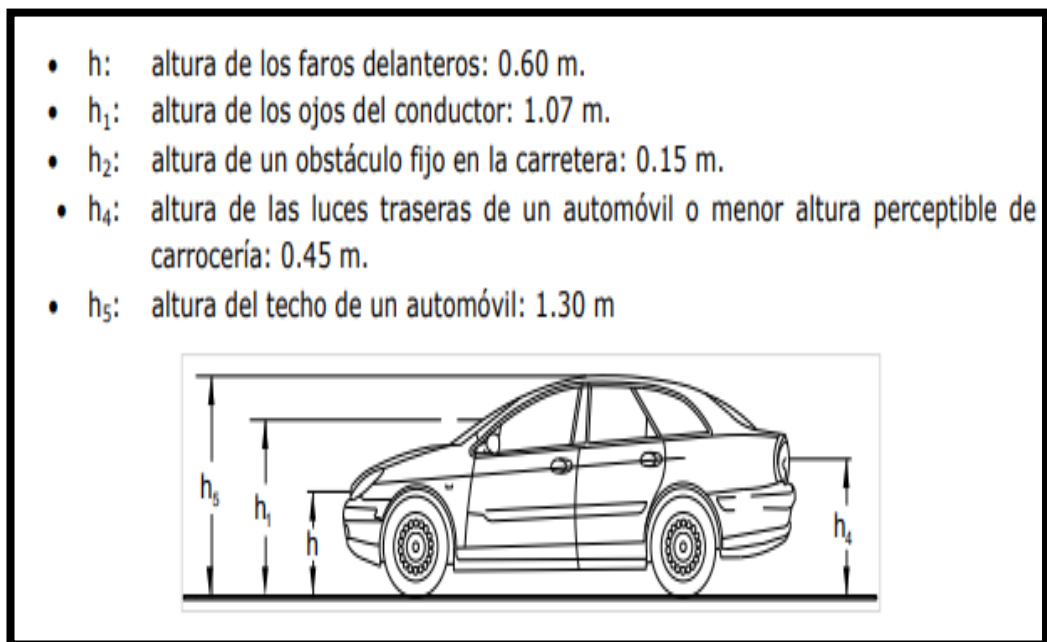
La longitud y el ancho de los vehículos ligeros no intervienen en el diseño, salvo que se trate de una vía en que no circulan camiones, situación poco probable en el diseño de carreteras.

Se presentan las siguientes dimensiones:

Ancho : 2.10 m.

Largo : 5.80m.

Figura 9: Vehículos ligeros.



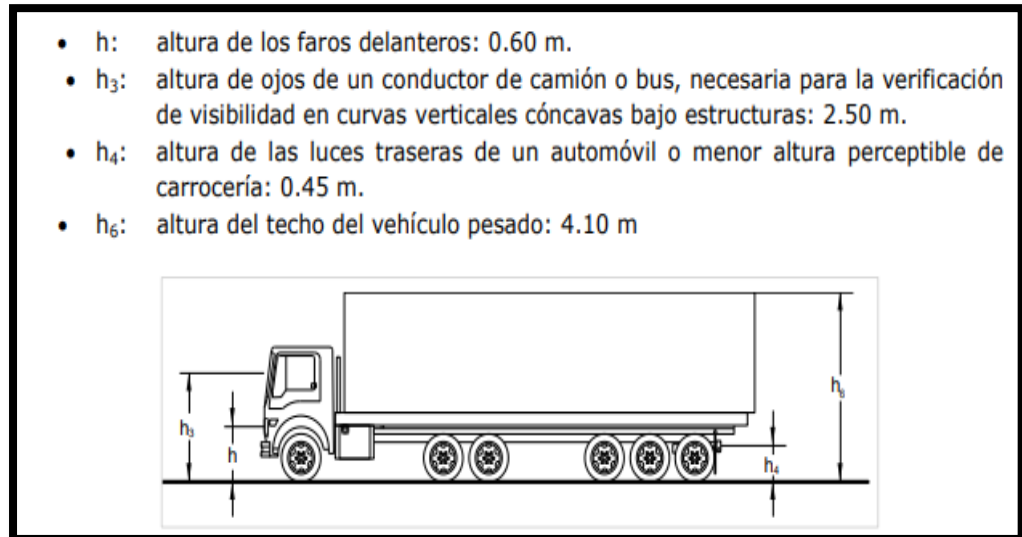
Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico (DG – 2018)

b. Vehículos pesados.

Son vehículos destinados al transporte carga y personas entre ellos tenemos ómnibus, camiones, semitrailer y tráiler.

Para el cálculo de distancias de velocidad de parada y de adelantamiento, se necesita definir diversas alturas que están asociadas a los vehículos ligeros.

Figura 10: Vehículo pesado.



Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico (DG – 2018)

1.1. Estudio de la Demanda de Tránsito

1.1.1. Metodología para el estudio de la demanda de tránsito

La metodología a usar es la determinación del **Índice Medio Diario Anual de Tránsito (IMDA)**.

El cual representara el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año previsible o existente en una sección dada de la vía, del cual se calculara posteriormente la tasa de crecimiento y la proyección.

La vía se diseña para un volumen de tránsito que se determina como demanda diaria promedio a servir, al final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual, normalmente determinada por el MTC, para las diversas zonas del país.

Trabajo de campo.

La metodología del trabajo de campo desarrollada en el presente estudio, se basó en las observaciones realizadas en la zona de trabajo durante el desarrollo de los trabajos de ingeniería básica, dichos trabajos consistieron en conteos de tránsito vehicular.

El objetivo es determinar el volumen medio anual por cada tipo de vehículo que circula por la vía en su estado actual, Obteniendo el INDICE MEDIO DIARIO (IMD), además de conocer el Origen y Destino de los viajes que realizan los vehículos que circulan.

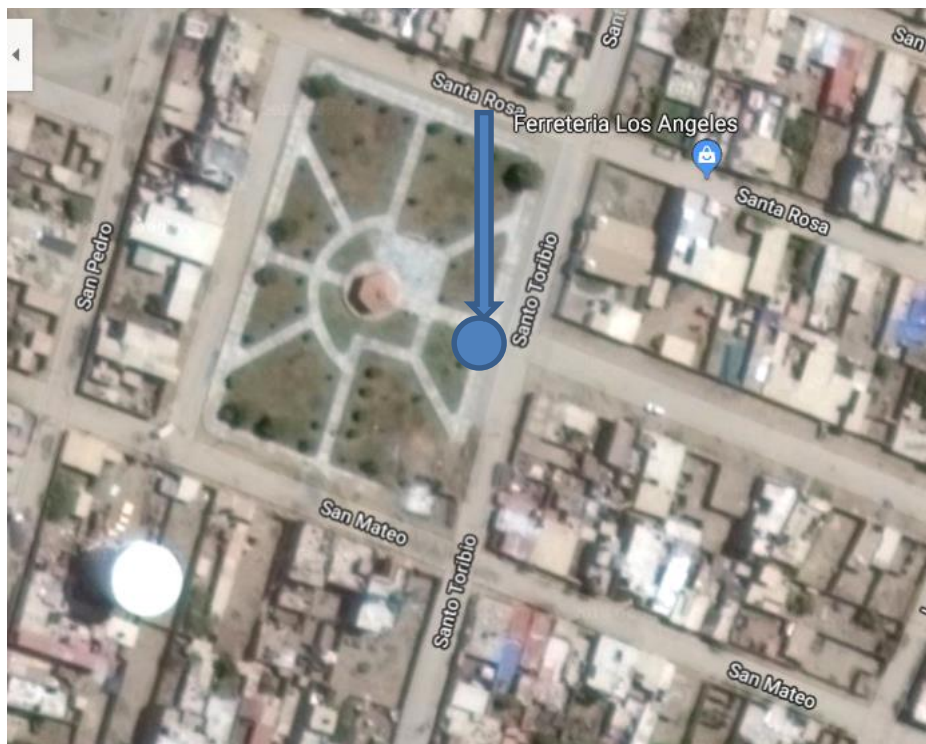
El Índice Medio Diario es el volumen de tránsito que circula durante las 24 horas para el estudio, el conteo de tráfico se ha realizado para un periodo de 07 días que empezó el 13/02/18 y culminó el 19/02/18 continuos en los puntos ya determinados anteriormente durante las 24 horas del día, así mismo para hacer un acopio de datos del movimiento vehicular según el tipo de vehículo que nos permite cuantificar con mayor precisión, para ellos se ha utilizado el formato de clasificación vehicular.

Conteo vehicular

a. Objetivo y finalidad

Cuantificar el volumen vehicular, en la Avenida Santo Toribio y las calles 7 y 8 del Asentamiento Humano Las Lomas Sector I.

Figura 11: Ubicación del punto de conteo vehicular.



Fuente: Diseño del autor

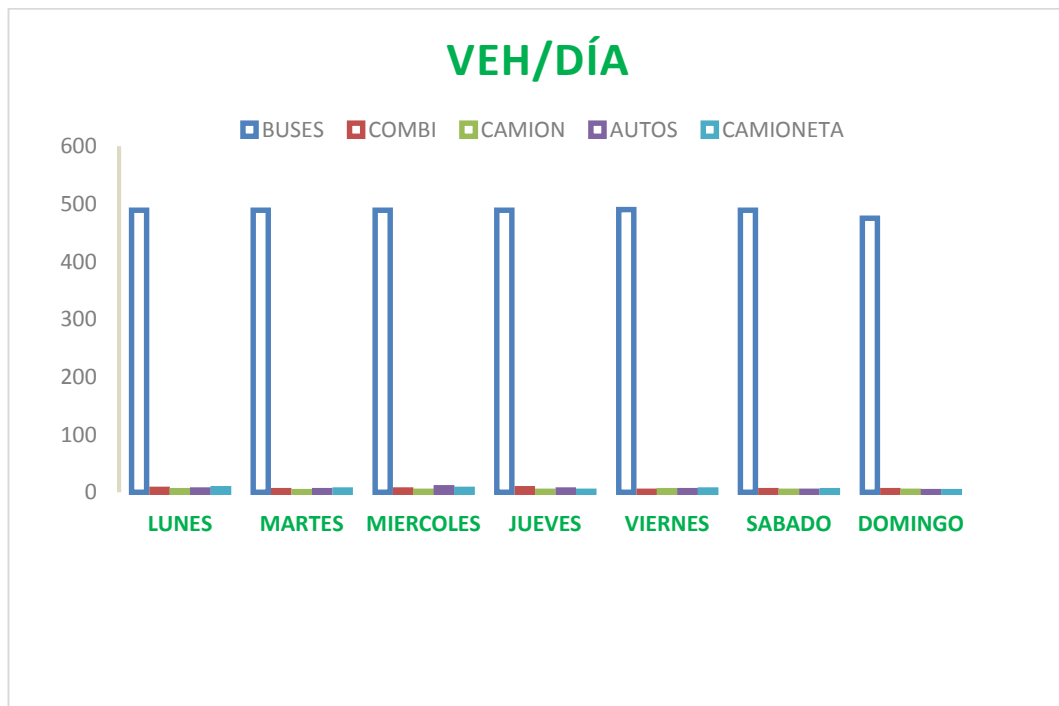
Tabla 20: Determinación del tránsito actual.

RESULTADOS DEL CONTEO DE TRÁFICO: AV SANTO TORIBIO Y LAS CALLES 7 Y 8							
MES:	FEBRERO						
TIPO DE VEHICULO	L	M	M	J	V	S	D
Buses	489	489	489	489	490	489	475
Combi	5	3	4	6	2	3	3
Camión	3	1	2	2	3	1	1
Autos	4	3	8	4	3	2	2
Camioneta	6	4	5	2	4	3	1
TOTAL	507	500	508	503	502	499	482

Fuente: Elaboración propia.

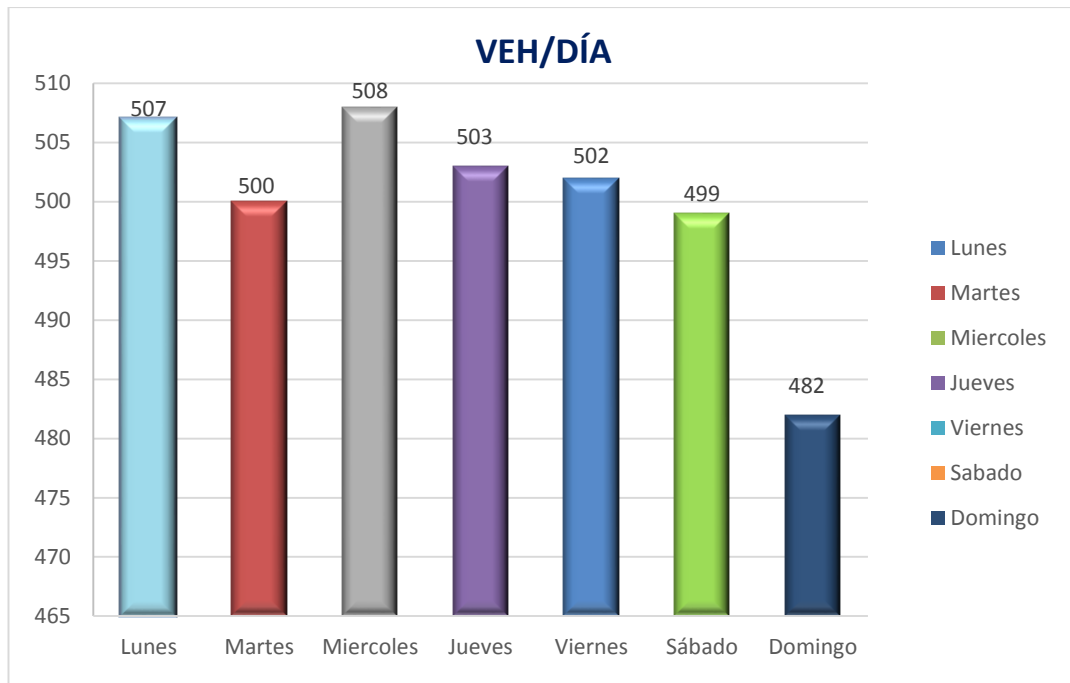
De los datos obtenidos, se puede deducir que el mayor volumen de tráfico se presenta el día lunes, miércoles, jueves y viernes y el de menor volumen de tráfico se presenta el día domingo.

Figura 12: Número de veh/día



Fuente: diseño del autor

Figura 13: Número de veh/día general.



Fuente: diseño del autor

Determinación del tráfico actual, se ha utilizado las tablas del MTC, 2016.

F.C. Vehículos Ligeros:0.94964707

F.C. Vehículos Pesados:0.95104558

Se ha aplicado la siguiente formula, para un conteo de 7 días.

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$$

Donde:

IMDs = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada.

IMDa = Índice Medio Anual.

Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo.

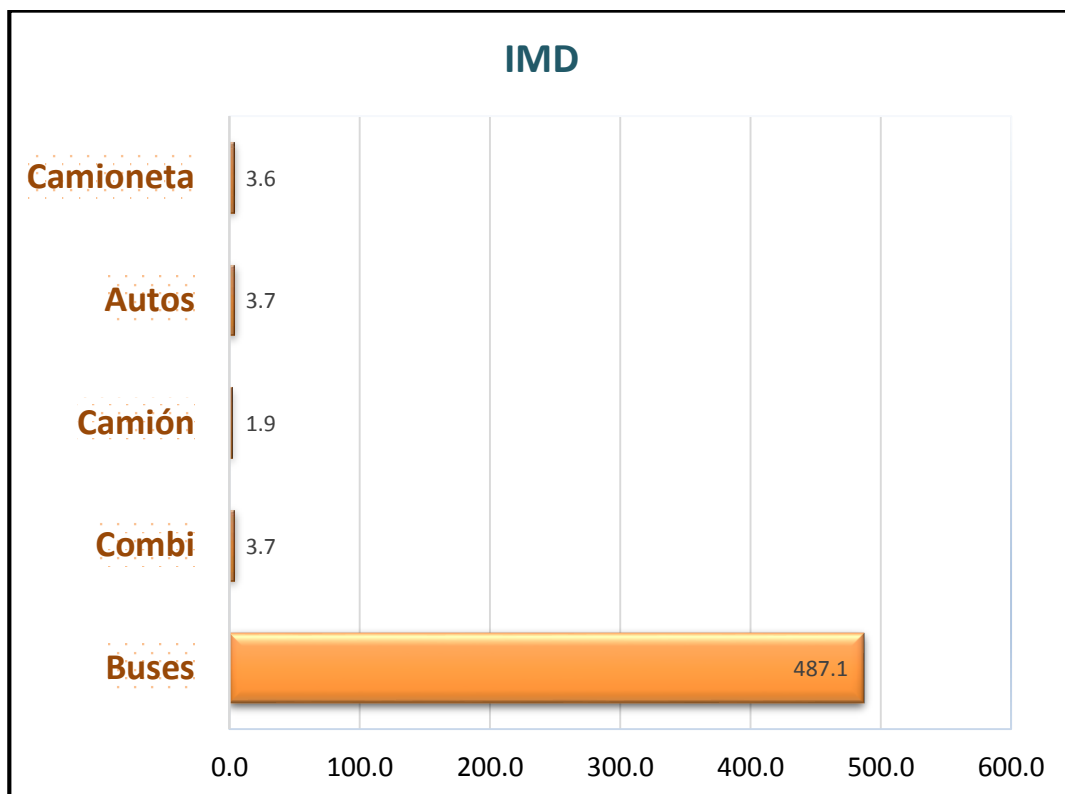
FC = Factores de Corrección Estacional.

Tabla 21: Determinación del tráfico actual.

TRAFICO ACTUAL POR TIPO DE VEHÍCULO		
TIPO DE VEHÍCULO	IMD	DISTRIBUCIÓN (%)
Buses	487.1	4,871
Combi	3.7	37
Camión	1.9	19
Autos	3.7	37
Camioneta	3.6	36
IMD	500	5000

Fuente: Elaboración propia

Figura 14: Trafico actual por tipo de vehículo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Toma de datos para conteo de tráfico



Fuente: Tomadas por el autor.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

5.1. Periodo de diseño

Para el diseño de la vía, se considerará un periodo de diseño equivalente a $n = 10$ años.

5.2. Factor de crecimiento (F_c)

Para calcular el crecimiento de tránsito se utilizará la siguiente fórmula:

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

Donde:

F_c= Tránsito proyectado al año “n” en veh/día

n = Años del período de diseño

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito. Definida en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico. Normalmente entre 2% y 5%.

En nuestro caso:



$$n = 10 \text{ años}$$

$$i = 5 \%$$

$$F_c = \frac{(1+0.05)^{10} - 1}{0.05} \Rightarrow F_c = 12.57$$

5.3. Diseño estructural del pavimento

Para el diseño estructural del pavimento se ha considerado un Volumen bajo de Transito, debido que se trata de un Proyecto de Habilitación Urbana y por ende circulan Automóviles, Camionetas, Combis, Buses y camiones con un eje simple de dos ruedas y un eje doble de 8 ruedas; como máximo

5.3.1. Estructuras de Pavimentos para Vías de Tránsito Liviano

En este proyecto se considera dentro de esta categoría a las vías cuyo flujo principal de vehículos es de Tránsito liviano con un porcentaje menor al 15 % de vehículos pesados. En esta categoría entran las vías tales como: Vías de accesos a balnearios, zonas turísticas, Urbanizaciones, Habilitaciones u otras zonas de servicios.

En el caso particular de este tipo de pavimentos el estudio de tránsito debe estar respaldado por un análisis que garantice, que luego del mejoramiento que se le realice a la vía, estas seguirán siendo solicitados sólo por tránsito liviano.

Las estructuras de pavimentos para tránsito liviano no se rigen por el comportamiento a la fatiga, debido al bajo volumen de vehículos pesados que se espera que circulen. De esta forma, este tipo de estructura se rige por el máximo estado de tensiones de trabajo, considerando un camión tipo, con un eje simple rueda doble (ESRD) de 11 ton. Esta consideración se basa en que este tipo de vías tienen una probabilidad cierta de tránsito de vías ó camiones locales o de servicio y se asume además que la gran proporción de ellos transita dentro de los límites legales de peso.

5.4. Métodos de diseño estructural

5.4.1. Método AASHTO – 93



El método AASHTO para diseño de pavimentos flexibles publicada en 1993 incluye importantes modificaciones.

5.4.2. Parámetros de Diseño

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Donde:

W18 = Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 tn en el periodo de diseño.

Z_R = Desviación estándar del error combinado en la predicción del tráfico y comportamiento estructural.

S_o = Desviación Estándar Total

ΔPSI = Diferencia entre la Serviciabilidad Inicial (P_o) y Final (P_t).

MR = M_r = Módulo Resiliente de la Sub-rasante (psi)

SN = Número Estructural, indicador de la Capacidad Estructural requerida (materiales y espesores).

5.5. Confiabilidad

Generalmente ante los incrementos de los volúmenes de tráfico, de las dificultades para diversificar el tráfico y de las expectativas de disponibilidad del público, debe minimizarse el riesgo de que los pavimentos no se comporte adecuadamente. Este objetivo se alcanza seleccionando niveles de confiabilidad más altos. La Tabla presenta posniveles de confiabilidad recomendados para varias clasificaciones funcionales de vías.



Tabla 22: Clasificación de carreteras.

Clasificación Funcional	Nivel de Confiabilidad Recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatal y Otras Vías Libres.	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias Principales.	80 – 99	75 – 95
Colectoras.	80 – 95	75 – 95
Locales.	50 - 80	50 – 80

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

De acuerdo a la carretera experimental AASTHO, la confiabilidad del binomio diseño – comportamiento está controlada por el uso de un factor de confiabilidad (FR), el cual se multiplica por el tráfico previsto a lo largo del período de diseño (W_{18}) para obtener las aplicaciones del tráfico de diseño (W_{18}) a utilizarse en la ecuación de diseño. Para un nivel de confiabilidad (R), el factor de confiabilidad es una función de la Desviación Estándar Total (S_0)

a. Desviación Estándar Total (S_0)

Es el rango de valores S_0 están basados en los valores

Tabla 23: Desviación Estándar Total (S_0)

0.30-0.40	Pavimentos rígidos
0.40-0.50	Pavimentos flexibles

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993



La selección de un nivel apropiado de confiabilidad para el diseño de una vialidad particular, depende primariamente del uso del proyectado y de las consecuencias (riesgos).

Tabla 24: Confiabilidad y desviación estándar

Confiabilidad (R%)	Desviación normal estándar (ZR)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO – 1993

5.6. Valor Índice Serviciabilidad (PSI)

Para el Diseño es necesario seleccionar un índice de serviciabilidad Inicial y Final.

El Índice de serviciabilidad Terminal ó Final (pt) de Diseño deberá ser tal que culminado el período de vida proyectado de la vía (superficie de Rodadura) ofrezca una adecuada serviciabilidad.

a. Índice de serviciabilidad inicial (p_i)

- 4.2 Pavimentos flexible
- 4.5 Pavimentos rígidos



b. Índice de serviciabilidad final (pt)

2.5 ó 3.0	Carreteras principales
2	Carreteras con clasificación menor
1.5	Carreteras relativamente menores, donde las condiciones económicas determinan que gastos iniciales deben ser mantenidos bajos.

5.7. Caracterización de los materiales de las capas de pavimento.

Para ser empleados en el procedimiento de diseño, los materiales que conforman las diferentes capas del pavimento requieren del uso de un “coeficiente de capa” (a_i) que permite convertir su espesor actual a un número estructural (SN). Estos coeficientes pueden ser asignados en base al módulo resiliente (M_R), o de alguna de las propiedades del material, preferentemente el módulo de elasticidad.

a. Módulo Resiliente y/o Elástico (M_R)

Cuando se calculan los espesores del pavimento siguiendo la Metodología de Diseño de la AASHTO, versión 1993, la caracterización del suelo de fundición está basada en el Módulo Resiliente y/o Elástico

La AASHTO propone, en base a ensayos que correlacionan el Módulo Resiliente con el CBR, Siguiendo la Fórmula para suelos finos cuyos valores de CBR son menores de 10%.

$$M_R = 1500 \text{ CBR}$$

Es importante anotar que, pese a que el módulo resiliente puede aplicarse a cualquier tipo de material, la notación M_R usada en la guía, solo se aplica al suelo de la sub-rasante. Se usa otras notaciones para expresar los módulos de subbase (ESB), bases (EBS), concreto asfáltico (EAC) y concreto de cemento (EC). Los valores de los coeficientes de capa, para diferentes tipos de material utilizados como capas asfálticas, de base y sub - base tratada y no tratada, se puede determinar en los gráficos que se presentan a continuación.

b. Drenaje

En el diseño de pavimento es muy importante las condiciones de drenaje, para la vía se opta por escoger una calidad de drenaje regular por ello el tiempo de remoción del agua es de 1 semana.

Tabla 25: Calidad de Drenaje.

Calidad de Drenaje	Tiempo de Remoción del Agua
Excelente	2 Horas
Bueno	1 Día
Regular	1 Semana
Pobre	1 Mes
Muy Pobre	No Drena.

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO – 1993

5.8. Procedimiento de diseño.

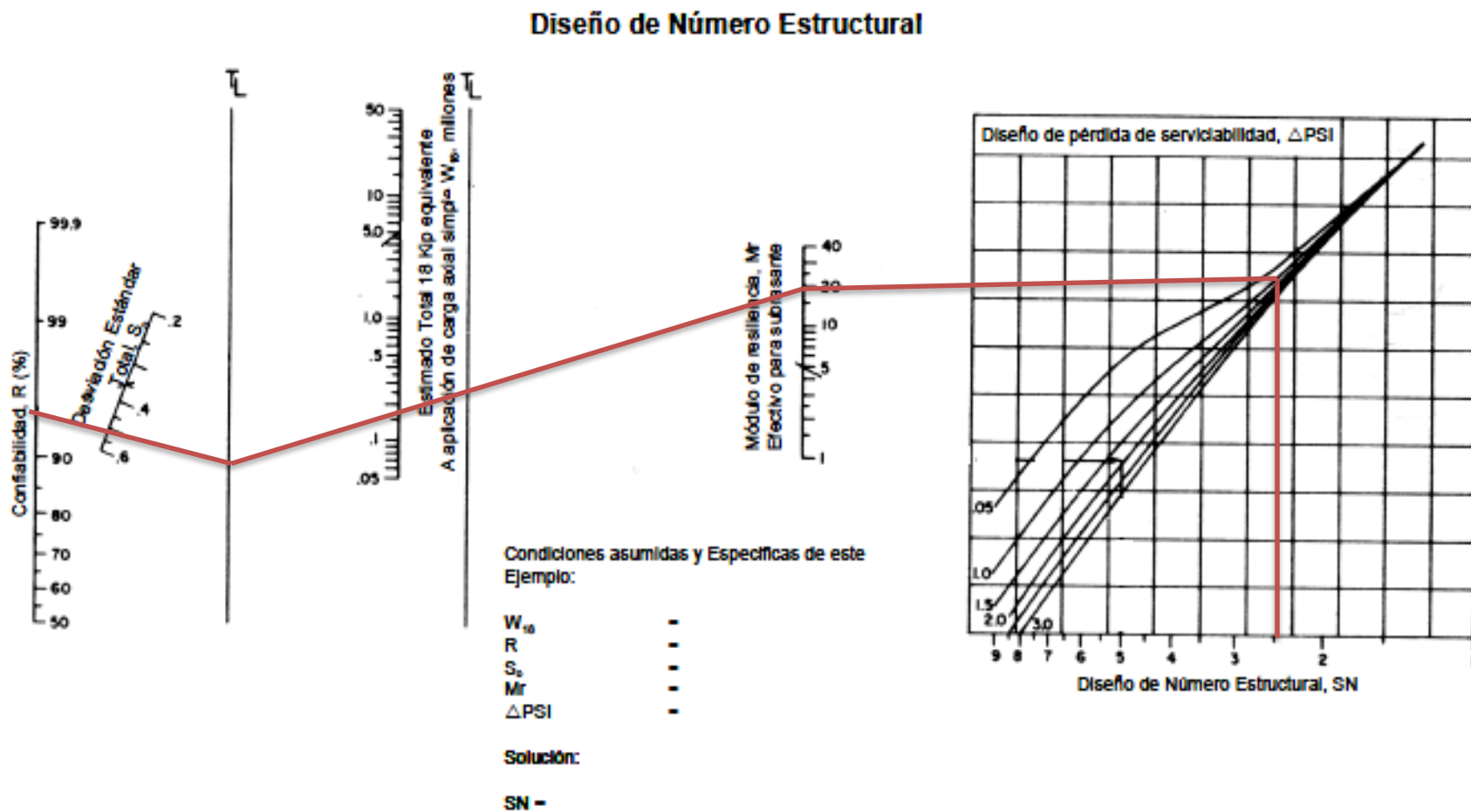
a. Determinación del Número Estructural Requerido.

Para la determinación del número estructural requerido, se puede hacer uso de la fórmula de diseño, o del nomograma recomendado por la guía, para las condiciones de diseño específicas, incluyendo:

- (1) El tránsito futuro estimado, W_{18} para el período de diseño.
- (2) La desviación estándar total S_D .
- (3) El módulo resiliente efectivo del material del suelo de fundación M_R , y
- (4) La pérdida de serviciabilidad de diseño, $\Delta PSI = p_i - p_t$.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \cdot x S_D + 9.36 \cdot \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Tabla 26: Diseño de Número Estructural

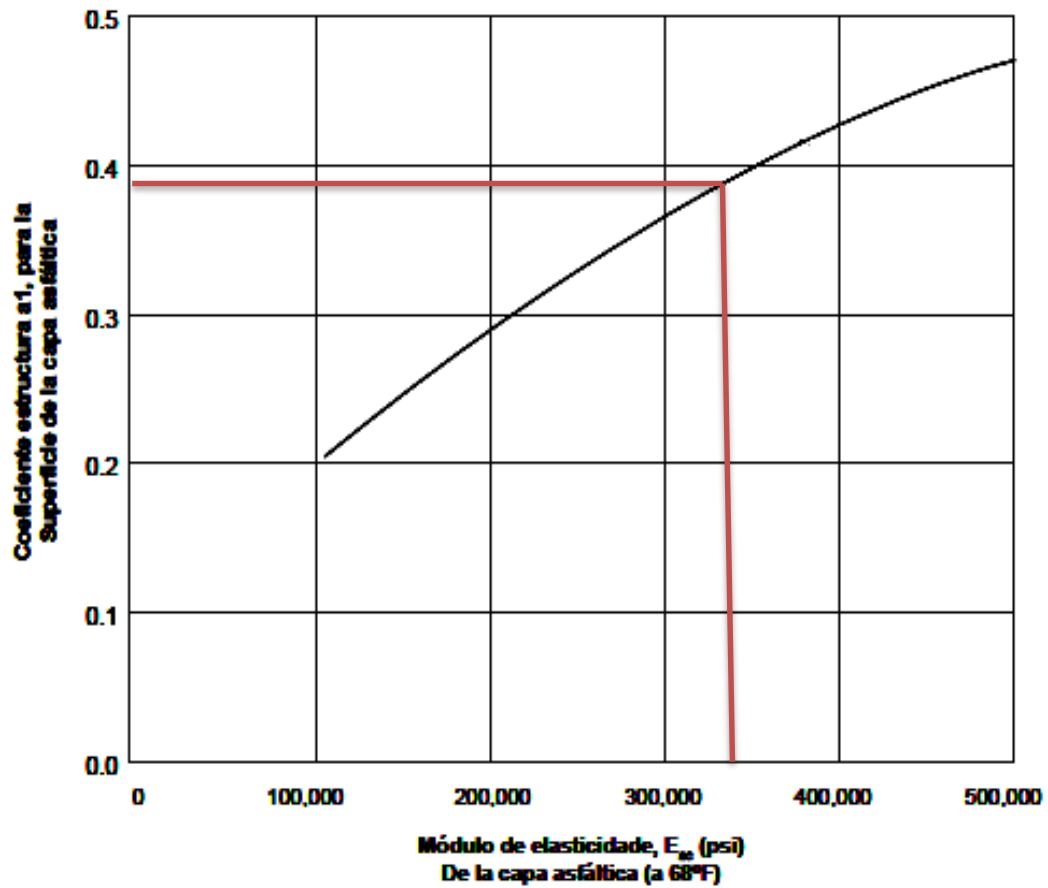


Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993

DETERMINANDO EL ESPESOR DE LA CAPA DE RODADURA

Tabla 27: Coeficiente estructural a partir del módulo elástico del concreto asfáltico.

Coeficiente estructural a partir del Módulo elástico del concreto asfáltico

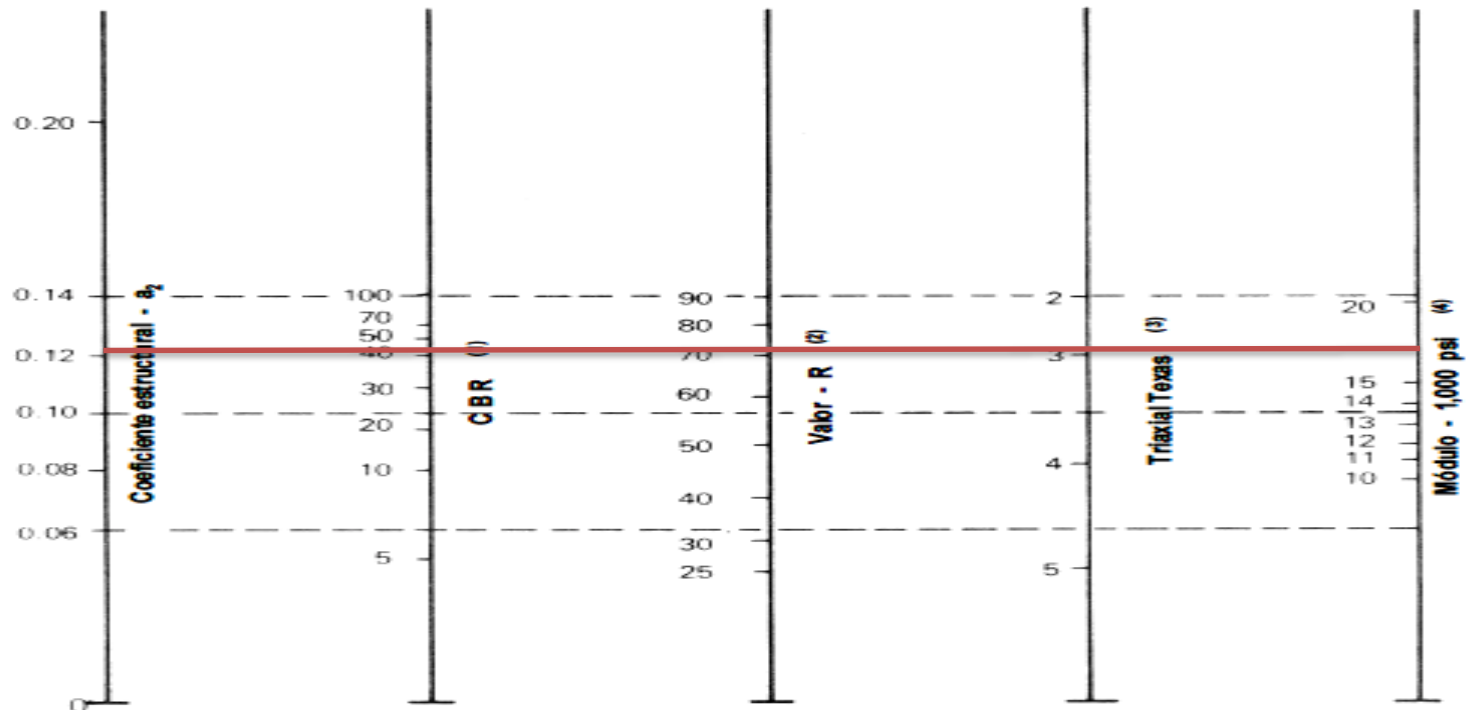


Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1,993

DETERMINANDO EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA SUB BASE

Tabla 28: Variación en el coeficiente estructural de la capa de subbase

Variación en el coeficiente estructural de la capa de subbase

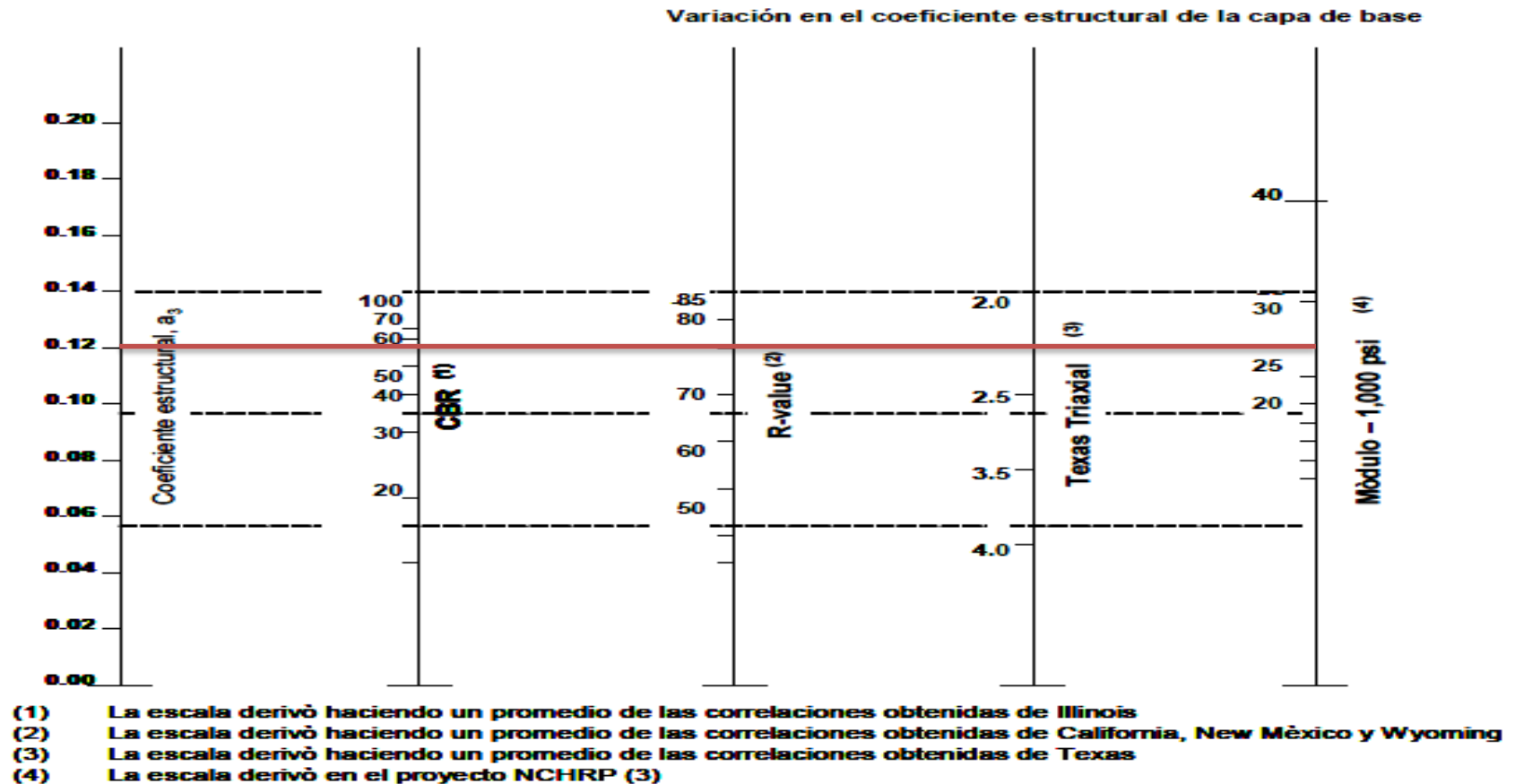


- (1) Escala derivada de las correlaciones de Illinois
- (2) Escala derivada de las correlaciones obtenidas del Instituto del Asfalto, California, New México y Wyoming
- (3) Escala derivada de las correlaciones de Texas
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1,993

DETERMINANDO EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE

Tabla 29: Variación en el coeficiente estructural de la capa de base.



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1,993

b. Selección de los espesores de capa

Una vez determinado el número estructural de diseño, para una estructura de pavimento, es necesario identificar un grupo de espesores de capas del pavimento que cuando son combinados proporcionarán la capacidad de carga correspondiente al NE de diseño. La siguiente ecuación proporciona la base para convertir un NE en espesores reales de superficie, base y sub-base:

$$NE = SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Donde:

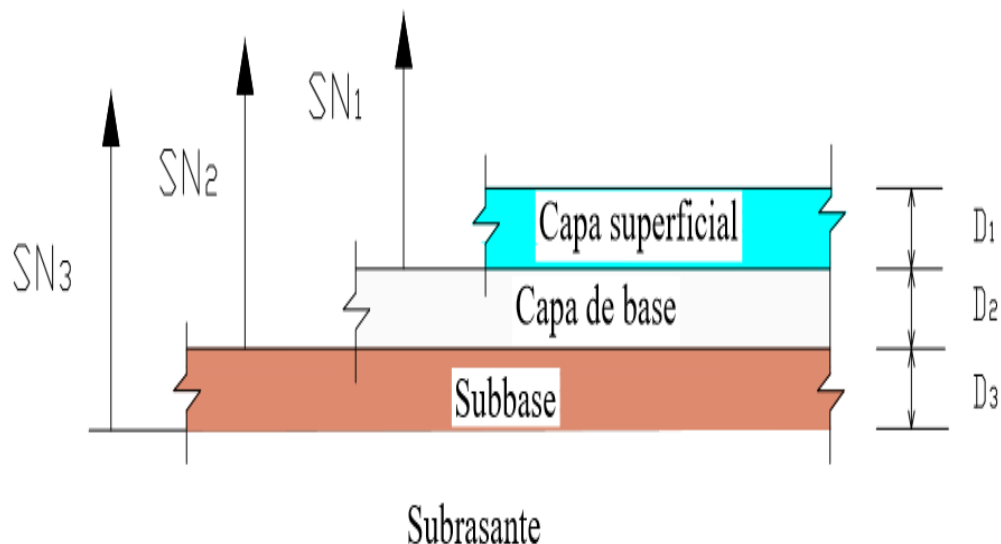
$a_1, a_2, a_3 =$ Coeficientes de capa respectivos de la superficie, base y sub-base respectivamente.

$D_1, D_2, D_3 =$ Espesores reales en pulgadas de las capas de superficie, de base y sub-base respectivamente,

$m_2, m_3 =$ Coeficiente de drenaje para las capas de base y sub-base respectivamente.

a. Diseño por Capas

Figura 16: Diseño de Capas



Fuente: Elaboración Propia

$$D^*_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN^*_1 = a_1 D^*_1 \geq SN_1$$

$$D^*_2 \geq \frac{SN_2 - SN^*_1}{a_2 m_2}$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 \geq SN_2$$

$$D^*_3 \geq \frac{SN_3 - (SN^*_1 + SN^*_2)}{a_3 m_3}$$

(1) a, D, m, y SN representan los valores mínimos requeridos.

Cálculos para diseño del pavimento.

PROPIEDADES DE MATERIALES

A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN ²)	30.00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE	10.00

1. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	457,412	
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	95%	
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.253	
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45	
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi) (USANDO CBR)	13.19	
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2	Gt = (0.0889411)
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.0	Gt1.5= -
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	10	

2. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

Concreto Asfáltico (a1)	0.44	
Base granular Estabilizada (a2)	0.05	
Subbase a3)	0.08	0.22
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA		



Base (m2)	1.00
Subbase (m3)	1.00

NÚMERO ESTRUCTURAL

	SN REQUERIDO
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{TOTAL})	2.04
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO C.A. (SN ₁)	2.20
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO BASE (SN ₂)	-0.26
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO S.BASE (SN ₃)	0.10

CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL :			
N18 NOMINAL	N18 CALCULO	SN	
5.66	5.67	2.04	SN _{TOTAL}
5.66	6.70	2.20	SN ₁
5.66	5.26	1.94	SN ₂
FIJO	VARIABLE	AJUSTAR	
	f(SN)	VALOR	

ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO (AASHTO SIMPLIFICADO)

CAPA DE
RODADURA (D₁)
CAPA BASE
(D₂)
SUB-
BASE (D₃)

H (cm)	SN	SN REQUERIDO
6	1.04	
15	0.30	
25	0.79	
Total	2.12	2.04

OK

5.9. Señalización

5.9.1. Generalidades

El presente Manual establece las normas para el diseño y utilización de los dispositivos de control del tránsito; en el tenor del Manual se expone el empleo de los diferentes dispositivos y se establece los diseños y principios fundamentales que deben regir.

Su alcance es de ámbito nacional y debe ser utilizado por las autoridades a quienes les compete el control y regulación del tránsito.

Existen dos grupos de señalización: la señalización vertical y marcas en pavimento, para el presente estudio emplearemos las señales verticales por tratarse de una carretera diseñada a nivel de afirmado.

5.9.2 Señales Verticales

Las señales verticales son dispositivos instalados a nivel del camino o sobre él, están destinados a reglamentar el tránsito, advertir o informar a los usuarios mediante palabras o símbolos determinados.

a. Clasificación.

- a.1 Señales reguladoras
- a.2 señales preventivas
- a.3 Señales informativas

a.1 Señales reguladoras o de reglamentación

Las señales de reglamentación tienen por objeto indicar a los usuarios las limitaciones o restricciones que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación al Reglamento de la circulación vehicular.

Las señales de reglamentación se dividen en:

1. Señales relativas al derecho de paso.
2. Señales prohibitivas o restrictivas.
3. Señales de sentido de circulación.

Señales relativas al derecho de paso:

- a. Señal de **«PARE» (R-1)** de forma octogonal.
- b. Señal **«CEDA EL PASO» (R-2)** de forma triangular con uno de sus vértices en la parte inferior.

Figura 17: señales derecho de paso



Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

2. Señales prohibitivas o restrictivas de forma circular inscritas en una placa rectangular con la leyenda explicativa del mensaje que encierra la simbología utilizada.
3. Señales de sentido de circulación, de forma rectangular y con su mayor dimensión horizontal (**r-14**).

Figura 18: Señales de sentido de circulación



Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

Figura 19: Ubicación y altura de las calles



Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

a.2. señales preventivas

Las señales preventivas son aquellas que se utilizan para indicar con anticipación la aproximación de ciertas condiciones de la vía o concurrentes a ella que implican un peligro real o potencial que puede ser evitado tomando ciertas precauciones necesarias.

Serán de forma cuadrada con uno de sus vértices hacia abajo formando un rombo, a excepción de las señales especiales de «ZONA DE NO ADELANTAR» que serán de forma triangular tipo banderola horizontal, las de indicación de curva «CHEVRON» que serán de forma rectangular y las de «PASO A NIVEL DE LINEA FERREA» (Cruz de San Andrés) que será de diseño especial.

El fondo y borde será amarillo caminero, los símbolos, letras y marco de color negro.

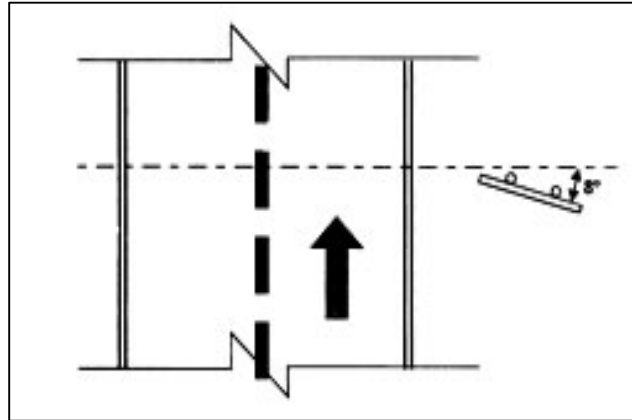
Las dimensiones de las señales preventivas deberán tener las siguientes medidas: En Carreteras, avenidas y calles: 0.60m x 0.60m .Se ubicarán a la derecha en ángulo recto frente al sentido de circulación en general las distancias recomendadas son:

En zona urbana 60m - 75m

En zona rural 90m - 180m

En autopista 250m - 500m

Figura 20: Sentido de circulación



Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

5.9.3. Marcas en el pavimento y bordes de pavimento

a. Línea central

En el caso de una calzada de dos carriles de circulación que soporta el tránsito en ambos sentidos, se utilizará una línea discontinua cuando es permitido cruzar y cuyos segmentos serán de 4.50 m de longitud espaciados 7.50 m en carreteras; en la ciudad será de 3 m y 5 m respectivamente.

En el caso de una calzada de cuatro o más carriles de circulación que soporta el tránsito en ambos sentidos y sin separador central se usará, como línea central, la doble línea continua de 0.10m ó 0.15m de ancho espaciadas en 0.10 m y de color amarillo.

La doble línea amarilla demarcadora del eje de la calzada, significa el establecer una barrera imaginaria que separa las corrientes de tránsito en ambos sentidos; el eje de la calzada coincidirá con el eje del espaciamiento entre las dos líneas continuas y paralelas.

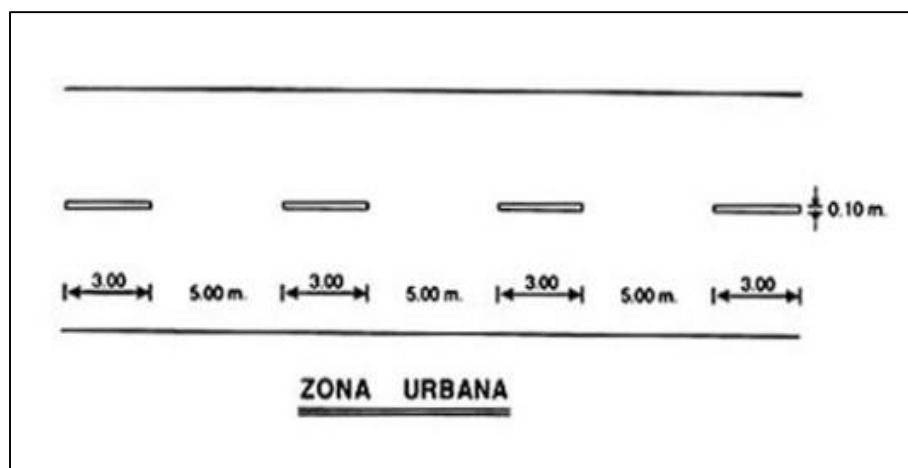
Se recomienda el marcado de la línea central en todas las calzadas de dos o más carriles de circulación que soportan tránsito en ambos sentidos sin separador central, cuyo volumen de tránsito sea significativo y cuando la incidencia de accidentes lo ameriten.

b. Línea de carril

Las líneas de carril son utilizadas para separar los carriles de circulación que transitan en la misma dirección. Las líneas de carril deberán usarse en todas las Autopistas, carreteras, avenidas de múltiples carriles de circulación.

Las líneas de carril son líneas discontinuas o segmentadas, de ancho 0.10m - 0.15m, de color blanco y cuyos segmentos serán de 4.50m de longitud espaciadas 7.50m en el caso de carreteras; en la zona urbana será de 3m y 5m, respectivamente

Figura 21: Líneas de carril



Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

El marcado de líneas que prohíben adelantar tiene por objeto el señalar aquellos tramos del camino cuya distancia de visibilidad es tal que no permite al conductor efectuar con seguridad la maniobra de alcance y paso a otro vehículo.

La distancia de visibilidad en una curva vertical es la distancia que un objeto a 1.20 m de la superficie del pavimento puede ser vista desde otro punto a 1.20 m sobre la superficie del pavimento. Asimismo, la distancia de visibilidad de pase sobre una curva horizontal es la distancia medida a lo largo de la línea central (o línea del carril derecho en una carretera de tres carriles) entre dos puntos a 1.20 m sobre el pavimento en una línea tangente a la obstrucción que corta la visibilidad hacia dentro de la curva. Las zonas donde la distancia de visibilidad es igual o menor que la numeración abajo señalada para valores predominantes de

Velocidad 85 Percentil o Velocidad Directriz (el que sea más alto), deben ser demarcadas.

Tabla: 30 Velocidad Directriz

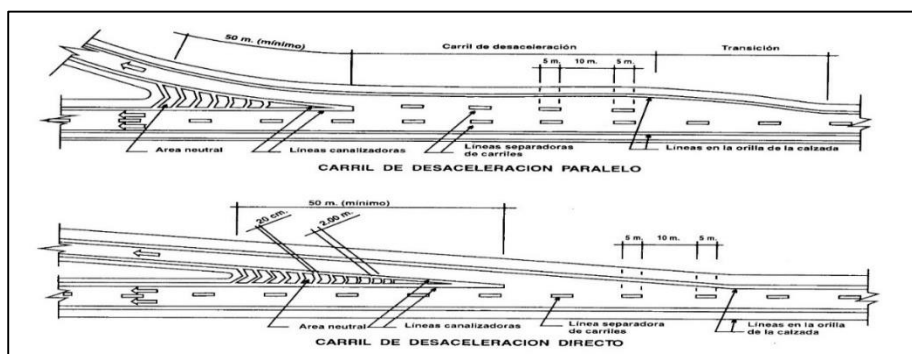
VELOCIDAD DIRECTRIZ (Km/h)	DISTANCIA MÍNIMA DE VISIBILIDAD PARA ADELANTAR (m)
40	150
60	180
80	250
100	320
120	400

Se utilizará una línea continua paralela a la línea central, espaciada 0.10 m hacia el lado correspondiente al sentido del tránsito que se está regulando; de ancho 0.10 m y de color amarillo. Antes del inicio de la línea continua, existirá una zona de preaviso variable entre 50 m ($V < 60$ km/h) y 100m ($V > 60$ km/h), donde la línea discontinua estará constituida por segmentos de 4.5m de longitud espaciados 7.5m en el caso de carreteras y en la zona urbana será de 3m y 1 m respectivamente. El demarcado de la zona donde se prohíbe adelantar será complementado con la señal prohibido adelantar.

c. Línea de borde de pavimento

Se utilizará para demarcar el borde del pavimento a fin de facilitar la conducción del vehículo, especialmente durante la noche y en zonas de condiciones climáticas severas. Deberá ser línea continua de 0.10m. de ancho de color blanco.

Figura 22: Línea de borde de pavimento



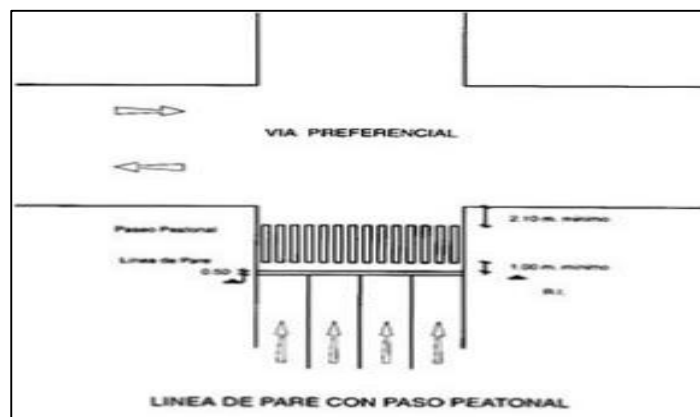
Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

d. Líneas de «pare»

Se usarán tanto en zonas urbanas como rurales donde se deberá indicar al conductor la localización exacta de la línea de parada del vehículo de acuerdo a lo indicado, sea por una señal de "PARE" o un semáforo. Deberá ser una línea de color blanco, sólida de ancho 0.50m colocada transversalmente al eje de la calzada, extendiéndose a través de todos los carriles de aproximación.

La línea de «PARE» deberá pintarse paralelamente y a una distancia anterior al "paso peatonal" de 1.00 m; en el caso que no existiera el marcado de "paso peatonal" a una distancia mínima de 1.50m. de la esquina más cercana a la vía que se cruza.

Figura 23: Líneas de pare



Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

Para la Propuesta de Diseño del pavimento Flexible en la Avenida Santo Toribio y las calles 7 y 8 **Las Lomas Sector I** distrito de Huanchaco – Trujillo – La Libertad – 2018, se ha determinado lo siguiente:

- i. Los datos del levantamiento topográfico nos permitieron para la elaboración de los planos como es: secciones transversales, perfiles y señalización.
- ii. El espesor del pavimento afirmado será diseñado de acuerdo a la capacidad de soporte del suelo.
- iii. En el estudio de tráfico, se deduce que el mayor volumen de tráfico se presenta el día lunes, miércoles, jueves y viernes que presenta un tráfico estimado desde (500 a 508) y el de menor volumen de tráfico se presenta el día domingo con tráfico de 482 veh/día.
- iv. El Diseño de la Estructura del Pavimento Flexible, del presente proyecto, obedece a parámetros del comportamiento del lugar como es la caracterización del tránsito, las propiedades mecánicas de los materiales y del terreno de fundación, las condiciones de drenaje y los niveles de serviciabilidad y confiabilidad.
- v. En el método AASTHO – 93, el cálculo del espesor de la estructura del pavimento, relaciona las variables, considerando principalmente los Factores de Equivalentes de ejes o ESALs y el Módulo Resiliente de la Subrasante MR.
- vi. El procedimiento a seguir para obtener el número estructural SN, es iterativo, de donde se obtiene el espesor de cada capa que forman la parte estructural del pavimento.
- vii. En el método AASTHO – 93, el cálculo del espesor de la estructura del pavimento, relaciona las variables, considerando principalmente los Factores de Equivalentes de ejes o ESALs y el Módulo Resiliente de la Subrasante MR. Se ha determinado un espesor de pavimento de 6 cm de asfalto, 15 cm de base y 25cm de subbase.
- viii. Así mismo, ha sido posible diseñar según el Manual la respectiva señalización en señales informativas, preventivas y reguladora.



CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES

- i. La ejecución del presente proyecto deberá realizarse siguiendo las consideraciones y especificaciones propuestas, para lograr un funcionamiento eficiente durante el periodo de vida de diseño
- ii. Para determinar el valor de confiabilidad se debe tener en cuenta el uso del pavimento, ya que un nivel de confiabilidad alto implica que un pavimento se realice con mayores costos iniciales.
- iii. Se recomienda utilizar el método AASHTO para el diseño estructural de pavimentos flexibles, por ser uno de los métodos más generalizados de uso actual en el país y de reconocimiento internacional.
- iv. También se recomienda hacer posteriormente el Estudio de Impacto Ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Castillo Rivera (2014), REVISIÓN DE LOS MÉTODOS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES “AASHTO93” Y EL “MODELO ELASTICO LINEAL (KENLAYER)”, MEDIANTE EL MODELO VISCOELÁSTICO PROPUESTO POR LA “ME PDG NCHRP 1-37A (3D-MOVE)”.

Gallardo Valdivia (2015), “DISEÑO DE UN PAVIMENTO ALTERNATIVO PARA LA AVENIDA CIRCUNVALACION SECTOR GUACAMAYO 1º ETAPA”.

Gómez vallejos (2014), “DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL ANILLO VIAL DEL ÓVALO GRAU – TRUJILLO - LA LIBERTAD”.

Jiménez García (2009), “DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES: MÉTODO DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM”.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), “MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES”.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008), “MANUAL PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO”

Manual de Carreteras (2013), “SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS”, “SECCION SUELOS Y PAVIMENTOS”.

MTC (2014), “MANUAL DE CARRETERAS DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2014”.

Manual de Carreteras (EG-2013), “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN EG-2013”.

Lozano Paredes (2015) , “DISEÑO ÓPTIMO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA H.U.P. VILLA VICTORIA DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE, MEDIANTE EL MÉTODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO Y AASHTO”.

MTC (2000), “MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL TRÁNSITO AUTOMOTOR EN CALLES Y CARRETERAS”



ANEXOS:

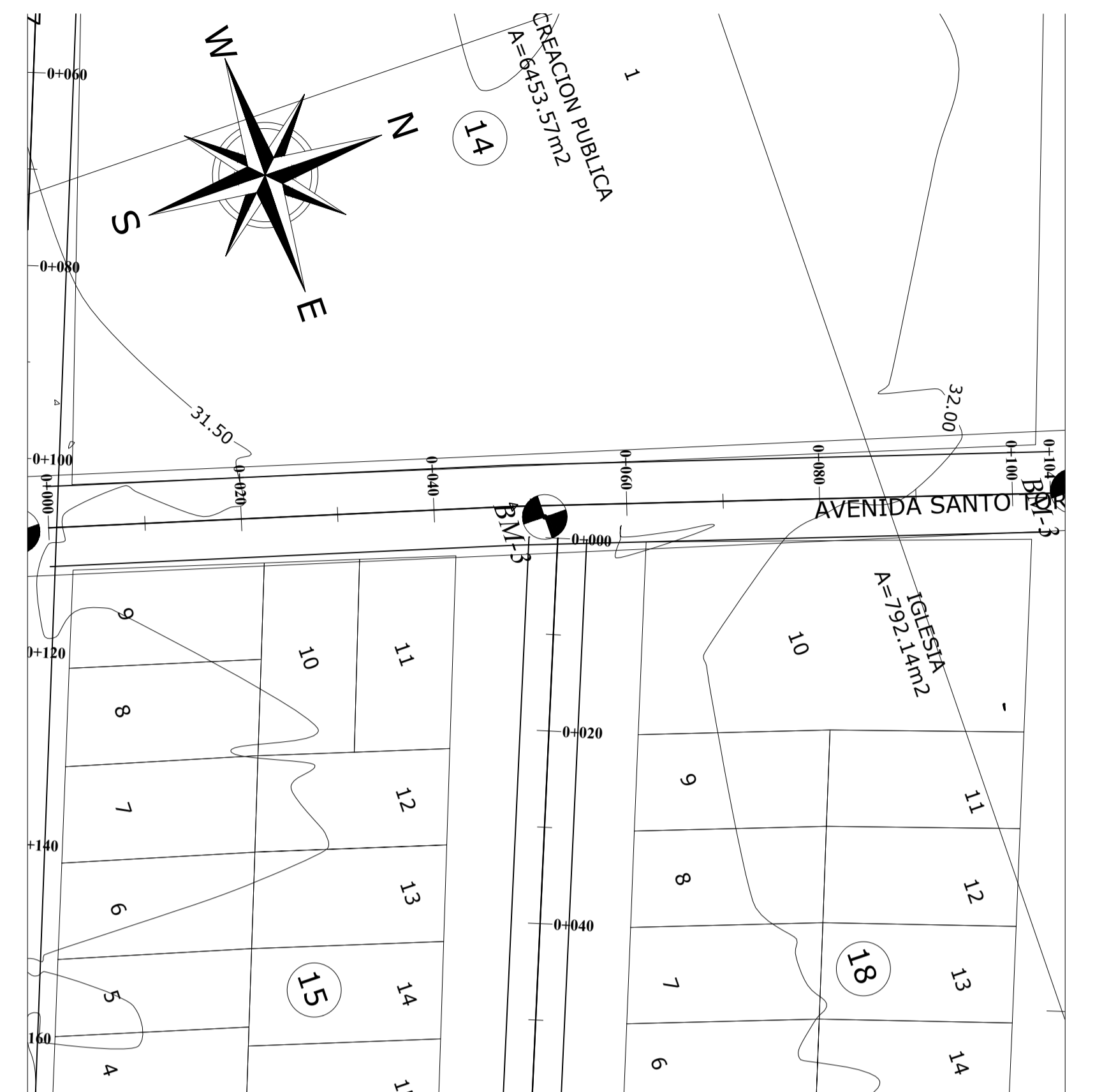
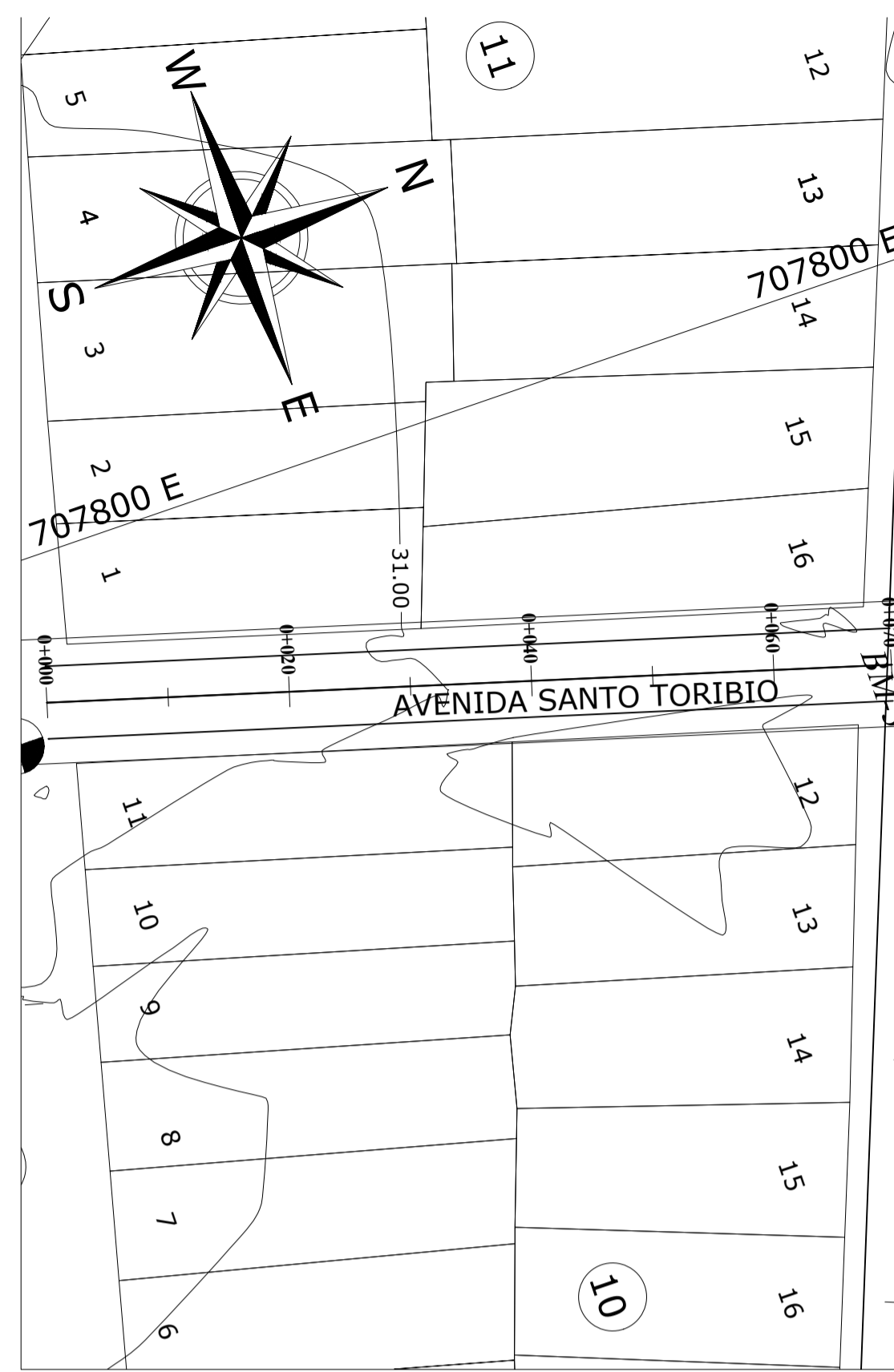
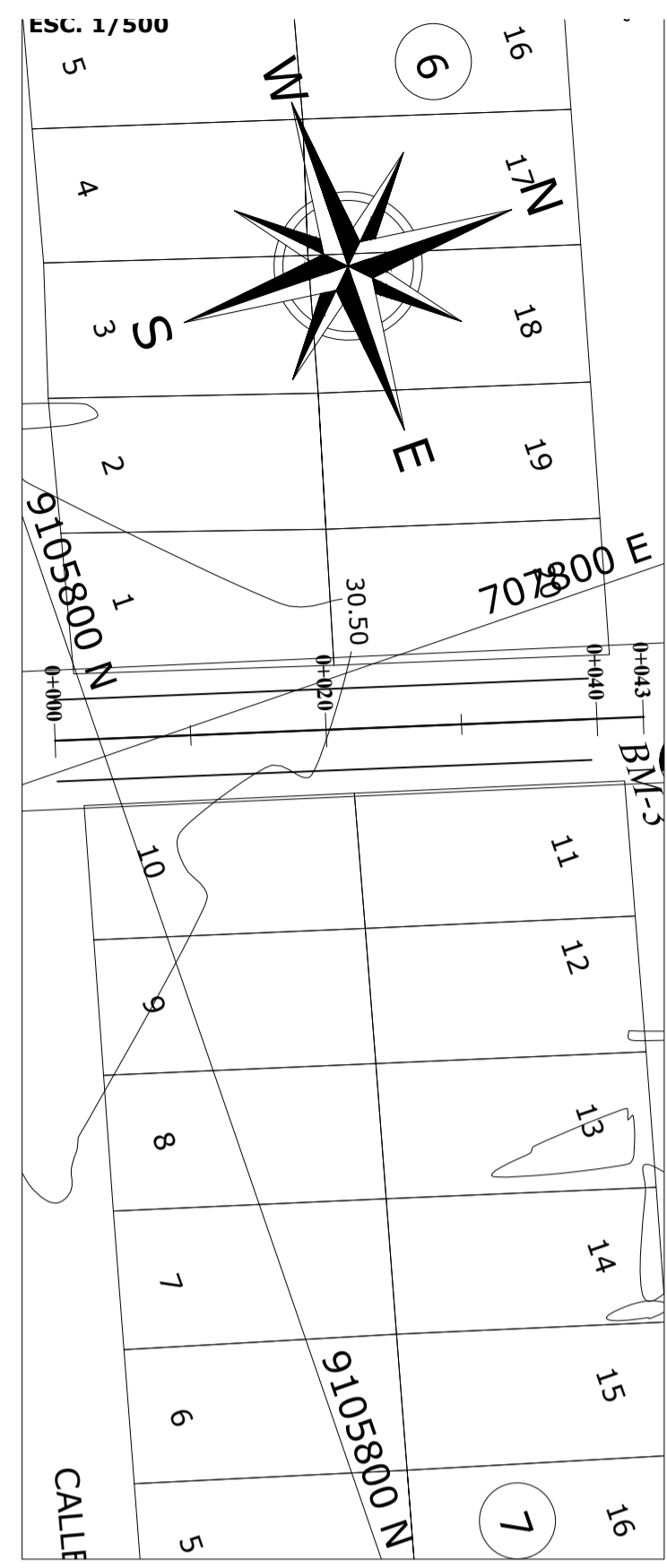
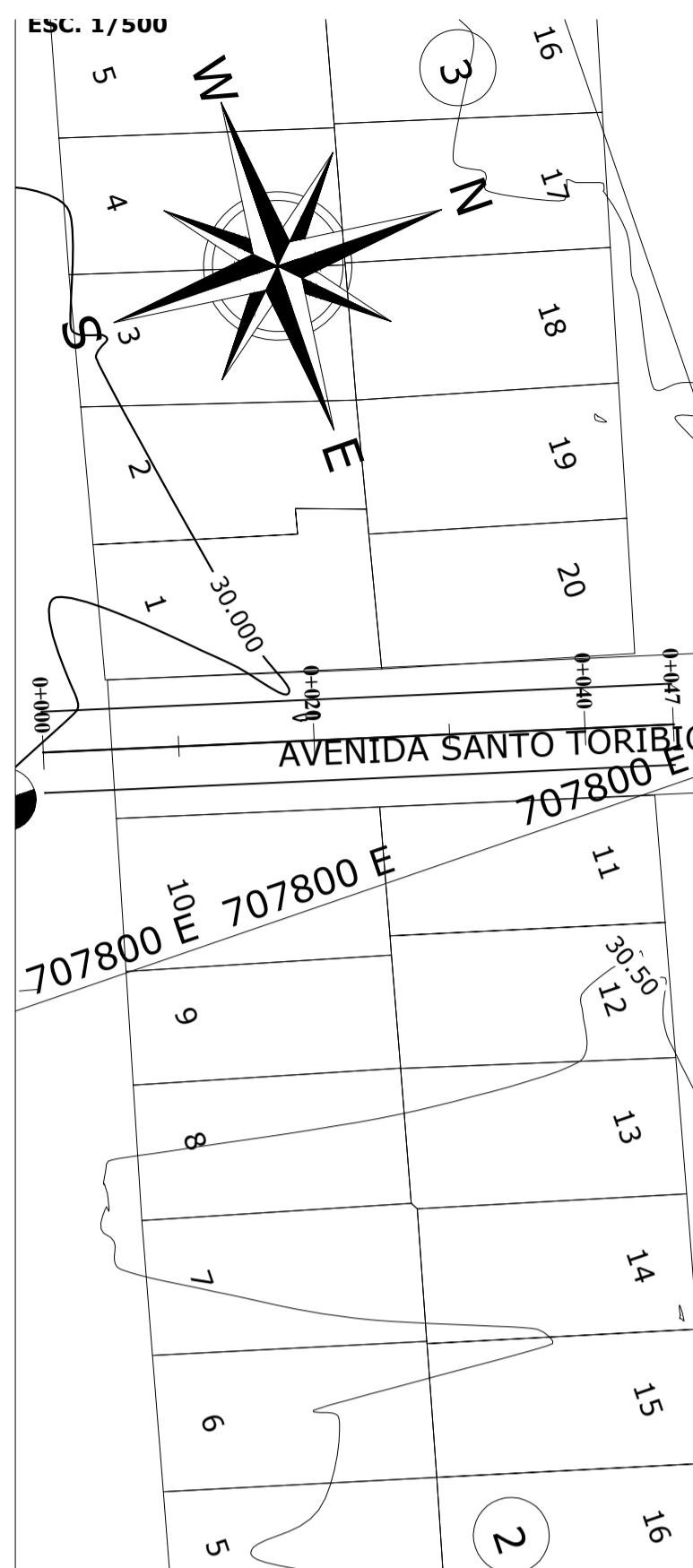


ANEXO N° 01:

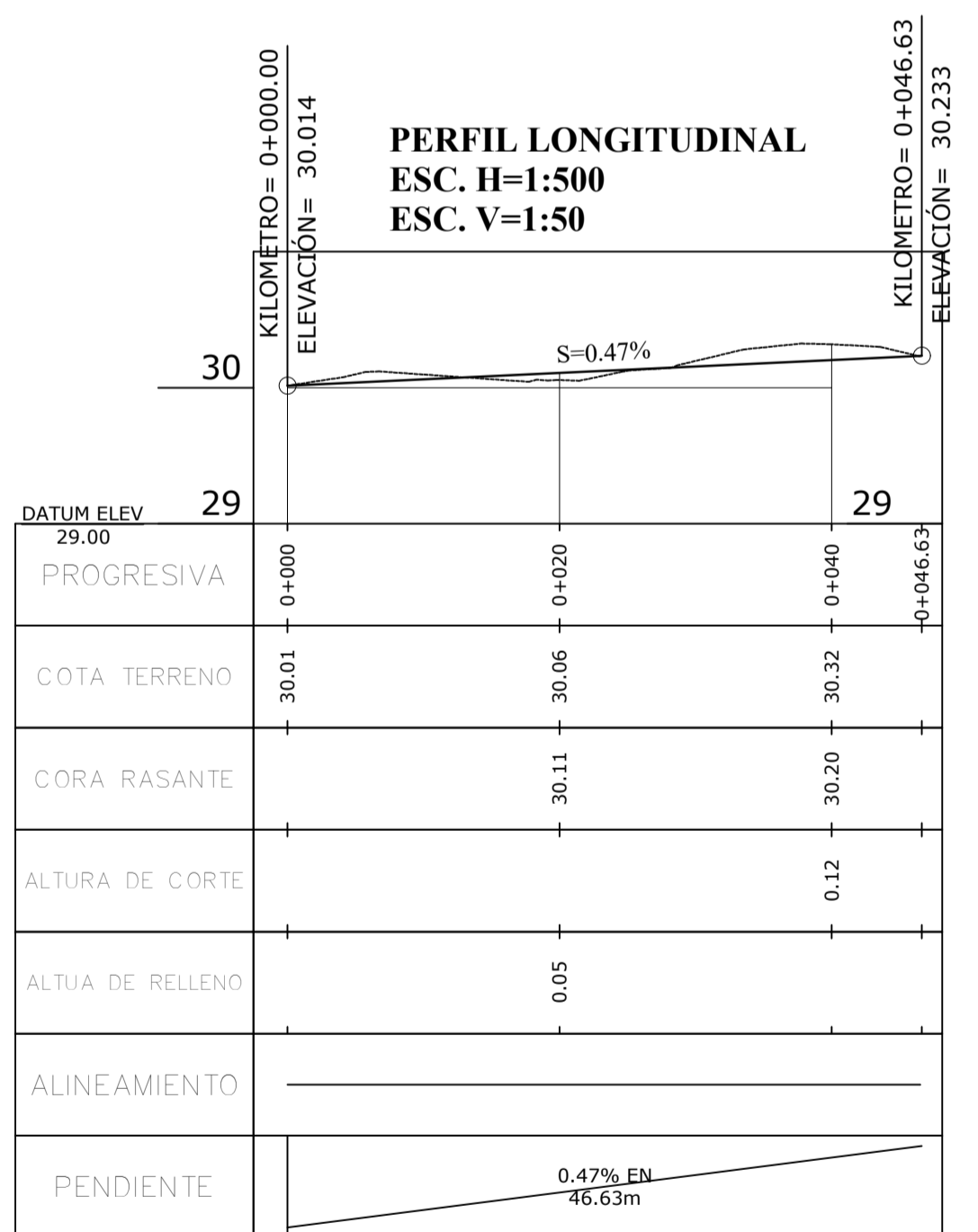
PLANO

TOPOGRAFICO

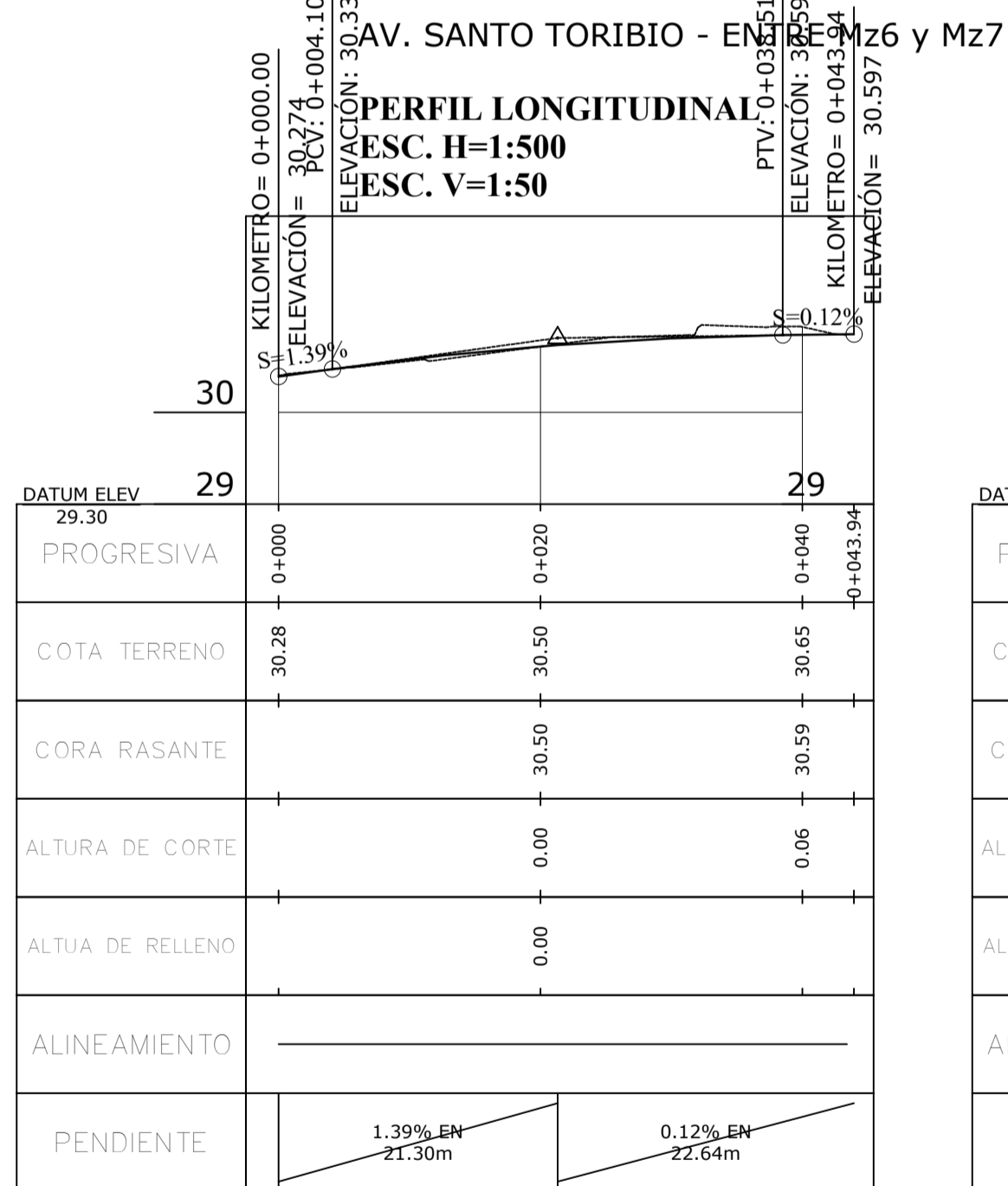




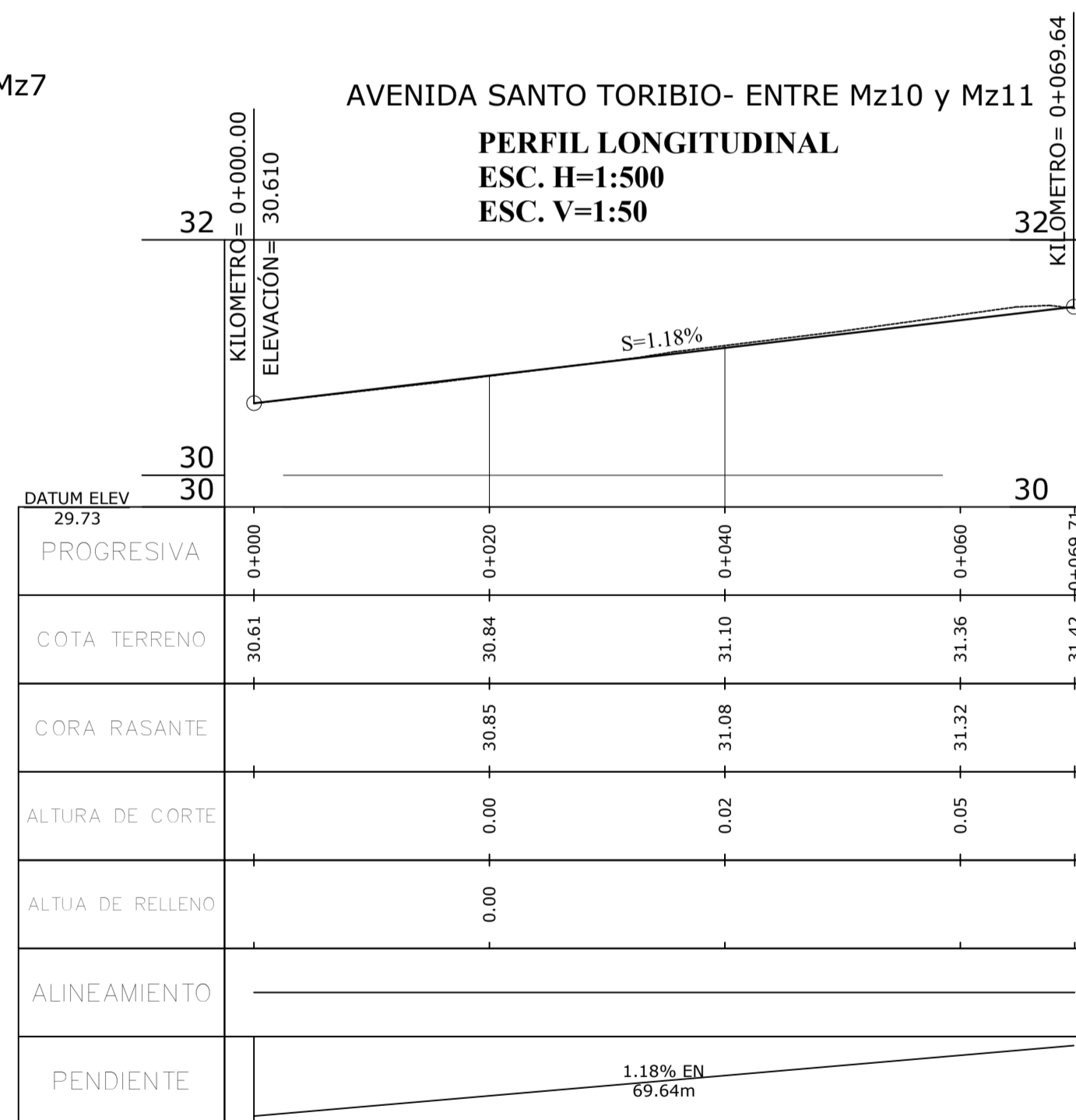
AV. SANTO TORIBIO - ENTRE Mz2 y Mz3



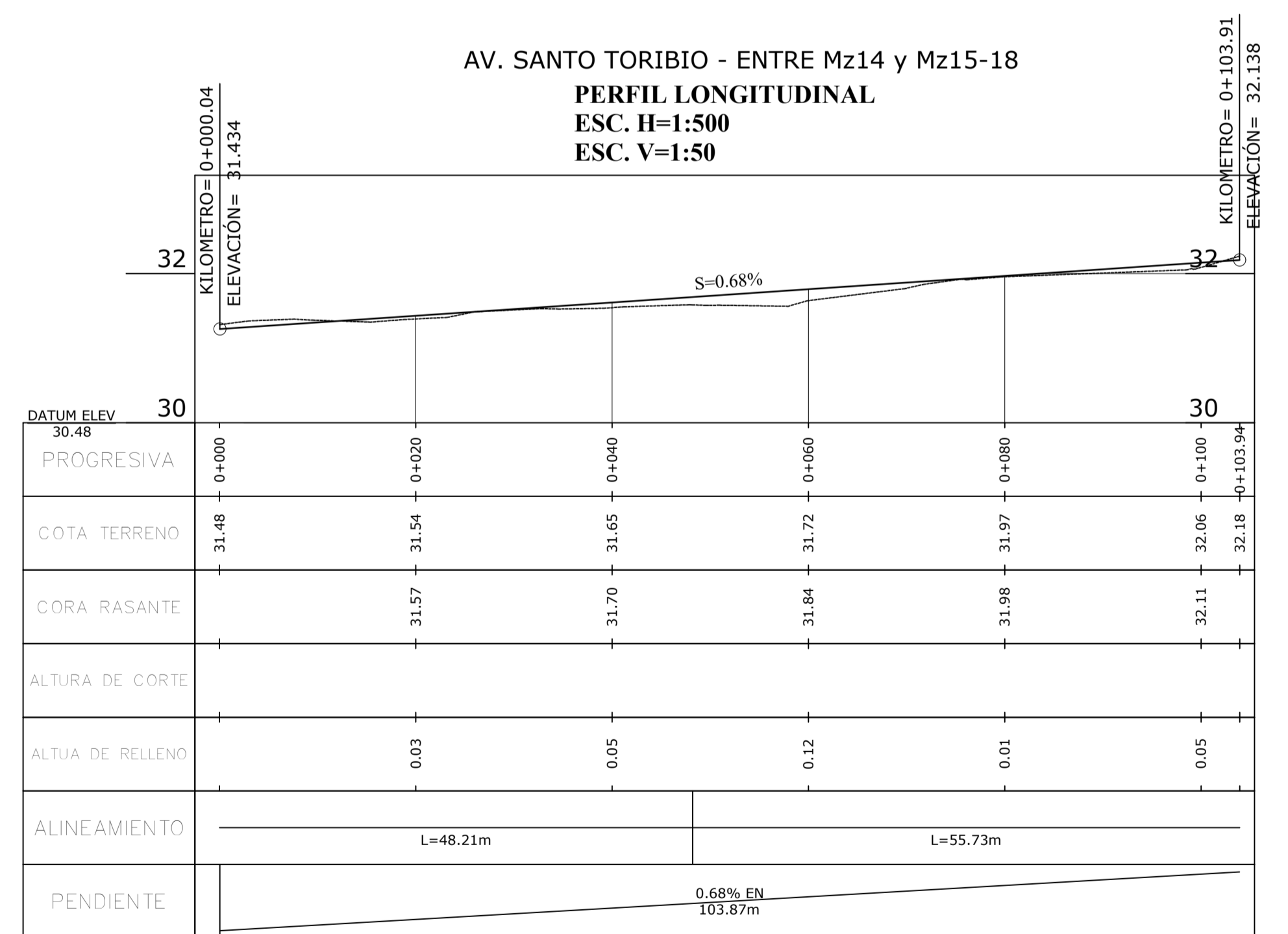
PUNTO ALTO PROGRESIVA: 0+038.51
PUNTO ALTO ELEVACIÓN: 30.59
PIV PROGRESIVA: 0+021.30
PIV ELEVACIÓN: 30.57
K: 27.24
LCV: 34.41



AVENIDA SANTO TORIBIO- ENTRE Mz10 y Mz11



AV. SANTO TORIBIO - ENTRE Mz14 y Mz15-18



UPRIT UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

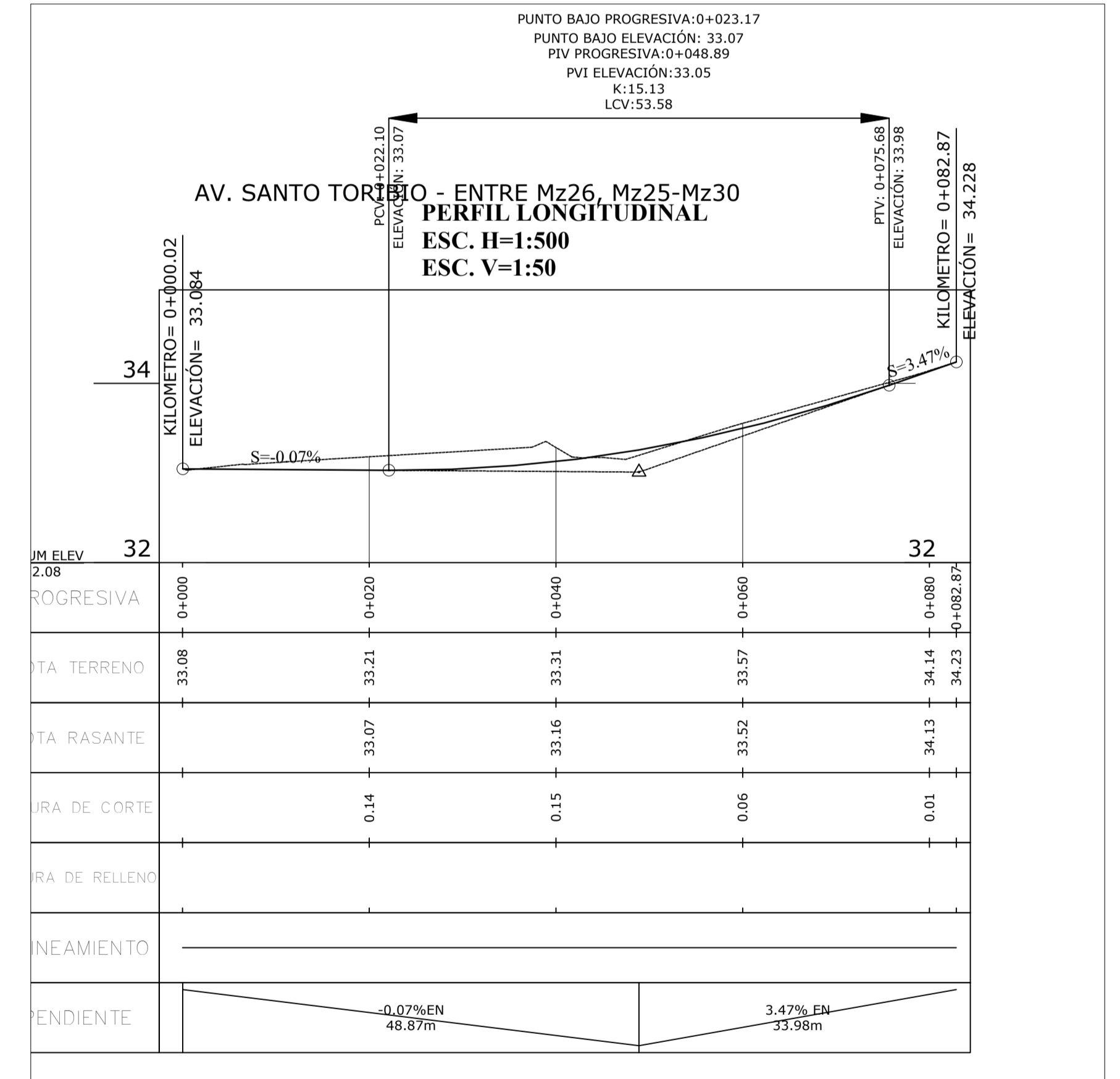
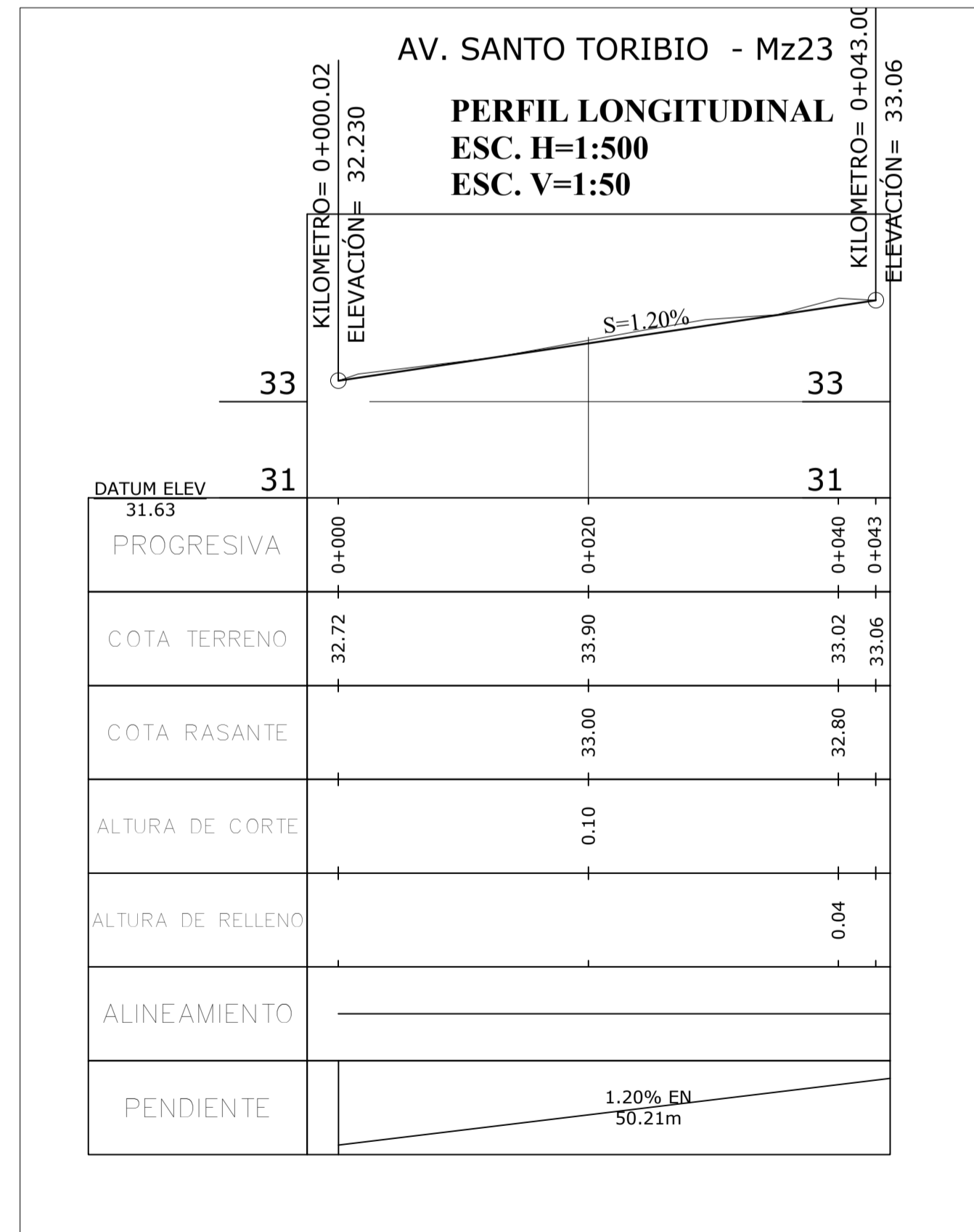
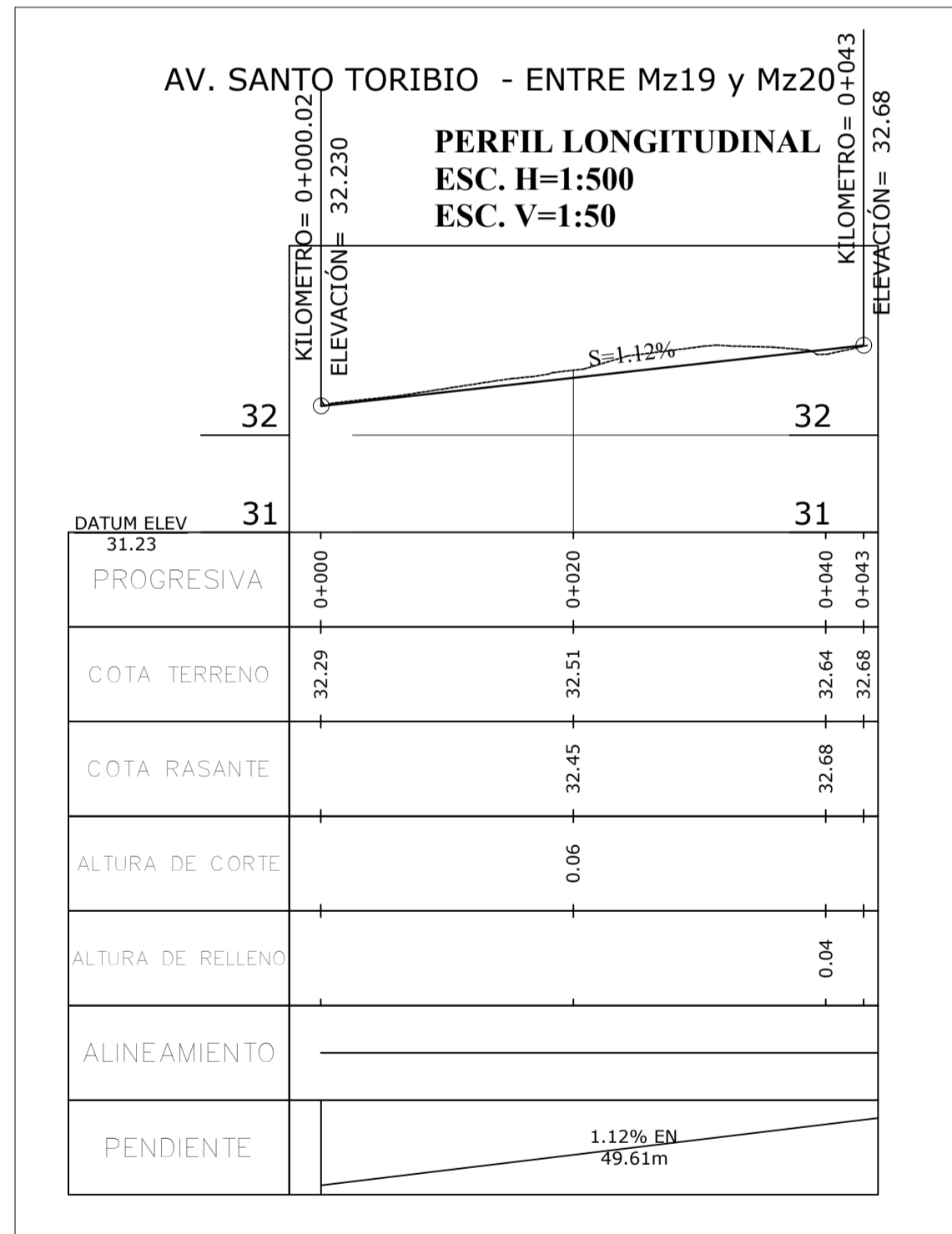
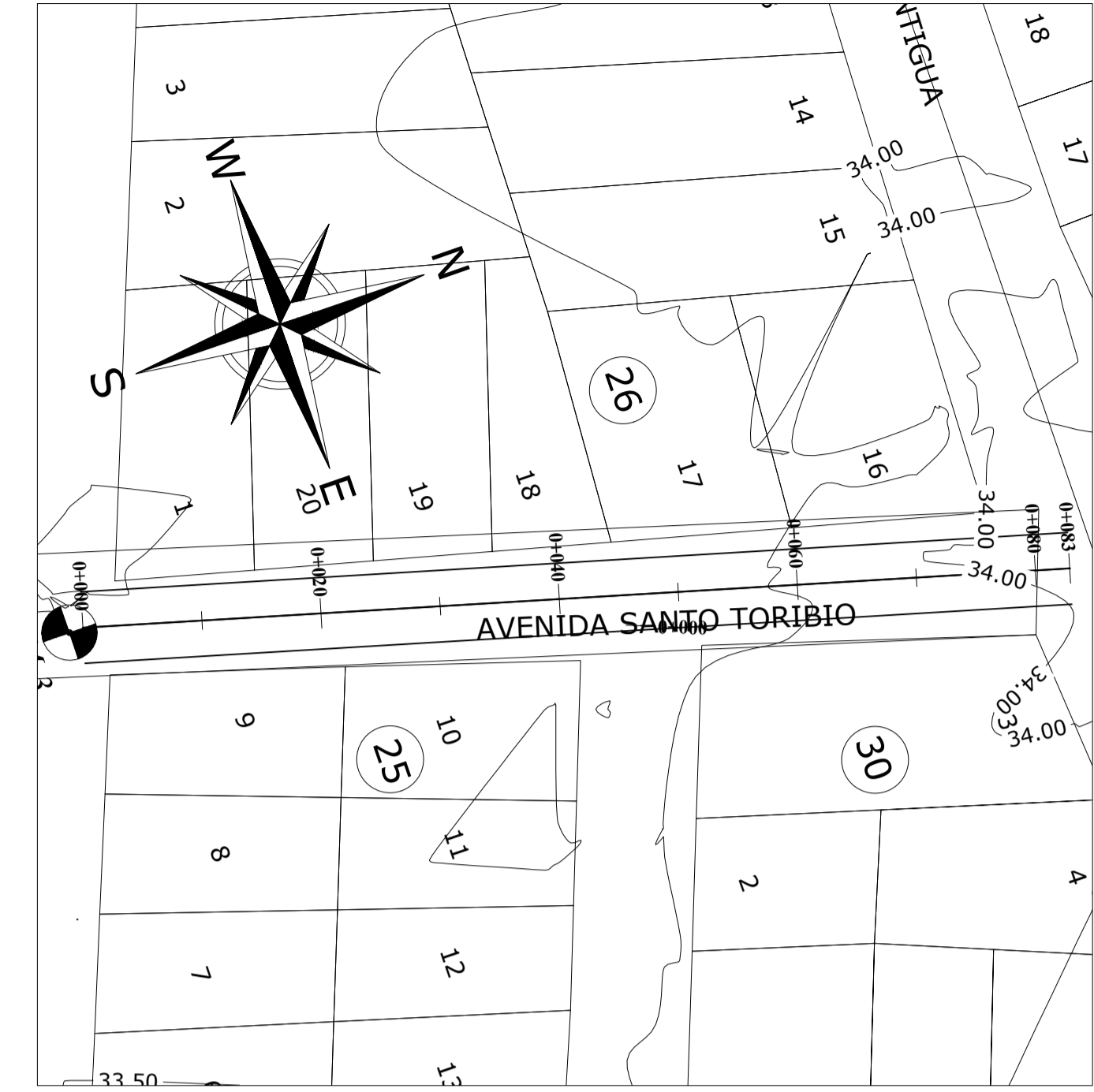
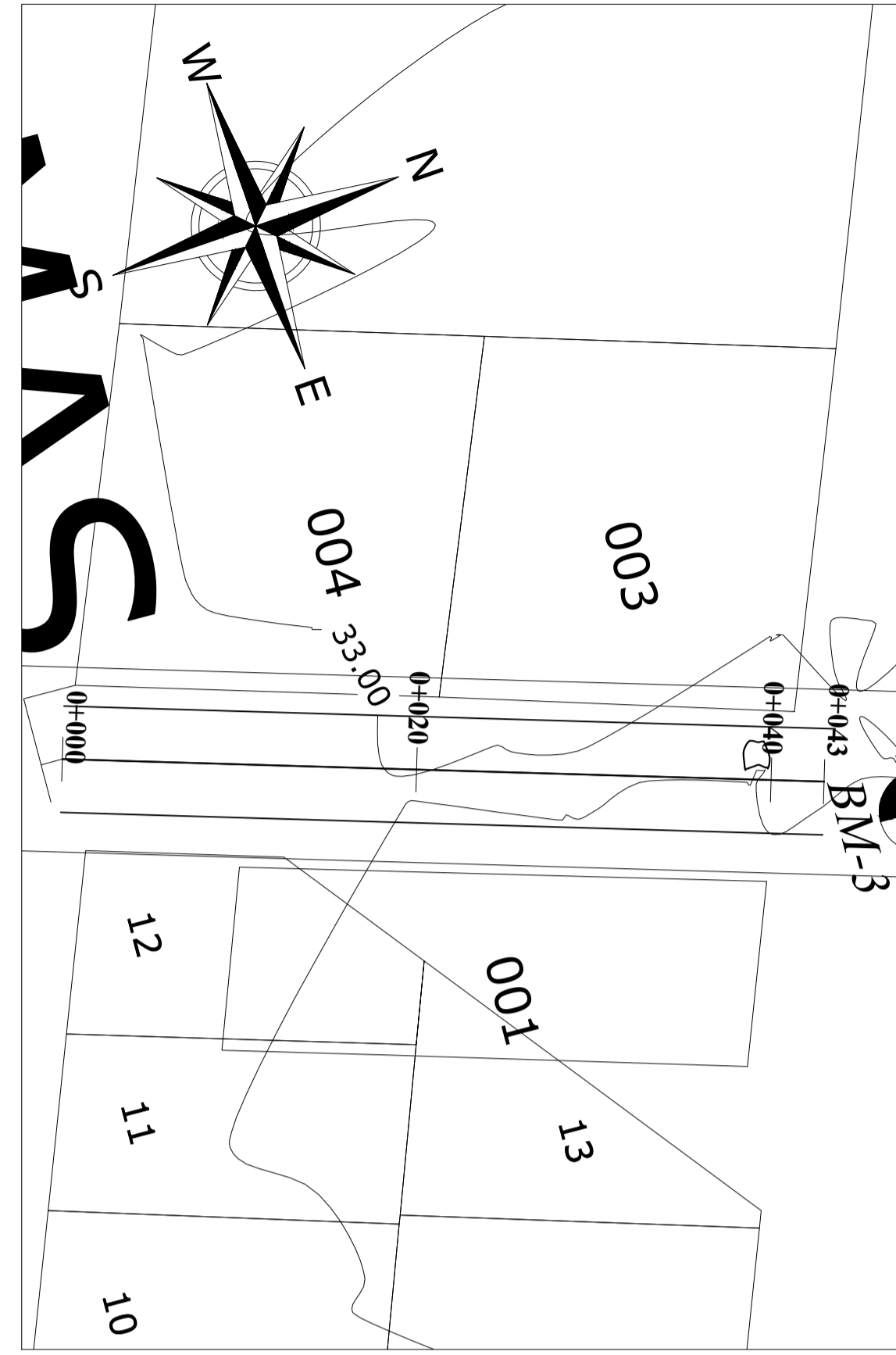
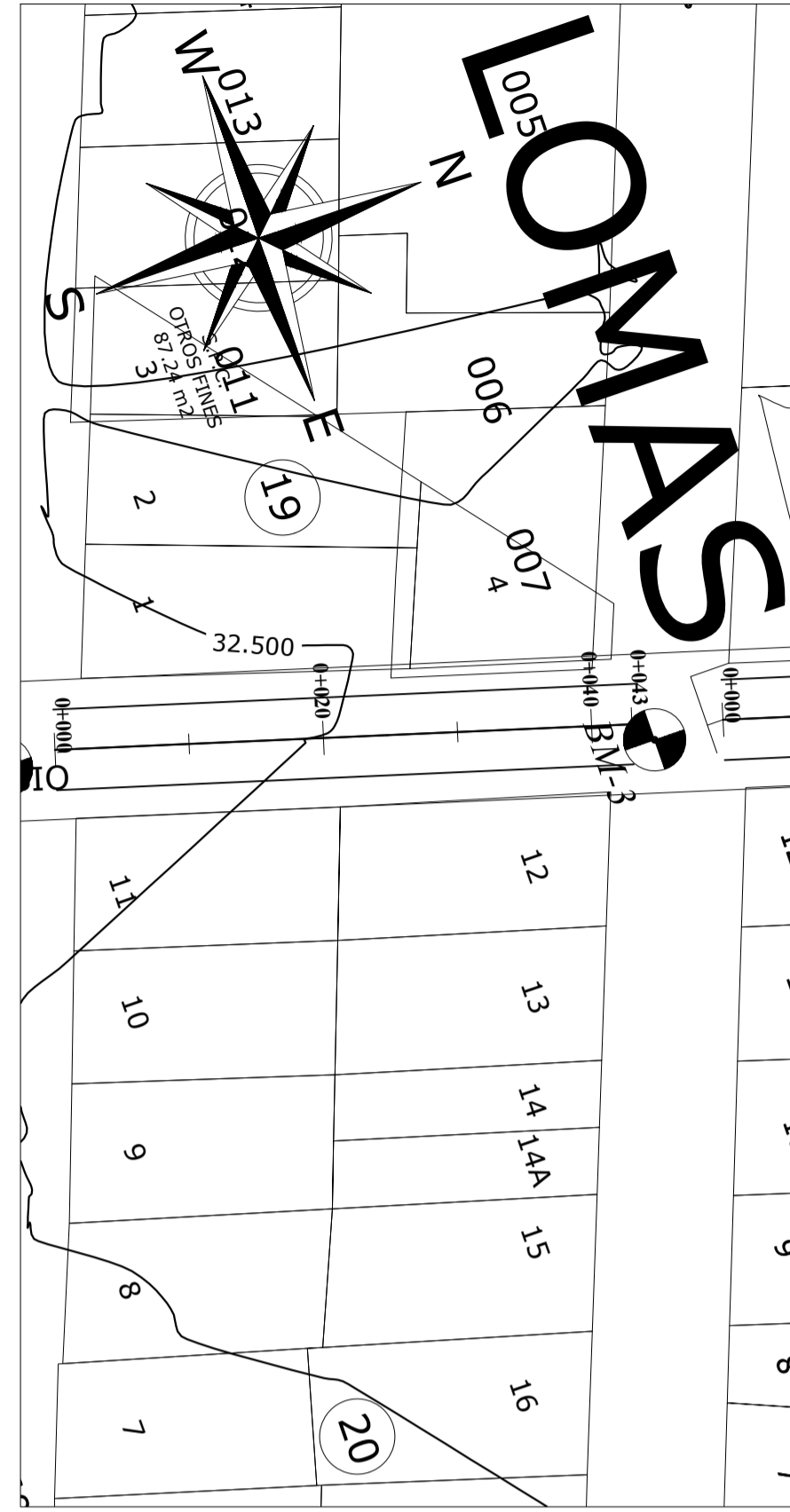
ESCUELA: INGENIERIA CIVIL
AUTOR: RITA YENIFER CASANA PATRICIO
ASesor: ING. ENRIQUE DURAND BAZAN
ESPECIALIDAD: PAVIMENTOS

NOMBRE DEL PROYECTO:
"PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA AVENIDA SANTO TORIBIO Y CALLES 7 Y 8 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I, DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018"

PLANO: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
AV. SANTO TORIBIO: Mz.2,3;6,7;10,11;14,15

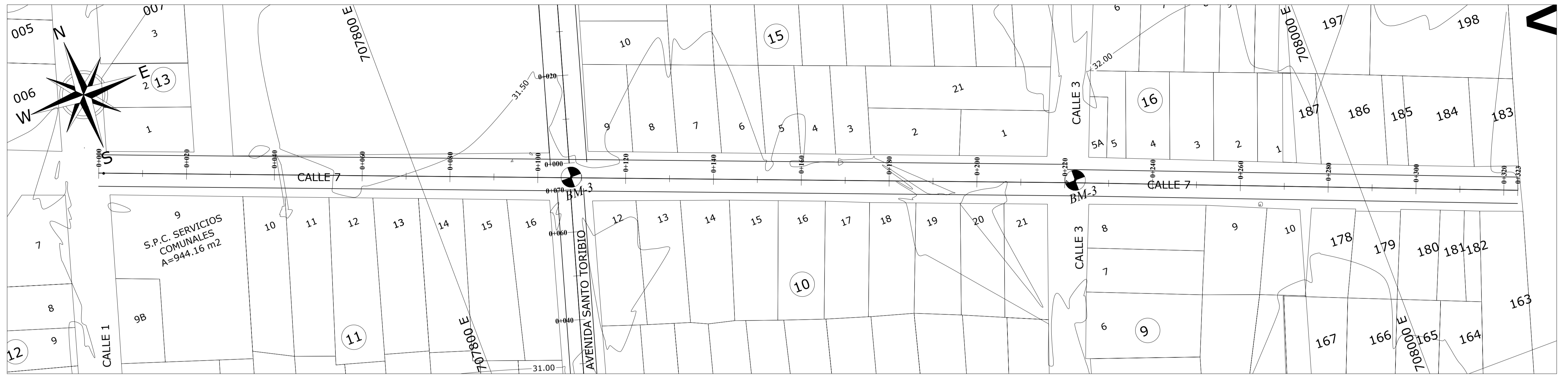
FECHA: INDICADA
MAYO-2018

PP-01

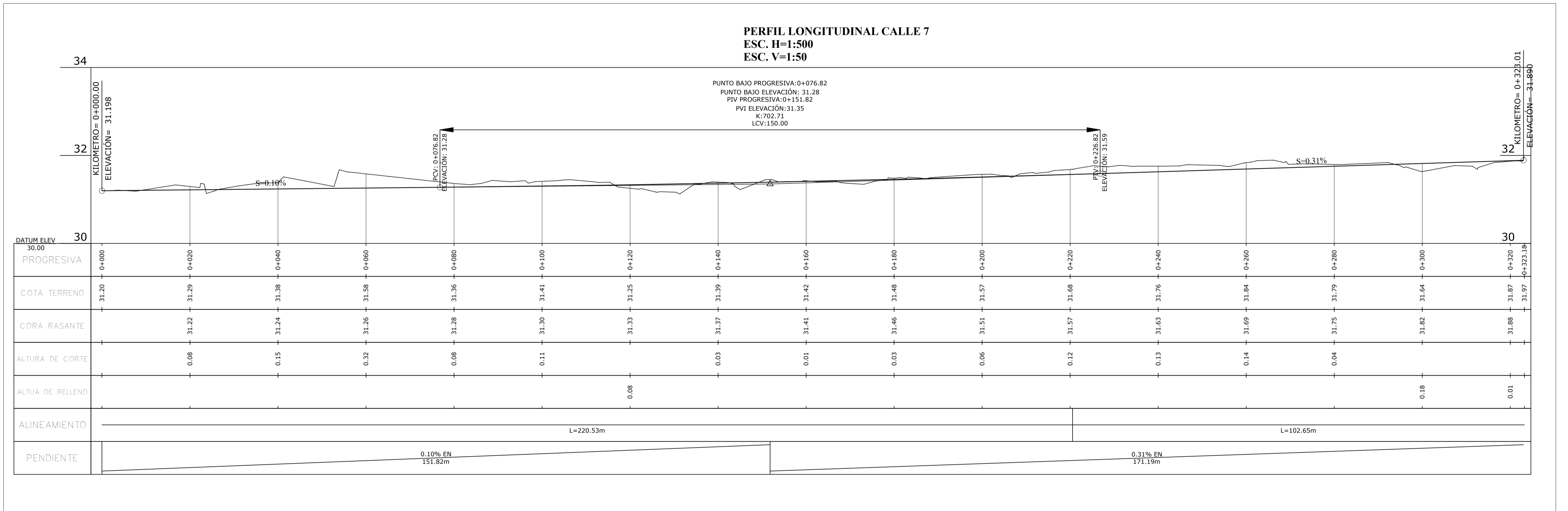


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO	
ESCUELA: INGENIERIA CIVIL	NOMBRE DEL PROYECTO: "PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA AVENIDA SANTO TORIBIO Y CALLES 7 Y 8 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I, DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018"
AUTOR: RITA YENIFER CASANA PATRICIO	PLANO: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL AV. SANTO TORIBIO 2: MZ. 19,20; 23;25,26
ASESOR: ING. ENRIQUE DURAND BAZAN	FECHA: MAYO-2018
ESPECIALIDAD: PAVIMENTOS	TIPO DE OBRA: INDICADA

PLANTA CALLE 7
ESC. 1/500



PERFIL LONGITUDINAL CALLE 7
ESC. H=1:500
ESC. V=1:50

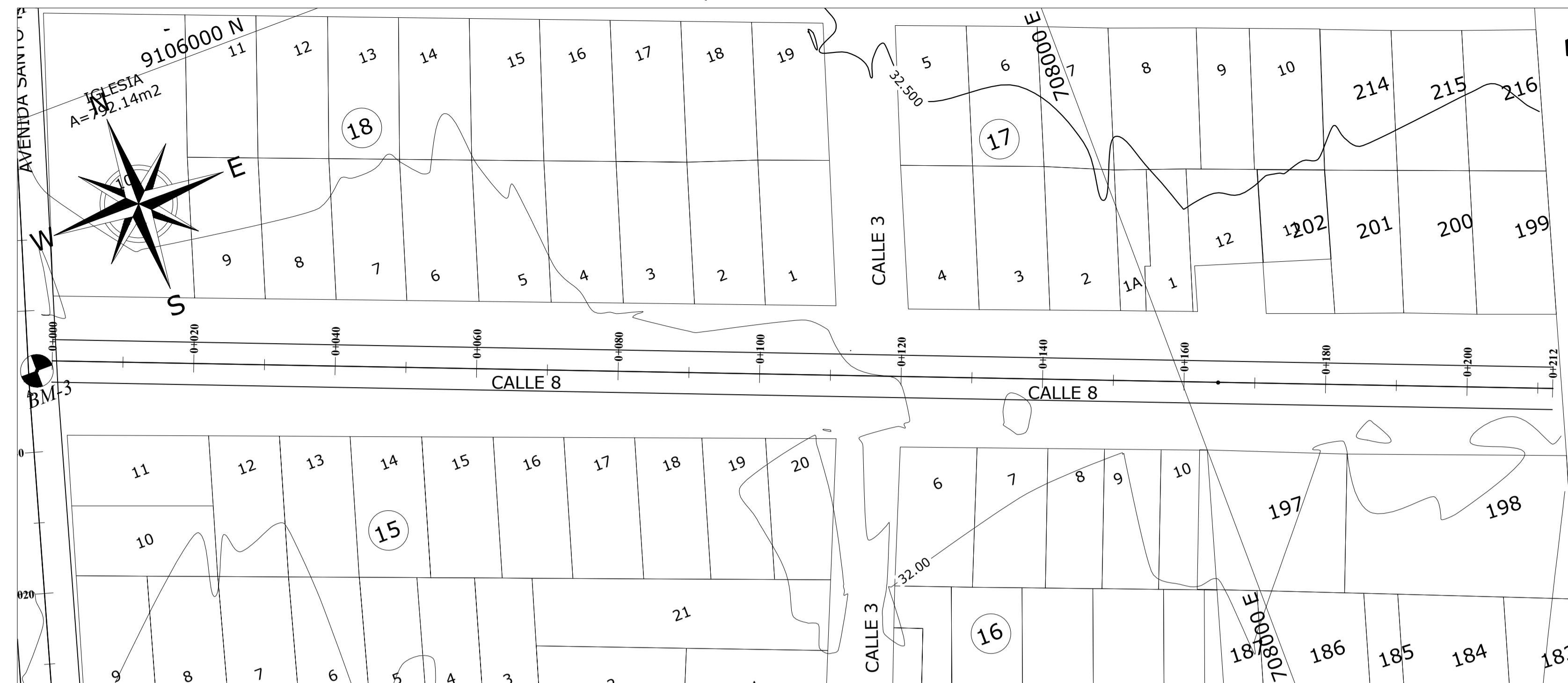




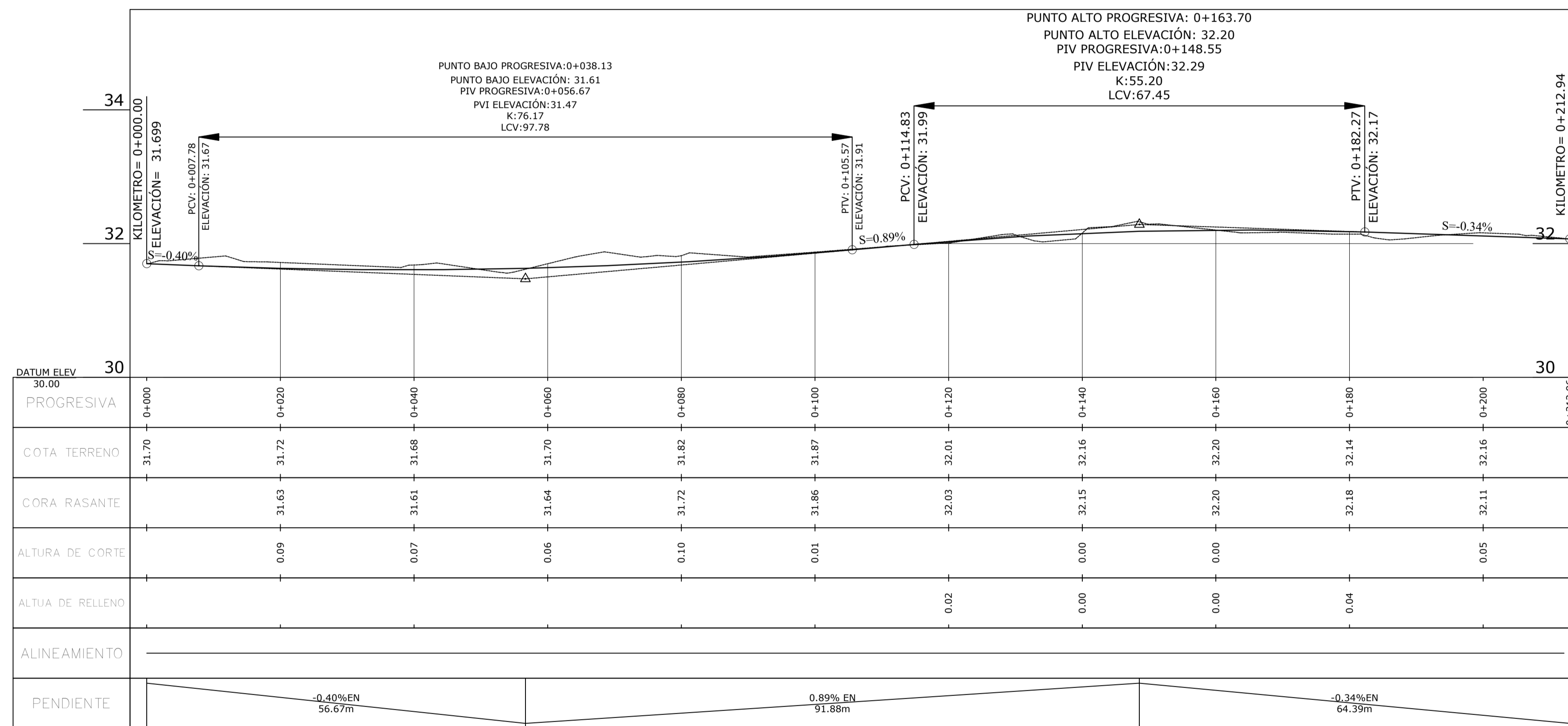
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

ESCUELA: INGENIERIA CIVIL	NOMBRE DEL PROYECTO: "PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA AVENIDA SANTO TORIBIO Y CALLES 7 Y 8 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I, DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018"
AUTOR: RITA YENIFER CASANA PATRICIO	PLANO: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL CALLE 7
ASesor: ING. ENRIQUE DURAND BAZAN	ESCALA: INDICADA
ESPECIALIDAD: PAVIMENTOS	FECHA: MAYO-2018

PP-03

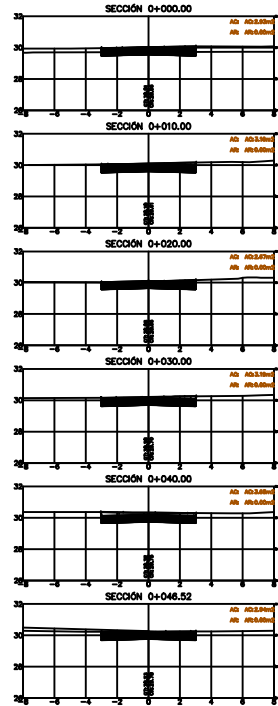


PERFIL LONGITUDINAL CALLE 8
 ESC. H=1:500
 ESC. V=1:50



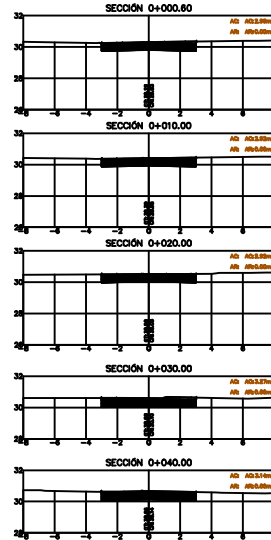
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO	
ESCUELA: INGENIERIA CIVIL	NOMBRE DEL PROYECTO: "PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA AVENIDA SANTO TORIBIO Y CALLES 7 Y 8 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I, DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018"
AUTOR: RITA YENIFER CASANA PATRICIO	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL CALLE 8
ASesor: ING. ENRIQUE DURAND BAZAN	
ESPECIALIDAD: PAVIMENTOS	INDICADA
FECHA: MAYO-2018	LAMINA: PP-04

SECCIONES TRANSVERSALES AV. SANTO TORIBIO - ENTRE M2 y M3
ESC. 1:150



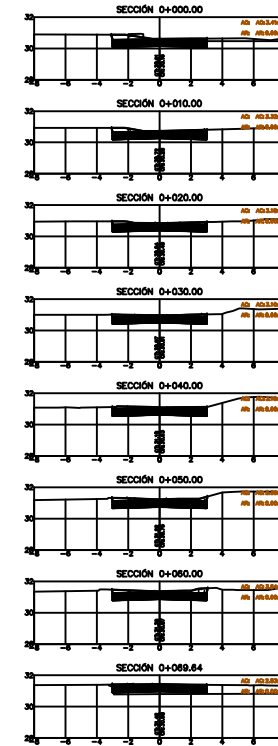
CUADRO DE VOLUMEN TOTAL							
PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m ²)	AREA DE CORTE(m ²)	VOLUMEN DE RELLENO(m ³)	VOLUMEN DE CORTE(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m ³)	VOLUMEN NETO(m ³)
0+000.00	0.00	2.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	0.00	3.16	0.00	30.44	0.00	30.44	30.44
0+020.00	0.00	2.67	0.00	29.14	0.00	59.58	59.58
0+030.00	0.00	3.19	0.00	29.26	0.00	88.85	88.85
0+040.00	0.00	3.65	0.00	34.20	0.00	123.04	123.04
0+046.52	0.00	2.94	0.00	21.49	0.00	144.54	144.53

SECCIONES TRANSVERSALES AV. SANTO TORIBIO - ENTRE M6 y M7
ESC. 1:150



CUADRO DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m ²)	AREA DE CORTE(m ²)	VOLUMEN DE RELLENO(m ³)	VOLUMEN DE CORTE(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m ³)	VOLUMEN NETO(m ³)
0+000.60	0.00	2.99	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	0.00	2.92	0.00	27.75	0.00	27.75
0+020.00	0.00	2.92	0.00	29.19	0.00	56.94
0+030.00	0.00	3.27	0.00	30.98	0.00	87.92
0+040.00	0.00	3.14	0.00	32.09	0.00	120.01

SECCIONES TRANSVERSALES AV. SANTO TORIBIO - ENTRE M10 y M11
ESC. 1:150



CUADRO DE VOLUMEN TOTAL							
PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m ²)	AREA DE CORTE(m ²)	VOLUMEN DE RELLENO(m ³)	VOLUMEN DE CORTE(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m ³)	VOLUMEN NETO(m ³)
0+000.00	0.00	3.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	0.00	3.32	0.00	33.64	0.00	33.64	33.64
0+020.00	0.00	3.18	0.00	32.53	0.00	66.16	66.16
0+030.00	0.00	3.10	0.00	31.40	0.00	97.56	97.56
0+040.00	0.00	3.16	0.00	31.27	0.00	128.84	128.84
0+050.00	0.00	3.36	0.00	32.59	0.00	161.43	161.43
0+060.00	0.00	3.54	0.00	34.49	0.00	195.92	195.92
0+069.64	0.00	2.83	0.00	30.69	0.00	226.60	226.60

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

PROYECTO: INGENIERIA CIVIL

TITULO: PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA AVENIDA SANTO TORIBIO Y CALLES 7 Y 8 DEL ASIENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I, DISTRITO DE HUANCAYO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, PERU

PROFESOR: ING. ENRIQUE DURAND BOLAÑ

ESTUDIANTE: PAVIMENTOS

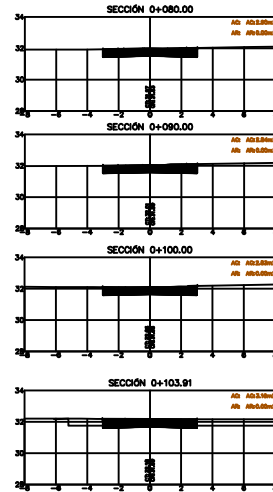
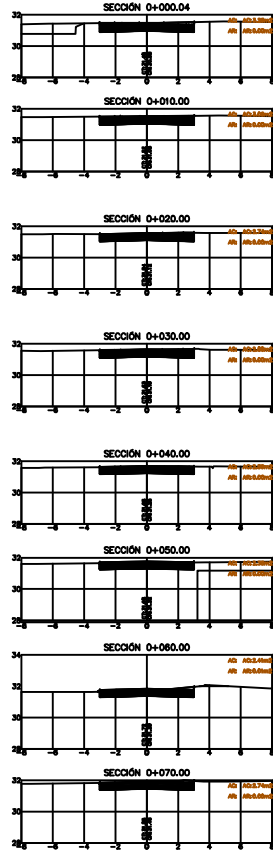
FECHA: SECCIONES TRANSVERSALES AV. SANTO TORIBIO

ESCALA: 1/50

FECHA: MAYO-2018

ST-01

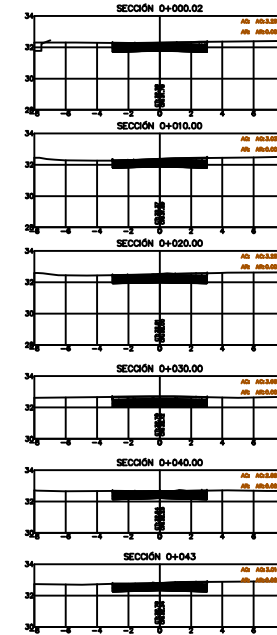
SECCIONES TRANSVERSALES AV. SANTO TORIBIO - ENTRE M214 y M215
ESC. 1:100



CUADRO DE VOLUMEN TOTAL

PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m ²)	AREA DE CORTE(m ²)	VOLUMEN DE RELLENO(m ³)	VOLUMEN DE CORTE(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m ³)	VOLUMEN NETO(m ³)
0+000.04	0.00	3.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	0.00	3.08	0.00	31.46	0.00	31.46	31.46
0+020.00	0.00	2.74	0.00	28.01	0.00	60.46	60.46
0+030.00	0.00	2.88	0.00	28.11	0.00	88.58	88.58
0+040.00	0.00	2.59	0.00	27.37	0.00	115.94	115.94
0+050.00	0.00	2.35	0.00	24.72	0.00	140.66	140.66
0+060.00	0.01	2.41	0.04	23.82	0.04	164.49	164.44
0+070.00	0.00	2.74	0.04	25.77	0.08	190.26	190.18
0+080.00	0.00	2.90	0.00	28.18	0.08	218.43	218.35
0+090.00	0.00	2.84	0.00	28.70	0.08	247.13	247.05
0+100.00	0.00	2.83	0.00	28.38	0.08	275.51	275.43
0+103.91	0.00	3.18	0.00	11.72	0.08	287.23	287.15

SECCIONES TRANSVERSALES AV. SANTO TORIBIO - ENTRE M219 y M220
ESC. 1:100

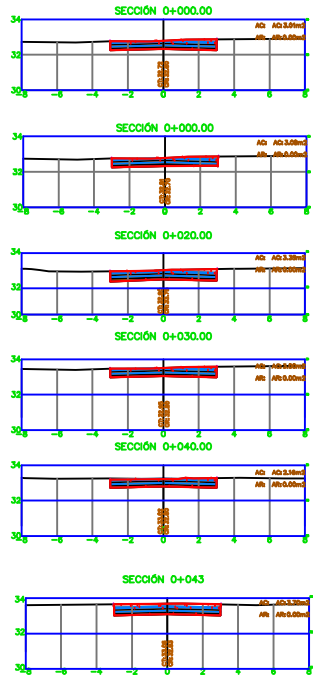


CUADRO DE VOLUMEN TOTAL

PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m ²)	AREA DE CORTE(m ²)	VOLUMEN DE RELLENO(m ³)	VOLUMEN DE CORTE(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m ³)	VOLUMEN NETO(m ³)
0+000.02	0.00	3.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	0.00	3.03	0.01	31.58	0.01	31.58	31.58
0+020.00	0.00	3.25	0.01	31.40	0.01	62.99	62.98
0+030.00	0.00	3.66	0.00	34.56	0.01	97.54	97.53
0+040.00	0.00	2.86	0.00	32.63	0.01	130.17	130.16
0+043.00	0.00	3.01	0.00	28.24	0.01	158.41	158.40

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO	
AREA: INGENIERIA CIVIL TITULO: TESIS DE GRADUACION TEMA: "PROYECTO DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA AVENIDA SANTO TORIBIO Y CALLES Y VIAL DEL DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018"	AUTOR: INGENIERO DURANO BLAN TITULO: SECCIONES TRANSVERSALES AV. SANTO TORIBIO FECHA: 1/50 MES/AÑO: MAYO-2018
ST-02	

SECCIONES TRANSVERSALES - AV. SANTO TORIBIO - M23
ESC. 1:150



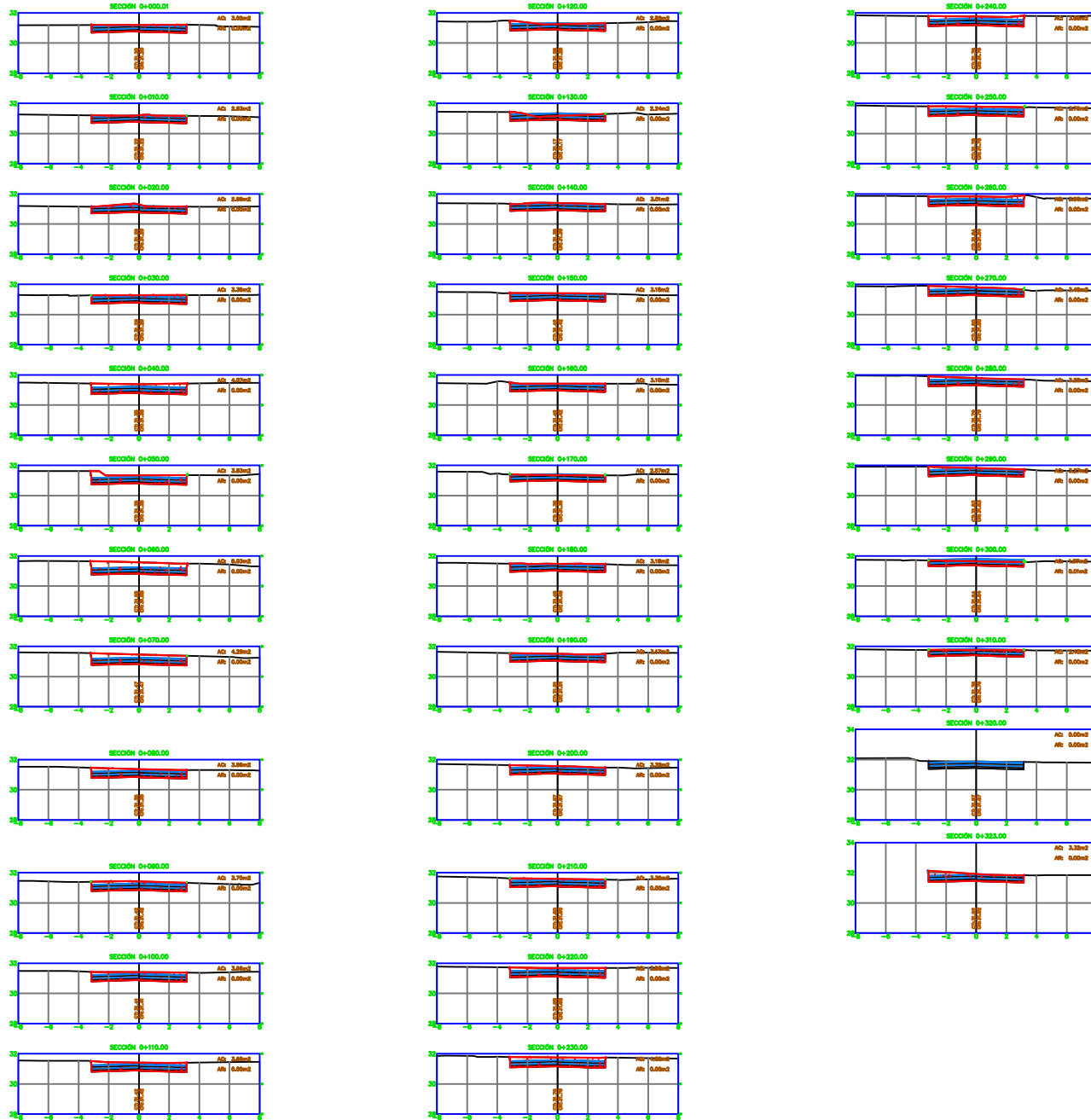
CUADRO DE VOLUMEN TOTAL							
PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m ²)	AREA DE CORTE(m ²)	VOLUMEN DE RELLENO(m ³)	VOLUMEN DE CORTE(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m ³)	VOLUMEN NETO(m ³)
0+000.00	0.00	3.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	0.00	3.07	0.00	32.58	0.01	32.58	32.58
0+020.00	0.00	3.25	0.00	32.40	0.00	67.19	66.19
0+030.00	0.00	3.50	0.00	35.56	0.01	100.54	100.54
0+040.00	0.00	2.76	0.00	33.63	0.00	128.17	138.17
0+043.00	0.00	3.05	0.00	30.24	0.00	135.41	135.41



CUADRO DE VOLUMEN TOTAL							
PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m ²)	AREA DE CORTE(m ²)	VOLUMEN DE RELLENO(m ³)	VOLUMEN DE CORTE(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m ³)	VOLUMEN NETO(m ³)
0+000.02	0.00	3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	0.00	3.38	0.00	32.08	0.00	32.08	32.08
0+020.00	0.00	3.81	0.00	35.92	0.00	68.00	68.00
0+030.00	0.00	3.94	0.00	38.72	0.00	106.72	106.71
0+040.00	0.00	3.83	0.00	38.84	0.00	145.56	145.56
0+050.00	0.00	2.45	0.02	31.41	0.02	176.97	176.94
0+060.00	0.00	3.06	0.02	27.54	0.05	204.51	204.46
0+070.00	0.00	3.11	0.01	30.85	0.05	235.36	235.31
0+080.00	0.01	2.93	0.03	30.22	0.09	265.58	265.50
0+082.87	0.01	2.64	0.02	8.00	0.11	273.58	273.47

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO			
CARRERA: INGENIERIA CIVIL		TITULO DEL PROYECTO I: "PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA AVENIDA SANTO TORIBIO Y CALLES 7 Y 8 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LORAS SECTOR I, DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018"	
AUTOR: RITA YENIFER CASANA PATRICIO		FECHA I: SECCIONES TRANSVERSALES AV. SANTO TORIBIO	
ASISTENTE: ING. ENRIQUE DURAND BAZAN		LIBRO I: ST-03	
ESPECIALIDAD: PAVIMENTOS		HOJA I: 1/50	MES: MAYO-2018

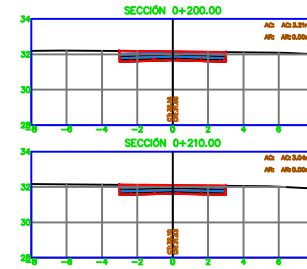
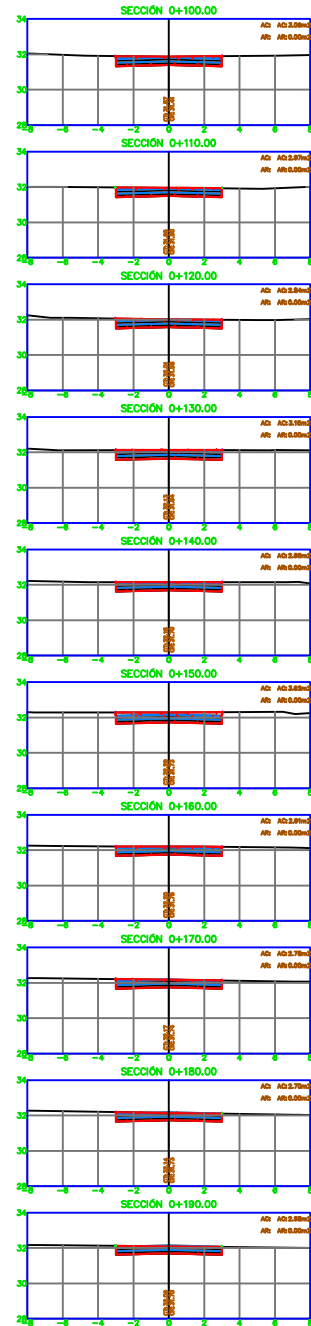
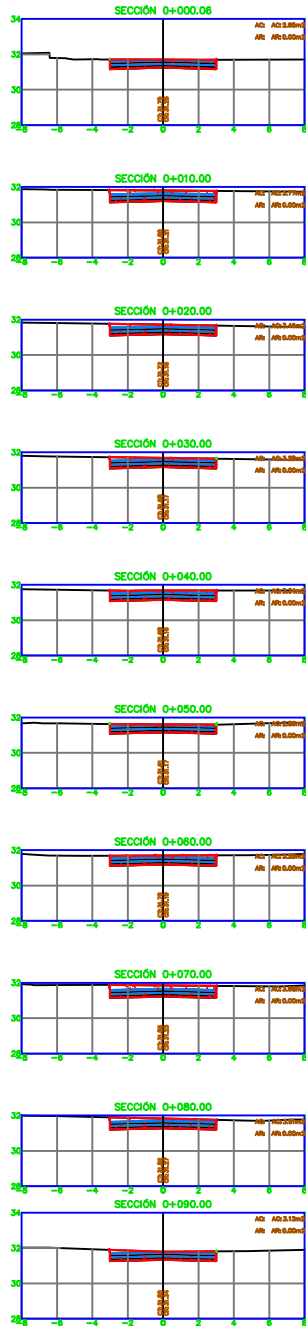
SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 7
ESC. 1-159



CUADRO DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m2)	AREA DE CORTE(m2)	VOLUMEN DE RELLENO(m3)	VOLUMEN DE CORTE(m3)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m3)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m3)
0+000.00	0.00	3.02	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	0.00	2.93	0.00	29.74	0.00	29.74
0+020.00	0.00	2.99	0.00	29.57	0.00	59.31
0+030.00	0.00	3.36	0.00	31.75	0.00	91.06
0+040.00	0.00	4.07	0.00	37.18	0.00	128.24
0+050.00	0.00	3.83	0.01	39.49	0.01	167.73
0+060.00	0.00	5.03	0.01	44.30	0.01	212.03
0+070.00	0.00	4.29	0.00	46.60	0.01	258.63
0+080.00	0.00	3.56	0.00	39.22	0.01	297.85
0+090.00	0.00	3.70	0.00	36.28	0.01	334.11
0+100.00	0.00	3.66	0.00	36.77	0.01	370.88
0+110.00	0.00	3.65	0.00	36.53	0.01	407.41
0+120.00	0.00	2.82	0.00	32.37	0.01	439.80
0+130.00	0.00	2.24	0.00	25.33	0.01	465.13
0+140.00	0.00	3.01	0.00	26.24	0.01	491.36
0+150.00	0.00	3.15	0.00	30.79	0.01	522.16
0+160.00	0.00	3.10	0.00	31.26	0.01	553.41
0+170.00	0.00	2.57	0.01	28.34	0.02	581.76
0+180.00	0.00	3.15	0.01	28.62	0.03	610.38
0+190.00	0.00	3.17	0.00	31.62	0.03	642.00
0+200.00	0.00	3.32	0.00	32.47	0.03	674.47
0+210.00	0.00	3.36	0.00	33.40	0.03	707.88
0+220.00	0.00	3.80	0.00	35.76	0.03	743.60
0+230.00	0.00	4.02	0.00	39.08	0.03	782.69
0+240.00	0.00	3.85	0.00	39.36	0.03	822.05
0+250.00	0.00	3.76	0.01	36.07	0.04	860.11
0+260.00	0.00	3.90	0.01	36.31	0.05	898.46
0+270.00	0.00	3.45	0.01	36.75	0.06	935.15
0+280.00	0.00	3.28	0.01	33.65	0.08	968.79
0+290.00	0.00	3.27	0.00	32.75	0.08	1001.54
0+300.00	0.01	1.87	0.08	25.71	0.13	1027.33
0+310.00	0.00	2.43	0.07	21.53	0.20	1048.85
0+320.00	0.00	0.00	0.01	12.16	0.21	1061.01
0+323.00	0.00	3.32	0.00	4.98	0.21	1065.79

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO	
TÍTULO: INGENIERIA CIVIL	NOMBRE DEL PROYECTO: "PROYECTO DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA AVENIDA SANTO TORIBIO Y CALLES 7 Y 8 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR LA LIBERTAD DEL PLANIFICADO TRUJILLO LA LIBERTAD 2018"
AUTOR: RITA VENERER CASANA PATRICIO	OBJETIVO: SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 7
AUTOR: ING. ENRIQUE DURAND BAZAN	ESCALA: 1/50
TÍTULO: PAVIMENTOS	FECHA: MAYO-2018
IDENTIFICACION: ST-04	

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 8
ESC. 1358



CUADRO DE VOLUMEN TOTAL							
PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m ²)	AREA DE CORTE(m ²)	VOLUMEN DE RELLENO(m ³)	VOLUMEN DE CORTE(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m ³)	VOLUMEN NETO(m ³)
0+000.00	0.00	2.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	0.00	3.77	0.00	33.39	0.00	33.39	33.39
0+020.00	0.00	3.46	0.00	36.15	0.00	69.55	69.55
0+030.00	0.00	3.28	0.00	33.72	0.00	103.26	103.26
0+040.00	0.00	3.34	0.00	33.11	0.00	136.38	136.38
0+050.00	0.00	2.86	0.01	31.00	0.01	167.37	167.37
0+060.00	0.00	3.29	0.01	30.74	0.01	198.12	198.10
0+070.00	0.00	3.98	0.00	36.35	0.01	234.46	234.45
0+080.00	0.00	3.51	0.00	37.46	0.01	271.92	271.91
0+090.00	0.00	3.13	0.00	33.21	0.01	305.13	305.12
0+100.00	0.00	3.09	0.00	31.09	0.01	336.22	336.21
0+110.00	0.00	2.97	0.00	30.30	0.01	366.51	366.50
0+120.00	0.00	2.84	0.00	29.06	0.01	395.57	395.56
0+130.00	0.00	3.15	0.00	29.93	0.01	425.51	425.49
0+140.00	0.00	2.95	0.00	30.48	0.01	455.99	455.98
0+150.00	0.00	3.62	0.00	32.84	0.01	488.83	488.82
0+160.00	0.00	2.91	0.00	32.66	0.01	521.49	521.48
0+170.00	0.00	2.78	0.00	28.45	0.01	549.94	549.93
0+180.00	0.00	2.70	0.00	27.36	0.01	577.31	577.29
0+190.00	0.00	2.58	0.00	28.38	0.02	603.69	603.67
0+200.00	0.00	3.21	0.00	28.93	0.02	632.62	632.60
0+210.00	0.00	3.04	0.00	31.21	0.02	663.83	663.81

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

PROYECTO:
INGENIERIA CIVIL

PROFESOR:
RITA YEMPER CASANA PATRICIO

ALUMNO:
ING. ENRIQUE DURAND BAZAN

ASIGNATURA:
PAVIMENTOS

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 8

ST-05

FECHA:
1/50

FECHA:
MAYO-2018

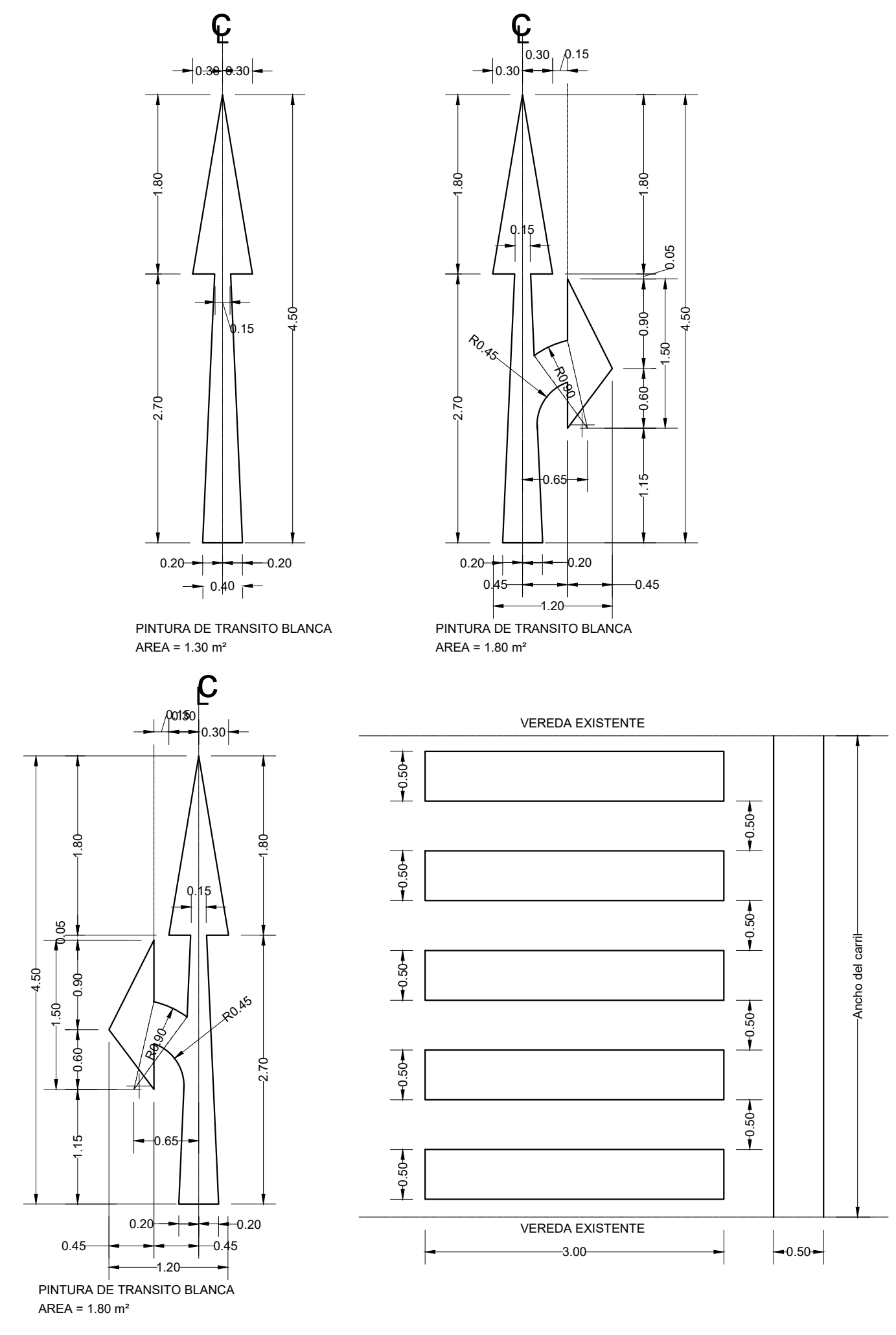


0005 H.U. LAS LOMAS

P.I. LAS LOMAS

PLANTA
ESC: 1/1000

DETALLE DE SEÑALIZACION ESC: 1/75



LEYENDA

	LINEAS DE PASOS PEATONAL
	LINEA SEPARADORA DE CARRIL
	LINEA DE PARE
	FECHA DIRECCIONAL VIA PRINCIPAL
	FECHA DIRECCIONAL CON GIRO A LA DERECHA VIA PRINCIPAL
	FECHA DIRECCIONAL CON GIRO A LA IZQUIERDA VIA PRINCIPAL

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO	
ESCUELA: INGENIERIA CIVIL	NOMBRE DEL PROYECTO: "PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA AVENIDA SANTO TORIBIO Y CALLES 7 Y 8 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I, DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018"
AUTOR: RITA YENIFER CASANA PATRICIO	PLANO: SEÑALIZACIÓN
ASesor: ING. ENRIQUE DURAND BAZAN	ESCALA: 1/10000
ESPECIALIDAD: PAVIMENTOS	ESCALA: MAYO-2018

S-01



0005 H.U. LAS LOMAS

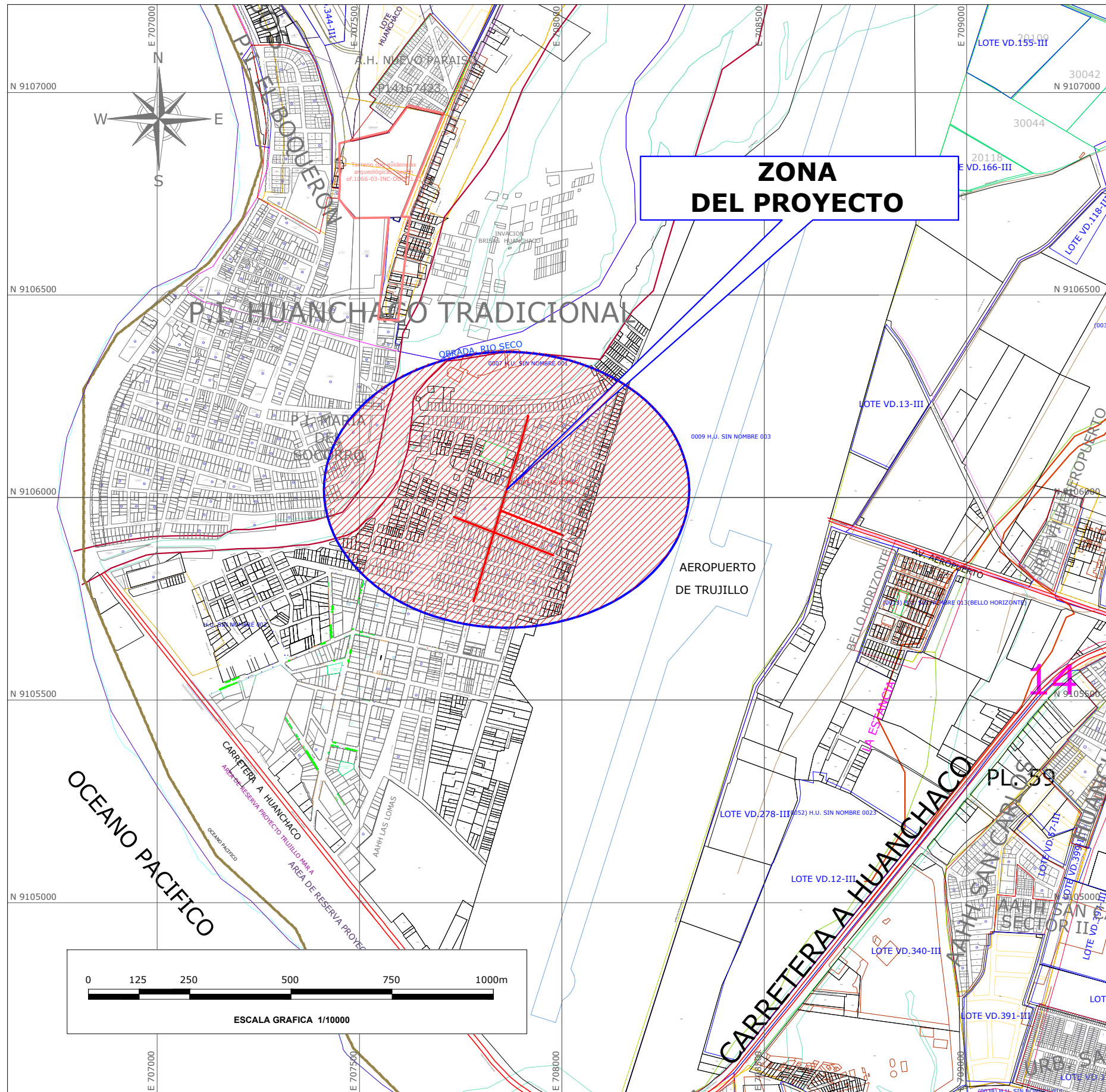
AAHH LAS LOMAS I

LEYENDA	
	NORTE MAGNETICO
	CURVAS DE NIVEL
	COORDENADAS

PLANTA
ESC: 1/1000

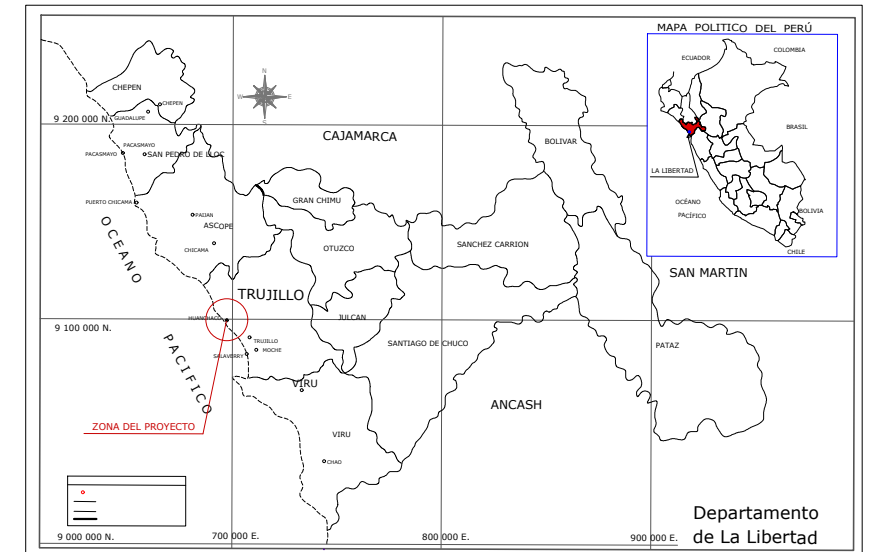
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO	
TITULO: INGENIERIA CIVIL AUTOR: RITA YENIFER CASANA PATRICIO ASesor: ING. ENRIQUE DURAND BAZAN ESPECIALIDAD: PAVIMENTOS	NOMBRE DEL PROYECTO: "PROYECTO DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA AVENIDA SANTO TORIBIO Y CALLES 7 Y 8 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I, DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018" PLANO: TOPOGRAFICO ESCALA: INDICADA FECHA: MAYO-2018
T-01	

PLANO DE UBICACION



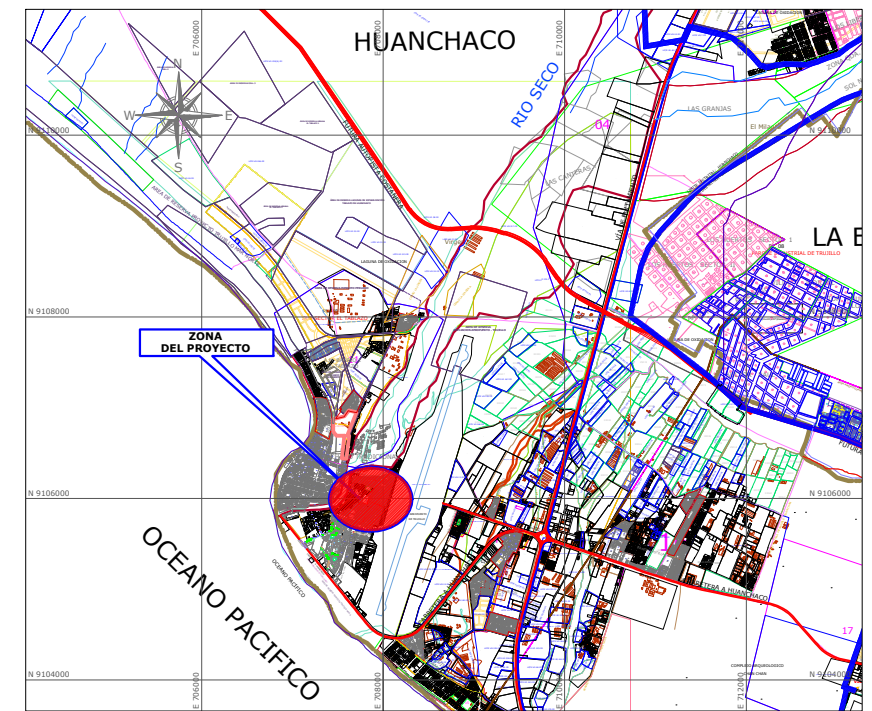
PLANO DE UBICACION DEPARTAMENTAL


ESCALA: 1 / 3'250000



PLANO DE LOCALIZACION

ESCALA: 1 / 75 000



 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO		
ESCUELA: INGENIERIA CIVIL	NOMBRE DEL PROYECTO: "PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA AVENIDA SANTO TORIBYO Y CALLES 7 Y 8 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I, DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018"	
AUTOR: RITA YENIFER CASANA PATRICIO	PLANO: UBICACION Y LOCALIZACION	
ASesor: ING. ENRIQUE DURAND BAZAN	LAMINA: UL-01	
ESPECIALIDAD: PAVIMENTOS	ESCALA: 1/10000	ESCALA: MAYO-2018