

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LAS CALLES 4, 5 Y 6 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I, DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018

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

AUTOR

Bach. RAMIREZ VILLANUEVA, María Margarita

TRUJILLO – PERU

2018

PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LAS CALLES 4,5 y 6 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I, DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018

AUTOR: Bach. RAMIREZ VILLANUEVA, María Margarita

JURADO EVALUADOR

PRESIDENTE.

SECRETARIO.

VOCAL.

DEDICATORIA

Dedicado principalmente a Dios, por su infinito amor y misericordia, de mantenerme con vida y darme las fuerzas necesarias durante este proyecto para poder culminar con éxito una etapa importante en mi formación profesional, A mi hija Marzul que es mi motivación más grande para avanzar cada día y a mi familia por su apoyo incondicional y consejos.

AGRADECIMIENTO.

Siempre estaré agradecida con Dios por todas las alegrías y tristeza que me da. Resulta difícil mencionar a todos aquellos que estuvieron apoyándome, solo puedo decir que estoy muy agradecida con todos ustedes.

De antemano quiero agradecerles a las personas que estuvieron más cercanas con el tema para concretar este proyecto. Especialmente a mi asesor: Mg. Enrique Durad Bazán por impartir sus conocimientos y paciencia para lograr culminar mi proyecto.

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.....	4
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos.....	4
1.5 Línea de Investigación.....	5
1.6 Alcances, Limitaciones y Viabilidad de la Investigación.....	3
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Antecedentes (O Estado del Arte o Estado de la Cuestión).....	5
2.2 Bases Teóricas.....	9
2.3. Metodología de diseño.....	13
2.4 Bases Normativas.....	33
2.5 Definición de términos básicos.....	33
CAPÍTULO 3. METODOLOGIA.....	34
3.1. Variables.....	33
3.2. Operalización de variables.....	35
3.3 Tipo diseño e investigación.....	36
3.4. Unidad de estudio.....	36
3.5. Población.....	36
3.6. Muestra.....	36
3.7. Técnicas.....	36
3.8. Instrumentos propuestos y procedimiento de toma de datos.....	36
3.9. Métodos y procedimientos de análisis de datos.....	37
CAPÍTULO 4. PROPUESTA DE APLICACIÓN PROFESIONAL.....	39
4.1. Aspectos físicos territoriales.....	39

4.2. Levantamiento topográfico.....	41
4.3 Estudio de suelos.....	44
4.4. Estudio de tráfico.....	54
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	61
5.1. Periodo de diseño.....	61
5.2. Factor de crecimiento (F_c).....	61
5.3. Diseño estructural del pavimento.....	61
5.4. Métodos de diseño estructural.....	62
5.5. Confiabilidad.....	63
5.6. Valor Índice Serviciabilidad (PSI).....	64
5.7. Caracterización de los materiales de las capas de pavimento.....	65
5.8. Procedimiento de diseño.....	66
5.9. Señalización.....	74
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES.....	81
CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES.....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXOS.....	85

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.....	14
Tabla 2: Cuadro de Numero de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t entre 1'000,001 EE hasta 30'000,000 EE.....	14
Tabla 3: Cuadro Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, mayor a 30'000,000 EE.....	15
Tabla 4: Categoría de Subrasante.....	15
Tabla 5: Modulo Resiliente obtenido por correlación con CBR.....	17
Tabla 6: Valores Recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años).....	18
Tabla 7: Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para dos etapas de diseño de 10 años.....	19
Tabla 8: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_r) Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años).....	20
Tabla 9: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estandar Normal (Z_r) Para dos etapas de diseño de 10 años.....	21
Tabla 10: Índice de Serviciabilidad Inicial (P_i) Según Rango de Tráfico.....	22
Tabla 11: Índice de Seviciabilidad Final (P_t) Según Rango de Tráfico.....	23
Tabla 12: Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI) Según Rango de Tr.....	24
Tabla 13: Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a_i	25
Tabla 14: Calidad del Drenaje.....	26
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.....	31
Tabla 18: ubicación del proyecto.....	39
Tabla 19: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.....	50
Tabla 20: Determinación del tránsito actual.....	58

Tabla 21: Determinación del tráfico actual.....	60
Tabla 22: Clasificación de carreteras.....	63
Tabla 23: Desviación Estándar Total (So).....	63
Tabla 24: Confiabilidad y desviación estándar.....	64
Tabla 25: Calidad de Drenaje.....	66
Tabla 26: Diseño de Número Estructural.....	67
Tabla 27: Coeficiente estructural a partir del módulo elástico del concreto asfáltico.....	68
Tabla 28: Variación en el coeficiente estructural de la capa de subbase.....	69
Tabla 29: Variación en el coeficiente estructural de la capa de base.....	70
Tabla 30: Velocidad Directriz.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sección transversal del pavimento flexible.....	10
Figura 2: Sección transversal del pavimento rígido.....	12
Figura 3: Bermas L <1.20m.....	29
Figura 4: Bermas L >1.20m.....	30
Figura 5: Nivelación de Base Granular.....	30
Figura 6: Capa Superficial en Bermas.....	31
Figura 7: Ubicación del proyecto Departamento La Libertad - Provincia de La Libertad - Distrito Huanchaco – Las Lomas Sector I.....	39
Figura 8: Localización geográfica del distrito de huanchaco en la provincia de Trujillo.....	40
Figura 9: Mapa de zonificación.....	47
Figura 10: Vehículos ligeros.....	55
Figura 11: Vehículo pesado.....	56
Figura 12: Ubicación del punto de conteo vehicular.....	57
Figura 13: Número de veh/día.....	58
Figura 14: Número de veh/día general.....	59
Figura 15: Trafico actual por tipo de vehículo.....	60
Figura 16: Diseño de Capas.....	71
Figura 17: señales derecho de paso.....	75
Figura 18: Señales de sentido de circilación.....	75
Figura 19: Ubicación y altura de las calles.....	76
Figura 20: Sentido de circulación.....	77
Figura 21: Líneas de carril.....	78
Figura 22: Línea de borde de pavimento.....	79
Figura 23: Líneas de pare.....	80

RESUMEN

Este tema de la investigación se realizó en las calles 4, 5 y 6 del asentamiento humano las lomas sector I, distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad. El propósito de la investigación, es realizar una propuesta de diseño de pavimento flexible; para conseguir el objetivo esperado, se realizó el levantamiento topográfico, estudio de suelos, estudio de tráfico, diseño geométrico del pavimento, estudio de señalización, para mejorar la calidad y salud de las personas de esta localidad, evitar que las personas y animales sean contaminados por el polvo que desprende los vehículos de la empresa de transportes de Huanchaco, y poder trasladarse por esta zona sin dificultad, de una manera segura y confortable. Para la investigación propuesta en esta tesis se tuvo que tener en cuenta las normas E.050 suelos y cimientos y el manual de ensayo de materiales (según el MTC); Este trabajo de investigación es no experimental, al mismo tiempo es descriptivo, la población son todas las calles del asentamiento humano lomas sector I y la muestra la calles 4,5 y 6 del asentamiento humano las lomas sector I, la técnica para el investigación fue la observación porque se pudo ver la realidad y la problemática que se apreció en la zona y el instrumento la guía de observación para el levamiento de datos del estudio de tráfico y de suelos, conos de seguridad, odómetro manual.se pudo verificar que las condiciones de la carretera actual está en malas condiciones para que puedan circular los vehículos y peatonal por falta de una calzada. Se calculó los espesores de espesores de las capas que conformarán la estructura del pavimento flexible se utilizará la metodología AASTHO 93. Se espera que sea sostenible para su declaración de Viabilidad.

ABSTRACT

This subject of the investigation was carried out in the streets 4, 5 and 6 of the human settlement the lomas sector I, district of Huanchaco, province of Trujillo, department of La Libertad. The purpose of the research is to make a proposal for flexible pavement design; To achieve the expected objective, the topographic survey, soil study, traffic study, geometric pavement design, signaling study, to improve the quality and health of the people of this town, avoid people and animals are contaminated by the dust that comes off the vehicles of the transport company of Huanchaco, and to be able to move around this area without difficulty, in a safe and comfortable way. For the research proposed in this thesis the E.050 soil and foundation standards and the material testing manual (according to the MTC) had to be taken into account; This research work is not experimental, at the same time it is descriptive, the population is all the streets of the human settlement lomas sector I and the streets 4,5 and 6 of the human settlement las lomas sector I, the technique for the investigation was the observation because you could see the reality and the problem that was observed in the area and the instrument the observation guide for the data collection of the traffic and soil study, safety cones, manual odometer. It was possible to verify that the conditions The current road is in poor condition so that vehicles and pedestrians can circulate due to the lack of a road. The thicknesses of the layers that will form the structure of the flexible pavement were calculated using the AASTHO 93 methodology. It is expected that it will be sustainable for its viability declaration.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática.

La infraestructura de transporte conecta a los habitantes con los lugares de trabajo, los centros educativos y los servicios de salud. Además, permite la distribución de bienes y servicios a través del mundo. La rápida urbanización en el mundo en desarrollo ofrece la oportunidad de establecer sistemas de transporte más seguros, limpios, eficientes y accesibles, que contribuyan a reducir la congestión y la contaminación. En las ciudades medianas que surgen producto de la urbanización donde vivirá la mayoría de los nuevos residentes urbanos, los planificadores de las ciudades tienen desde el principio la oportunidad de diseñar sistemas de transporte sostenibles e inclusivos, dejando atrás modalidades más contaminantes y costosas. En las ciudades más grandes o antiguas, la tecnología y la inteligencia de datos están ayudando a elaborar mapas de los patrones y las necesidades de desplazamiento, involucrando a la ciudadanía y mejorando la calidad y la eficiencia de las soluciones de transporte. (banco mundial, 2017)

El sistema de transporte público es en cualquier parte del mundo es cuestionado. En general, no cumple con las expectativas de la gente, cuando su fin último debería ser facilitar la vida diaria. Sin embargo, en algunas ciudades el transporte alcanza un alto nivel de eficiencia. Por ejemplo Hong Kong , que lidera este ranking, tiene un sistema que no solo no es deficitario sino que da ganancias. Le siguen Zurich, París y Seúl. La lista sigue, aunque en el top 10 escasean las urbes latinoamericanas. (la nacion, 2018)

El uso del transporte por carretera creció rápidamente y hoy en día es el medio de transporte más utilizado a nivel mundial. Su importancia radica tanto en el volumen de pasajeros y carga que se transportan por carretera como en la dimensión económica del negocio. En América Latina y el Caribe, el transporte por carretera constituye el 80% del total del transporte de pasajeros y más del 60% del transporte de carga. La construcción y mantenimiento de las mismas generan además grandes cantidades de empleo. En los países en desarrollo, la escasez de recursos financieros hizo que se creara un déficit de vías nuevas y que las existentes se deterioraran. Por esta razón, muchos países acudieron a la participación privada como medio de financiación. Este cambio se hizo además motivado por la idea de que el sector privado es más eficiente que el público, pues un constructor privado puede estar más inclinado a reducir costos y a aumentar los posibles recaudos por el uso de las vías La construcción de carreteras de

peaje, además de requerir de aportes importantes de capital, implica asumir riesgos mayores a los inherentes a otros proyectos de infraestructura, como son el riesgo de construcción, el riesgo político, la adquisición de terrenos, las condiciones climatológicas inciertas y la dificultad para proyectar los niveles futuros de tráfico. (ecu red, 2015)

En Chile varios estudios coinciden en señalar un país en particular como el que más ha avanzado en construir un sistema de carreteras de acuerdo con sus aspiraciones de desarrollo. Chile aparece en varias mediciones, como el ganador regional en infraestructura de carreteras, por su red de 77.764 kilómetros que incluye 2.387 kilómetros de autopistas, y las buenas condiciones en que las mantiene.

Un estudio del Foro Económico Mundial, el Informe Global de Competitividad, coloca en su más reciente edición a Chile al frente entre los países latinoamericanos. El reporte, que documenta la opinión de líderes empresariales sobre la situación de las carreteras en su propio país, ha tenido a la nación sudamericana como el mejor clasificado en América Latina por dos años consecutivos, seguida de cerca por Panamá. A igual conclusión llega el Banco Mundial, que en su Índice de Desempeño de Logística, agrupa a los países según la calidad de su infraestructura de transporte (y que por tanto incluye además de carreteras, a puertos y otras obras similares) nuevamente dándole la mayor calificación en la región a Chile, seguido de cerca por México y Panamá. En el puntaje del Banco Mundial, la infraestructura de transporte chilena aparece empatada con la de naciones europeas como Grecia y mejor que la de Bulgaria o Rumania. (bbc mundo, 2015)

En Perú, el 89.9% de las carreteras no están pavimentadas a nivel departamental. La brecha en infraestructura estaría atrasando el desarrollo de las regiones más desconectadas. Un nuevo informe arroja que solo el 10.1% de las carreteras de la Red Vial Departamental (RVD) o Regional se encuentran pavimentadas. Esto equivale a solo 946 kilómetros, indica el Centro Empresarial de Perucámaras. La RVD está constituida por las carreteras que interconectan las capitales de los departamentos con las capitales de sus provincias; su construcción y mantenimiento están a cargo de los gobiernos regionales. Asimismo, el 99% de la Red Vial Vecinal (RVV) o Rural no se encuentra asfaltada. Esta labor es gestionada por los gobiernos locales y consiste en las vías que unen a los pequeños centros poblados rurales o urbanos de cada departamento. Por su parte, la Red Vial Nacional es competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y comprende a todas las autopistas que unen (transversal y

longitudinalmente) a las capitales de los departamentos. Estas estarían pavimentadas al 66.9%. Por regiones, En Áncash, 482.57 kilómetros se encuentran cubiertos de asfalto. Esto representaría el 40% de la RVD en ese departamento. Huánuco, Huancavelica y Apurímac son los departamentos con menor proporción de RVD, el área de carretera pavimentada es de 16.99 (2%), 22.16 (1%) y 9.25 (1%) kilómetros, cada uno. En cuanto a la Red Vial Vecinal, el departamento con mayor área pavimentada es Ica (4% del total de RVV), seguido por Junín (2%), Áncash (2%). Mientras tanto, Apurímac, Ayacucho, Huancavelica, Huánuco y Pasco no la tienen (0%), lo que los desconecta completamente de los diferentes centros poblados de la región. Estas cifras reflejan que la brecha en infraestructura sigue siendo impidiendo el aumento del turismo y el comercio, lo cual es imprescindible para el desarrollo de las regiones, señaló Perucámaras. (peru 21, 2017)

Solo el 7% de las carreteras de nuestra región estaban asfaltadas al inicio de la actual gestión en el Gobierno Regional de La Libertad. Sin embargo, a la fecha, se ha logrado reducir esta brecha llegando al 22%, pero la meta es terminar el 2018 con un 46 o 48. Para cumplir ese objetivo, de tener la red vial mejorada con pavimento económico, se requiere 115 millones de soles que son gestionados por el gobernador regional al más alto nivel de gobierno y ante la inversión privada para mejorar la superficie vial de un total 660.40 kms de carreteras departamentales, lo que involucra a 10 provincias de la región. Si esa cifra es transferida al Gobierno Regional para trabajar el tema del mortero asfáltico a través mantenimiento, podríamos estar en el año 2018 llegando a un 46% o 48 % de toda la red vial departamental asfaltada a través de esa tecnología. El mantenimiento tradicional de las carreteras del interior dejaba mucho que desear y todos los años se hacía más de lo mismo. Sin embargo, la actual gestión priorizó agregar una superficie de mortero asfáltico, lo que no encarece mucho el proyecto y con mantenimiento adecuado permite mayor durabilidad y evita que el polvo que se levanta al paso vehicular invada las viviendas ubicadas a lo largo de las vías. Este tipo de obra tiene la aprobación del Ministerio de Transportes y está dando buenos resultados. (gobierno regional de la libertad, 2017)

En mi opinión de lo que podemos observar, que en la localidad de Huanchaco la gente de la zona está siendo afectada por el levantamiento de polvo al circular los vehículos provocando enfermedades respiratorias y de la piel. Imposibilita a la población su desarrollo y calidad de vida. Cada año va aumentando las enfermedades, especialmente en los niños lo cual se busca encontrar una solución inmediata para evitar dichos daños que produce el no tener una carretera asfaltada.

Según el diagnóstico y evaluación realizado in situ, se ha determinado que el asentamiento humano Las Lomas está a nivel trocha y es está en malas condiciones para trasladarse por estas calles, por ello se propuso este diseño de pavimento flexible.

1.2 Formulación del problema.

¿Cuál es la propuesta de diseño del pavimento flexible en las calles 4,5 y 6 del asentamiento humano las lomas sector I, Distrito de Huanchaco - Trujillo - La Libertad, según la normatividad?

1.3 Justificación.

La presente investigación se justifica desde el punto de vista de su relevancia social. Se busca beneficiar a los pobladores de la zona de las lomas sector I, calles 4,5y 6 y sus alrededores, ya que podrán trasladarse por esta zona sin dificultad, de una manera segura y confortable. Lo que me motiva hacer este estudio es mi preocupación por las personas que corren el riesgo día a día estar expuestas a enfermedades respiratorias como el asma por alergia del polvo y enfermedades en la piel. Y a la vez me parece muy importante contribuir con este tema a mejor la salud de las personas y tener mejor calidad de vida, en un ambiente agradable y bello paisaje. Al contar con pistas los vehículos accederían al ingreso por este lugar sin perjudicar o deteriorar su unidad vehicular. Se evitara que las personas y animales sean contaminadas por el polvo que desprende los vehículos de la empresa Huanchaco por transitar por la localidad.

Asimismo, desde el punto de vista del aporte metodológico, este presente trabajo de diseño de pavimentos flexibles puede ser de referencia para otros estudios y diseños similares.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General.

Diseñar el pavimento flexible para las calles 4,5 y 6 del Asentamiento Humano Las Lomas sector I, Distrito de Huanchaco - Trujillo - La Libertad, 2018.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Realizar el estudio topográfico de las calles 4,5 y 6 del Asentamiento Humano Las Lomas Sector I.
- Elaborar el Estudio de suelos.
- Realizar el Estudio de tráfico.
- Determinar el diseño geométrico del pavimento, definir la sección vial.
- Elaborar el cálculo estructural del pavimento.
- 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 la topografía. Por ser una zona insegura, tiempo y costo. Se trabajará con los datos del levantamiento topográfico proporcionado por el Ing. Martin Benítez Vargas.
- b. 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.
- c. No incluye estudios de suelo. Por costos y tiempo. Sin embargo, se utilizará datos de estudio realizado por el Ing. Martin Benítez Vargas, en el sector I, ubicado a 50 metros de nuestro sector de estudios.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.

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

En trabajo de suficiencia profesional **“PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL PASAJE I DEL CENTRO URBANO INFORMAL DEL SECTOR SAN MIGUEL DE TRUJILLO,2017”** (Guevara Alfaro Marco Antonio, 2017). El propósito de esta investigación es proponer un diseño de un pavimento flexible; se tuvo que realizar el levantamiento topográfico, estudio mecánico de suelos, análisis de costos unitarios; para mejorar la calidad de vida de las personas, las vías de

comunicación son esenciales para el desarrollo del sector, disminución de la contaminación al bajar los niveles de polvo en suspensión, eliminación de problemas de accesibilidad, reducción de accidentes peatonales por aceras en mal estado, mejoramiento de la imagen del sector entre otros. se tuvo que tener en cuenta las normas E0.50 suelos y cimientos y manual de ensayo de material (según el MTC). Se determinó la configuración topografía llana y estudios de suelo (granulometría, grado de humedad, límites de consistencia, C.B.R, densidad máxima, cabe mencionar que el tipo de suelo de Trujillo es arena por tal motivo no presenta limites consistencia

Con la ejecución del proyecto se lograra morar la transitabilidad en las calles del sector San Miguel

En el trabajo de suficiencia profesional **“ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA JULIAN ARCE CUADRAS 1 – 4 Y AVENIDA LA MERCED CUADRA 2-7 DEL DISTRITO DE LAREDO UTILIZANDO EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, 2016”** (Avila Carrion Nelson Evedaldo, 2016). El presente trabajo tiene como objetivo aplicar el método del Índice de Condición de Pavimento (PCI), para determinar el estado de conservación del pavimento, en la Avenida Julián Arce cuadras 1 – 4 y Avenida La Merced cuadra 2-7. Un kilómetro de pista ha sido estudiado para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía. El gran problema es que no se lleva un adecuado mantenimiento ni se toma en cuenta la vida útil de la vía. La justificación que es importante porque así se podrá dar con algunas posibles soluciones para el mejoramiento y prevención de las vías, se ha desarrollado el marco teórico, donde se define el concepto de pavimento, su clasificación y la definición del Índice de Condición del Pavimento. y se concluye que la Vía estudiada tiene un pavimento de estado regular. Se tuvo que recoger las muestras de campo para su respectivo proceso y se obtuvo los resultados que a continuación serán descritas en un cuadro resumen de fallas a lo largo de la vía en estudio y se darán las posibles soluciones de acuerdo al manual. Las fallas más comunes que se logró observar son las fallas de fisura en bloque, fisura longitudinal y transversal, parcheo, baches o huecos.

Los niveles de severidad de las fallas más frecuentes son: la de fisura en bloque que tiene un 82% de baja severidad y un 12% de media severidad, la de fisura longitudinal tiene un 77% de baja severidad y un 23% de media severidad, la de parcheo tiene un 54% de

baja severidad, 38% de media severidad y 8% de alta severidad y por último la de bacheo tiene un 56% de baja severidad, 25% de media severidad y 19% de alta severidad.

En el trabajo de suficiencia profesional **“EVALUACION DEL ESTADO DE RESERVACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE RAFAEL SANZIO, TRAMO MERCADO SANTA ROSA EL BOSQUE - AVENIDA RICARDO PALMA, MEDIANTE EL METODO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI, AÑO 2016”** (Sanchez Chavez Adolfo Emilio, 2016). En este trabajo de investigación realizado en la Calle Rafael Sanzio, tramo mercado Santa Rosa el Bosque - Av. Ricardo Palma, se hizo una inspección visual y un registro de todas las fallas de la vía, logrando determinar el estado actual del pavimento, con el uso del manual ASTM D6433 Método del PCI y los parámetros establecidos, por otro lado la evaluación del pavimento cuando el PCI = 0 es un pavimento malo y cuando el PCI = 100 es un pavimento excelente. En la Calle Rafael Sanzio se tomó una distancia de 1,000 m. (1 Km) siendo el ancho de la calzada 6.50 m. a lo largo de la vía. Según los parámetros del PCI se determinó que cada sección debe medir 35.40 de largo, teniendo como resultado 29 unidades de muestreo con un área de 230.10 m² cada sección. Este proyecto se dividió en siete partes, donde la primera parte trata de la realidad problemática donde se habla del mal estado de las vías y su malestar que ocasiona en los usuarios que utilizan a diario esta vía para desplazarse, la justificación del problema sería mantener la vía en buen estado y finalmente los objetivos evaluar el estado de preservación de vía. Como se puede observar las fallas más comunes que presenta la vía en estudio son: parcheo, huecos, abultamientos y hundimientos, agrietamiento en bloque, piel de cocodrilo, pulimentos de agregados y grietas longitudinales y transversales. Llegando a la conclusión final que el estado actual de la Calle Rafael Sanzio, tramo mercado Santa Rosa el Bosque - Av. Ricardo Palma, es bueno con PCI promedio de 57.

En el trabajo de suficiencia profesional **“MEJORAMIENTO VIAL AVENIDA DEFENSORES DEL MORRO ENTRE LAS CALLES A Y CONFRATERNIDAD DEL DISTRITO DE CHORRILLO, CONSTRUCCION DE PAVIMENTO”** (Garcia Paredes Abilio Lincoln, 2015). El presente Informe presenta como una alternativa de Mejoramiento Vial Urbano de un sector de la avenida Defensores del Morro, tramo comprendido entre las Calles A y Confraternidad, el presente Informe pretende ampliar los conceptos y metodologías relacionados con la Construcción de Pavimento como instrumento importante en la elaboración de Proyectos Viales. es un

resumen del Perfil del Proyecto de Inversión, formulado por la Gerencia de Obras y Desarrollo Urbano, aprobado por la Municipalidad Distrital de Chorrillos y el Ministerio de Economía y Finanzas, registrado según Formatos SNIP previos en el Banco de Proyectos, por la Unidad Formuladora y la Oficina de Programación e Inversiones de la MDCH, donde se detalla el desarrollo del Perfil del Proyecto de Inversión, en la cual se ha considerado 2 alternativas propuestas para determinar, la mejor alternativa técnica y económica. El pavimento asfáltico ejecutado está constituido por una subrasante escarificada, nivelada y compactada en un espesor de 30 cm. Se eliminaron los rellenos consistentes por cascotes de ladrillos y bolsas plásticas, se compacto en espesores de 15 cm, una base de 20 cm y una superficie de rodadura de 5 cm, colocado de acuerdo a especificaciones técnicas de construcción y la norma técnica peruana C.E 0.10 pavimentos urbanos.

A las profundidades efectuadas de 1.50m, no se presentó la presencia del nivel de agua ni filtraciones dentro de las calicatas.

En la tesis **“ANÁLISIS SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN DE PUNO”** (Humpiri Pineda Katia, 2015) El presente estudio define un diagnóstico detallado de los daños sufridos por varios proyectos de pavimentos flexibles en la región de Puno, fue necesario realizar una inspección minuciosa de las vías a evaluar, en la que se evidencia deterioros en la superficie de rodadura de nivel de severidad baja, media y alta en algunos casos, lo que justifico elaborar la identificación, clasificación y monitoreo de las fallas superficiales encontradas.

La mayoría de las carreteras mantenidas y rehabilitadas, se han deteriorado prematuramente disminuyendo la condición y el nivel de serviciabilidad del pavimento, demandando trabajos correctivos y complementarios antes de lo previsto. Las causas están referidas al tráfico proyectado de forma inadecuada, mala valoración de la subrasante, condiciones de drenaje, condiciones ambientales no consideradas, entre otras. Es importante la conservación a través de mantenimiento rutinario, periódico y/o rehabilitación de las vías, que permitirán brindar a los usuarios seguridad, comodidad y menor tiempo de transporte. De esta manera se logrará mejorar notablemente el nivel de servicio de las vías.

Las fallas superficiales encontradas en la zona de estudio de mayor incidencia son las fisuras longitudinales y transversales, seguidas de ahuellamientos, desgaste superficial y otras; estas se producen por deficiencias en el diseño, construcción y operación, las

cuales influyen negativamente en el resultado final del proyecto. Por ello realizar una adecuada evaluación de la vía es indispensable para determinar el tipo de mantenimiento a emplear, factor que nos ayuda a la conservación vial de manera adecuada.

En la tesis **“DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO AASTHO-93, PARA LA AMPLIACIÓN DEL COSTADO OCCIDENTAL DE LA AUTOPISTA NORTE DESDE LA CALLE 245 (EL BUDA) HASTA LA CARO”** (Suarez Lopez Javier Steven, 2017). Teniendo en cuenta que en la actualidad el crecimiento urbano acelerado de los Municipios localizados en zonas aledañas al norte de la Ciudad de Bogotá durante los últimos años, ha ocasionado que la Autopista Norte presente deficiencias en su funcionalidad, desde la concepción de la insuficiencia de la infraestructura vial existente para garantizar el desplazamiento efectivo de los usuarios hacia sus lugares de destino, generando impactos negativos en la movilidad de tráfico atraído y generado por la ciudad de Bogotá, traduciendo estos en incrementos en tiempos de desplazamientos y en la reducción de los índices de serviciabilidad de la vía existe. Es este sentido, se propone realizar el diseño de una estructura de pavimento flexible por medio del método AASHTO-93, para la ampliación del costado occidental de la Autopista Norte entre calle 245 (El Buda) y La Caro, partiendo de información secundaria existente, con el fin de realizar las respectivas conclusiones y recomendaciones frente a los datos arrojados por el método. El periodo de diseño para la estructura de pavimento asfáltico es de 10 años para el análisis y cálculo realizado en el presente diseño, se parte de un inicio de operación en el año 2017. Por medio de la exploración geotécnica y ensayos de laboratorio, se estableció que, de manera general, el material de subrasante del proyecto se compone materiales de alta plasticidad y con baja capacidad portante con un CBR promedio del 1.46%.

2.2 Bases Teóricas.

2.2.1. ¿Qué es un pavimento?

El pavimento es un elemento estructural que consiste en capas superpuestas de materiales procesados por encima del terreno natural con el fin de distribuir las cargas aplicadas por un vehículo a la sub-rasante. Asimismo es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo. Debe

proporcionar un servicio de calidad de manejo aceptable, adecuada resistencia al deslizamiento, apropiados niveles de reflejo de luz y un nivel bajo de ruido. (Sanchez Chavez Adolfo Emilio, 2016)

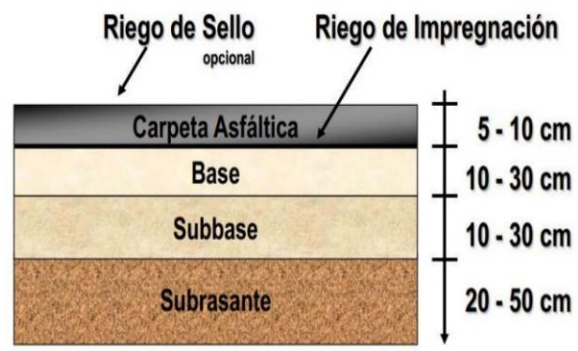
2.2.2. Clasificación de pavimentos.

Es la unión de capas puestas unas sobre otras, en forma horizontal, utilizado como superficie para que transiten los vehículos o peatones.

a) Pavimento flexible.- conocido como pavimento asfáltico, está conformado por una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones en las capas inferiores sin que la estructura falle. Debajo de la carpeta, se encuentran la base granular y la capa de subbase, destinadas a transmitir y distribuir las cargas ocasionadas por el tránsito. Posteriormente está la subrasante que sirve de soporte a las capas antes mencionadas.

El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, pero tiene la desventaja de requerir mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil. (Avila Carrion Nelson Evedaldo, 2016)

Figura 1: sección transversal pavimento flexible



Fuente: (Ramirez Fernanda, 2012)

Conformado por las siguientes capas según su funcionalidad:

Carpeta o capa de rodadura: Es la capa más superficial y tiene como principal función proporcionar una superficie segura, cómoda y estable en el tránsito vehicular; además de actuar como capa impermeable para impedir la infiltración de agua en la estructura del pavimento.

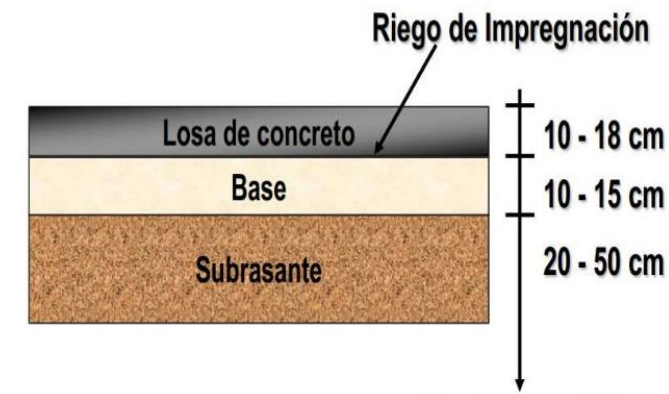
La base: Es la encargada de recibir los esfuerzos de la capa de rodadura y transmitirlo de forma adecuada a la sub-base y a la sub-rasante. La base puede estar constituida principalmente por material granular, como piedra triturada y mezcla natural de agregado y suelo.

La sub-base: Se considera una capa netamente económica, debido a que el contenido de sus materiales son muy accesibles y económicos. Tiene la función de actuar como capa de transición entre la base y la sub-rasante, puesto que impide la penetración de materiales finos de la sub-rasante. Está conformada por materiales granulares, que le permiten trabajar como una capa de drenaje y controlador de ascensión capilar de agua, evitando fallas producidas por el hinchamiento del agua, causadas por el congelamiento, cuando se tienen bajas temperaturas. Además, la sub-base controla los cambios de volumen y elasticidad del material del terreno de fundación, que serían dañinos para el pavimento. (Sanchez Chavez Adolfo Emilio, 2016)

- b) Pavimentos Rígidos.-** son pavimentos en los cuales su capa superior está compuesta por una losa de cemento hidráulico, la cual se encuentra apoyada sobre una capa de material denominada base o sobre la sub rasante. En este tipo de pavimentos se pueden distinguir algunos tipos que son: hormigón simple con juntas con o sin barras de transferencia de carga, hormigón reforzado con juntas y barras de traspaso de cargas y hormigón continuamente reforzado.

El pavimento rígido tiene un costo inicial más elevado que el pavimento flexible y su período de vida varía entre 20 y 40 años. El mantenimiento que requiere es mínimo y se orienta generalmente al tratamiento de juntas de las losas (Avila Carrion Nelson Evedaldo, 2016)

Figura 2: sección transversal pavimento rígido



Fuente: (Ramirez Fernanda, 2012)

Conformado por las siguientes capas según su funcionalidad:

Losa de concreto: La principal función de la losa de concreto es la misma de la carpeta asfáltica es decir, soportar los esfuerzos producidos por el flujo vehicular y transmitirlos de manera apreciable a las capas inferiores.

La subbase: tiene como objetivo impedir la fluencia de material fino con agua fuera de la estructura del pavimento, debido a la penetración de agua por medio de las juntas del pavimento. También actúa como un sistema de drenaje para evacuar gran parte del agua infiltrada. (Sanchez Chavez Adolfo Emilio, 2016)

- c) **Pavimento mixto.-** En términos amplios, un pavimento mixto ó compuesto es aquel en el que se combinan tipos de pavimentos diferentes, es decir, pavimentos “flexibles” y pavimentos “rígidos”, normalmente la capa rígida está por debajo y la capa flexible por encima. Es usual que un pavimento compuesto comprenda una capa de base de concreto o tratada con cemento Portland junto con una superficie de rodadura de concreto asfáltico.

La estabilidad de suelos por medio de ligantes hidráulicos (cemento Portland) permite que se obtengan materiales con capacidad de soporte suficiente para construir capas para base en pavimentos sujetos a cargas pesadas como ser camiones o aeronaves. (Sanchez Chavez Adolfo Emilio, 2016)

d) Pavimento articulado.- son pavimentos cuyas capas de rodadura se encuentran conformadas por bloques de concreto prefabricados, que se denominan adoquines, son iguales entre si y de un espesor uniforme; y que se colocan sobre una capa delgada de arena, la cual se encuentra sobre una capa granular o la sub rasante. (Tapia Sanchez & Bautista Vega, 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}	> 10'000,000EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000EE ≤ 15'000,000EE
T _{P12}	> 15'000,000EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000EE ≤ 30'000,000EE

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
TP15	> 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 (SNr), 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 de equilibrio en el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN+1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{3.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

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):

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

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	TRAFIC O	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
	TP0	100,000	150,000	65%
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
	TP4	750 001	1,000,000	80%
	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
Resto de Caminos	TP9	7,500,001	10'000,000	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15		>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:

$$R_{\text{Etapa}} = \text{Confiabilidad de cada etapa}$$

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

$$n = \text{Número de etapas}$$

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

TIPO DE CAMINOS	TRAFFICO	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%
	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%
Resto de Caminos	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 (Zr)

El coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr) 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 (Zr) Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años).

TIPO DE CAMINOS	TRAFIC O	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,001	150,000	- 0.385
	TP1	150,001	300,000	- 0.524
	TP2	300,001	500,000	- 0.674
	TP3	500,001	750,000	- 0.842
	TP4	750 001	1,000,000	- 0.842
	TP5	1,000,001	1,500,000	- 1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	- 1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	- 1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	- 1.282
Resto de Caminos	TP9	7,500,001	10'000,000	- 1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	- 1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	- 1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	- 1.645
	TP13	20'000,001	25'000,000	- 1.645
	TP14	25'000,001	30'000,000	- 1.645
	TP15		>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 (Zr) Para dos etapas de diseño de 10 años.

TIPO DE CAMINOS	TRAFIC O	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
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 (So)

La Desviación Estándar Combinada (So), 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

So 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 (Pi)

La Serviciabilidad Inicial (Pi) 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	INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	3.80
	TP2	300,001	500,000	3.80
	TP3	500,001	750,000	3.80
	TP4	750 001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.00
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.00
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.00
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.00
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.00
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.00
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.20
	TP15		>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 Seviciabilidad Final (Pt) Según Rango de Tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFIC O	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	INDICE 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 Serviciabilidad (Δ PSI)

(Δ PSI) es la diferencia entre la Serviciabilidad 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 Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE.
Tratamiento Superficial Bicapa.	a_1	0.250 (*)	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 Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	a_1	0.150 (*)	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 ≤ 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 CERCAÑO 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	150 mm

Caliente: 60mm

	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
	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
Resto de Camin os	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

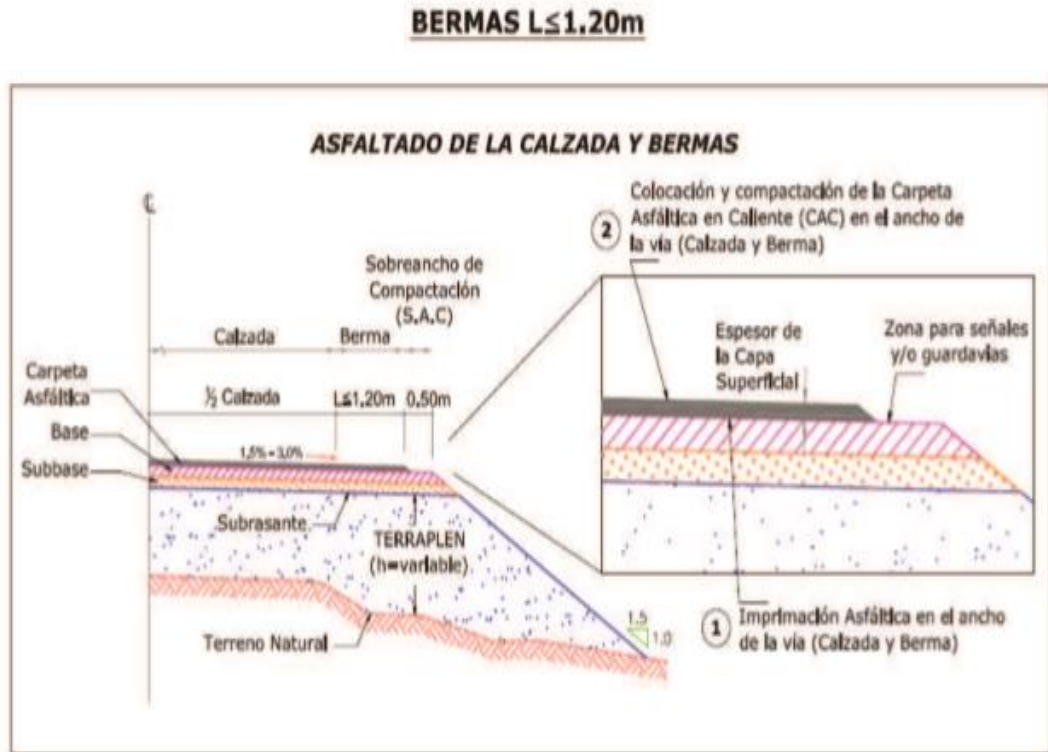
Fuente: Cuadro N° 12.17 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

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.

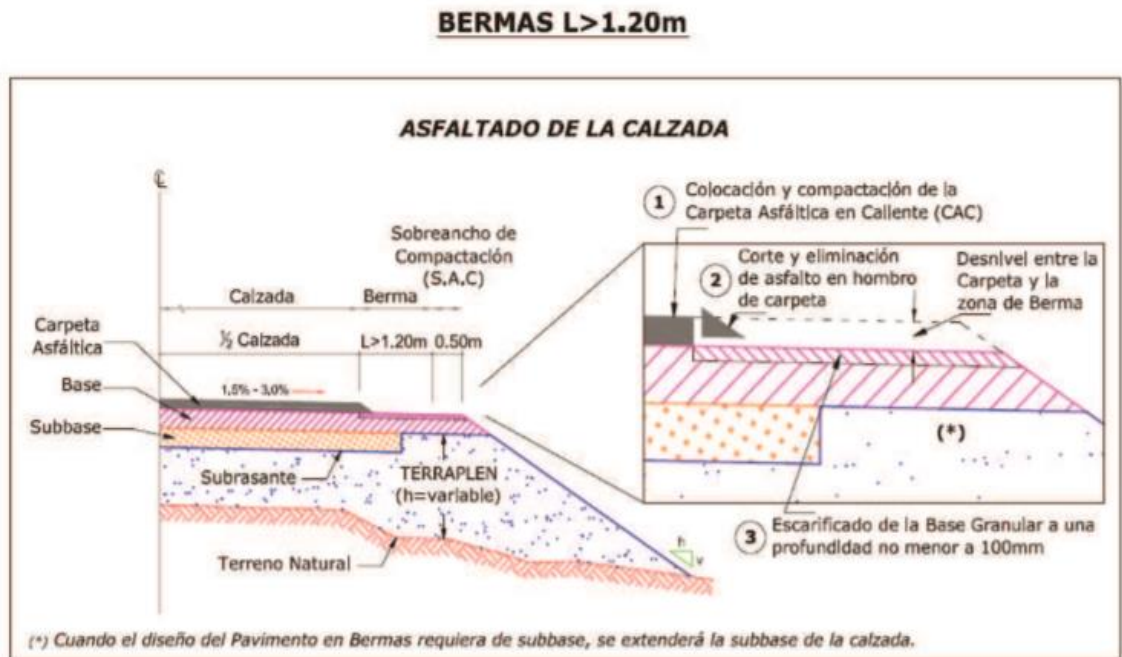
Figura 3: Bermas $L \leq 1.20\text{m}$



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

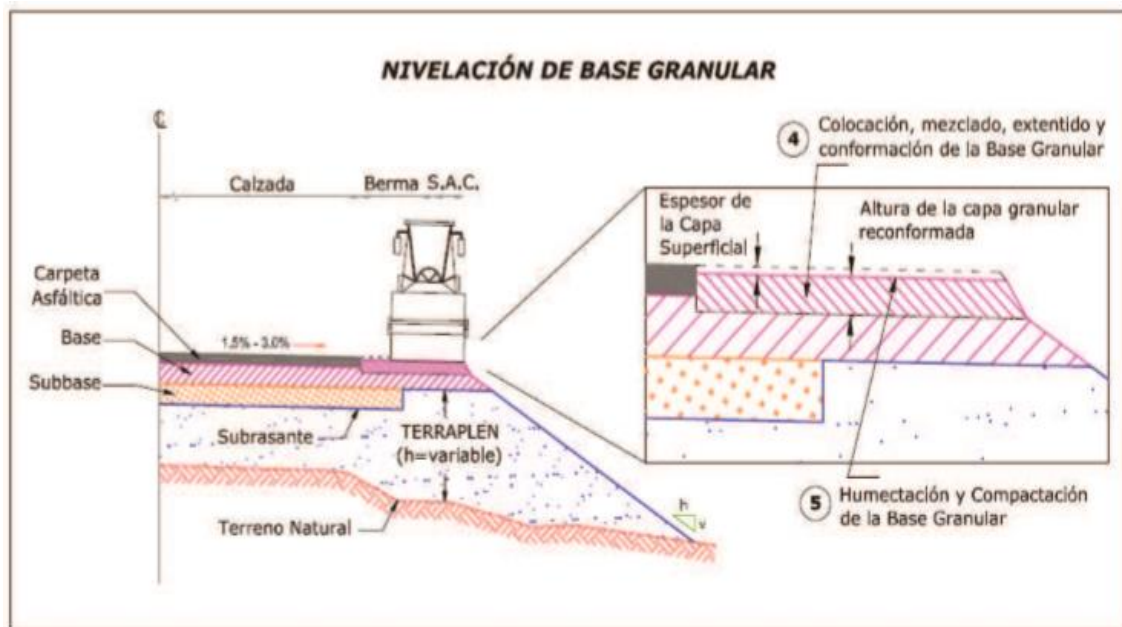
En bermas de ancho superior a 1.20 m, la estructura de la berma dependerá de la categoría del tráfico prevista para el pavimento y de la sección adoptada en esta. Para el cálculo de su número estructural de diseño, se utilizará el 5% del total de Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes para el carril 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 4: Bermas $L > 1.20m$



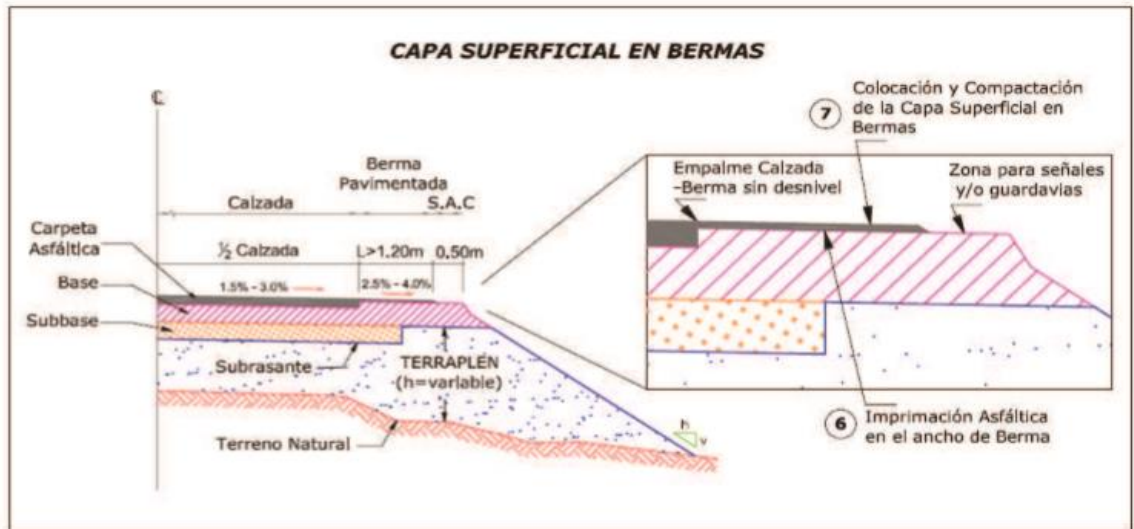
Fuente: Figura N°12.11 Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

Figura 5: Nivelación de Base Granular.



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

Figura 6: 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:

1. **DISEÑO.-** se define como el proceso previo de configuración mental, "prefiguración", en la búsqueda de una solución en cualquier campo. Utilizado habitualmente en el contexto de la industria, ingeniería, arquitectura y otras disciplinas creativas. (wikipedia, 2018)
2. **PAVIMENTO.-** Se llama pavimento al conjunto de capas de 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. (arqhy.com, 2012)

3. **ASENTAMIENTO HUMANO.-** es el lugar donde se establece una persona o una comunidad. El término asentamiento también puede referirse al proceso inicial en la colonización de tierras, o las comunidades que resultan. En rigor, el término "asentamiento" puede referirse tanto a una caverna ocupada temporalmente por nómadas en la época paleolítica o neolítica, hasta las megalópolis de nuestros días. (wikipedia, 2017)
4. **HUANCHACO.-** es un balneario histórico y una ciudad peruana⁵ ubicada a orillas del océano Pacífico en el Distrito de Huanchaco que integra el Área metropolitana de Trujillo en la Región La Libertad, actualmente forma parte de la "Ruta Moche".⁶ Es el balneario más visitado de la ciudad de Trujillo, 789 lugar donde los mochicas dieron origen al ceviche, plato de la gastronomía peruana de reconocimiento internacional. Durante el reinado de las culturas Moche y Chimú Huanchaco fue un importante puerto en la región. (wikipedia, 2017)
5. **SECTOR.-** Según definimos para la presente investigación, es una parte de espacio urbano, determinado por un límite la que divide del resto de otros espacios.
6. **TRUJILLO.-** es la capital del departamento peruano de La Libertad, es la tercera ciudad del Perú por población, alcanzando el año 2015 los 799 550 habitantes según proyecciones del INEI. (wikipedia, 2018)

CAPÍTULO 3. METODOLOGIA

3.1. VARIABLES

Se denomina pavimentos flexibles a aquellos cuya estructura total se deflecta o flexiona dependiendo de las cargas que transitan sobre él. El uso de pavimentos flexibles se realiza fundamentalmente en zonas de abundante tráfico como puedan ser vías, aceras o parkings.

Se realiza a base de varias capas de material. Cada una de las capas recibe cargas por encima de la capa. Cuando las supera la carga que puede sustentar traslada la carga restante a la capa inferior. De ese modo lo que se pretende es que poder soportar la carga total en el conjunto de capas. (urbanismo.com, 2010)

3.2 OPERALIZACION DE VARIABLES

variable	Definición conceptual	Definición operacional	dimension es	indicadores	Unidades/ítems	
DISEÑO DE PAVIMENTOS	Conjunto de capas de material selecciona do sobre el terreno nivelado, para mejorar la resistencia y servir para la circulación de vehículos.	Recibe en forma directa las cargas de tránsito y las trasmites a los estratos inferiores en forma disipada, que permita el tráfico más seguro y confortable, en las calles 4,5 y 6 del asentamiento humano de las lomas sector I – Huanchaco.	Estudio topográfico o de suelos	Hallar medidas horizontales y Perfiles longitudinales y secciones transversales	metros	
				Límite de consistencia análisis granulométrico	de ASHTO Tamizado	
				contenido de humedad	Determinar la cantidad de agua. ASTM-D2216	
				Clasificación de suelos CBR	SUCS Porcentaje	
				Estudio de trafico	Tabla de relación de vehículos según el tipo y cantidades	Unidades
				Diseño geométrico del pavimento	Diseño de sección transversal	Peralte, calzada, bermas
					Diseño de curvas horizontales	Radio de curvatura Numero de curva
					Diseño vertical	Pendientes máximas
				Calculo estructural	Espesor de base	centímetros

del pavimento	Espesor de subbase Espesor de asfalto	
Estudio de señalización	Señales: Horizontal vertical	(R-1), (R-30)(P-48), (P-49)(R-1), (R-30)

3.3 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION

Este trabajo de investigación es no experimental, porque no ha sido manipulada la variable, al mismo tiempo es descriptivo porque va a describir el impacto en los pobladores de la ciudad de Huanchaco en el periodo 2018.

3.4 UNIDAD DE ESTUDIO

Calles 4,5 y 6 del asentamiento humanos, sector i

3.5 POBLACION

Son todas las calles del sector I de las Lomas, distrito de Huanchaco

3.6 MUESTRA

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

3.7 TÉCNICAS

La observación porque podemos ver la realidad y ver la problemática que se presenta en la zona

3.8 INSTRUMENTOS PROPUESTOS Y PROCEDIMIENTO DE TOMA DE DATOS.

Guía de Observación: para levantamiento de datos de estudio de tráfico y estudio de Suelos

Cuadernos para el levantamiento de datos topográficos. Registramos todos los detalles que se pudo observar del lugar y en el estado que se encuentra la zona.

Odómetro manual. Medimos las distancias para tener una referencia y datos del tramo que íbamos a trabajar

Conos de seguridad.- para impedir que lo vehículos circulen en el momento de la inspección

Cámara fotográfica.- evidencias la realidad de la zona.

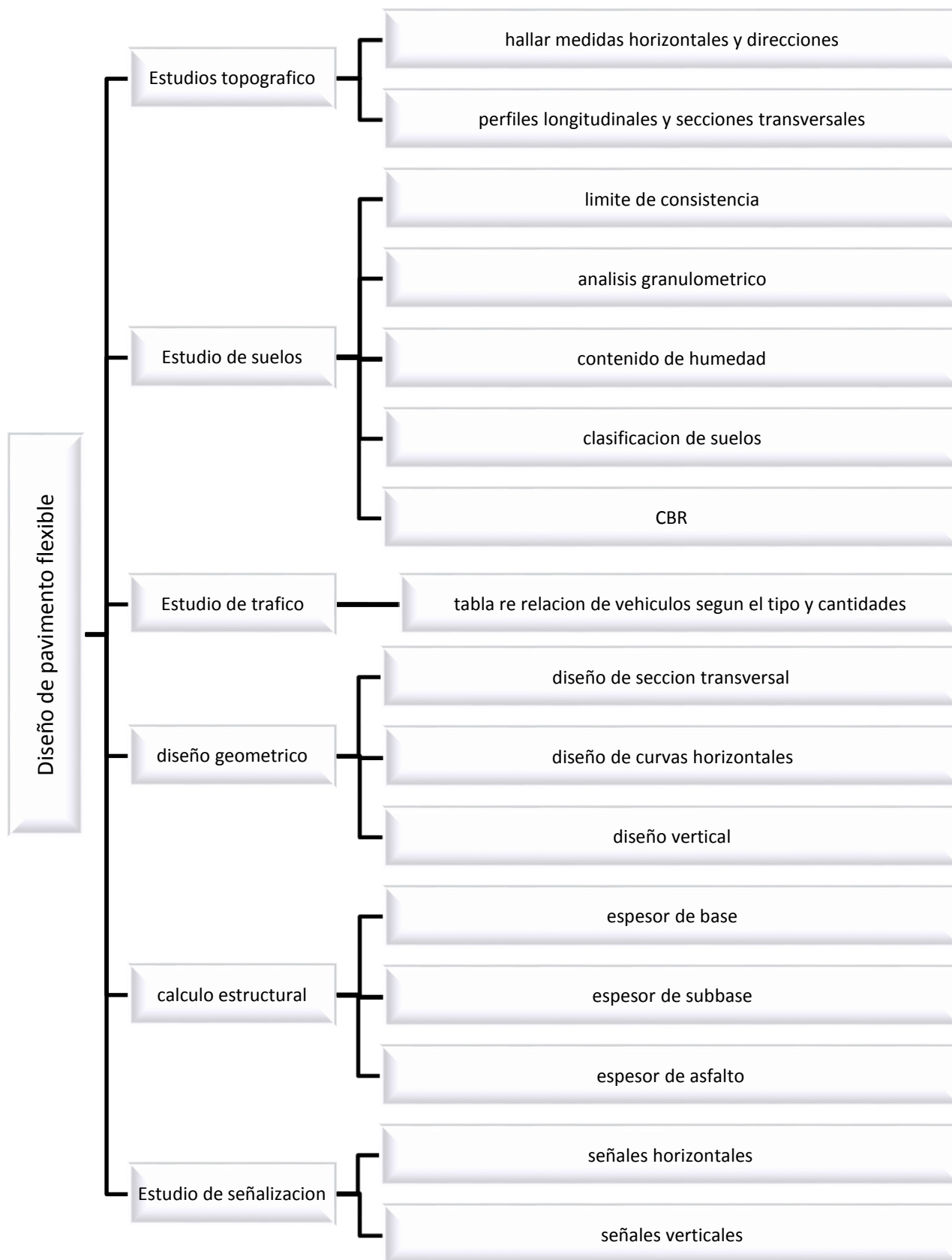
3.9 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS

4.6.1 MÉTODO

el método que utilizamos es de estadística descriptiva, porque describe los detalles que se presenten y poder organizar la información para poder realizar un buen trabajo.

4.6.2 PROCEDIMIENTO

Se recolectarán los datos de campo utilizando las guías de observación y luego en gabinete se procederá al diseño de pavimento para lo cual se trabajará con programas Excel para cálculos y hallar los datos reales, AutoCAD para realizar las secciones transversales, curvas horizontales y verticales, también para redactar el informe se usará Word. El procedimiento general se describe en el gráfico en continuación y cumple con todas las recomendaciones de la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos.



CAPÍTULO 4. PROPUESTA DE APLICACIÓN PROFESIONAL.

4.1. Aspectos físicos territoriales.

4.1.1. Datos Generales.

El tramo de estudio es las calles 4, 5 y 6 del asentamiento humano Las Lomas Sector I, distrito de Huanchaco - Trujillo - La Libertad, 2018”

4.1.2. Ubicación política.

Tabla 18: ubicación del proyecto

Departamento	:	La Libertad
Provincia	:	Trujillo
Distrito	:	Huanchaco
Zona de Estudio	:	Las Lomas Sector I.
Región Geográfica:	Costa (x) Sierra () Selva ()	

Fuente: elaboración propia

Figura 7: Ubicación del proyecto Departamento La Libertad - Provincia de La Libertad - Distrito Huanchaco – Las Lomas Sector I.



Fuente: Google

Figura 8: Localización geográfica de las lomas, distrito de huanchaco en la provincia de Trujillo



Fuente: Google Earth.

4.1.3 Vías de acceso

La vía de acceso al proyecto, se realiza mediante transporte terrestre (bus o combi) desde el distrito de Trujillo hasta la localidad del A.A.H.H. Las Lomas I, la carretera cuenta con doble vía que parte desde la AV. Mansiche hasta huanchaco. en todo este tramo la carretera se encuentra pavimentada.

4.1.4. Información general del proyecto

4.1.4.1 Población beneficiada

Los pobladores de la localidad del A.A.H.H Las Lomas Sector I. con una cantidad de 2158 Habitantes. Ya que transitan por ahí para ir a Huanchaco.

4.1.4.2 Viviendas

Los materiales que se emplean en la construcción de sus viviendas son de material noble, con cobertura de techo aligerado y en su mayoría son de un piso. Están agrupadas por manzanas las viviendas del Sector I.

4.1.4.3 Economía y producción

La economía de la población depende principalmente de la 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

El área donde se ubica el proyecto tiene un clima templado caluroso en los meses de diciembre hasta abril, el resto del año es templado de mayo a noviembre.

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

b. Topografía y geología

La topografía de la localidad 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 proyecto en estudio: **PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LAS CALLES 4,5 Y 6 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I, DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD,2018.**

Se realizó el Estudio Topográfico municiono en el área de influencia del proyecto; con el fin de determinar las características en planta y elevación más resaltantes de la zona.

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.

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 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.

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

a. Recopilación de 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 denominado “Propuesta del diseño de pavimento flexible para las calles 4,5 y 6 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 $T_p = 0.60\text{seg}$

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

(e) Factor de Amplificación Sísmica (C)

Se calculará en base a la siguiente expresión:

$$C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$C \leq 2.5$$

Para T = Periodo de Vibración de la Estructura = H/Ct

(f) Categoría de la Edificación

B

(g) Factor de Uso

U = 1.30

(h) La Fuerza horizontal o cortante basal, debido a la acción sísmica se determinará por la fórmula siguiente:

Para:

$$V = \frac{Z * U * S * C * P}{R}$$

V = CORTANTE BASAL

Z= FACTOR DE ZONA

U= FACTOR DE USO

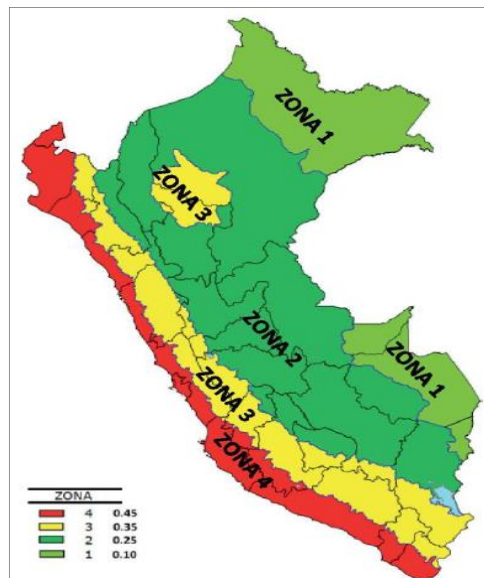
S= FACTOR DE AMPLIFICACION DEL SUELO

C= FACTOR DE AMPLIFICACION SISMICA

R =COEFICIENTE DE REDUCCION

P= PESO DE LA ESTRUCTURA

Figura 9: 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 1.50 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 3 perfil estratigráfico del terreno, que se detalla a continuación.

CALICATA C -1: (Calle 04)

ESTRATO E-1 / profundidad 0.00 – 0.25 m. Estrato de arena contaminada suelta

ESTRATO E-2 / profundidad 0.25 – 1.50 m. Estrato compuesto por: Arena fina pobremente mal graduada sin plasticidad, con 0.97% 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-1-b (0)". Con una humedad natural de 0.73%. Máxima densidad seca de 2.070 gr/cm³, un óptimo contenido de humedad 8.60%.

CALICATA C -2: (Calle 05)

ESTRATO E-1 / profundidad 0.00 – 0.15 m. Estrato de arena contaminada suelta

ESTRATO E-2 / profundidad 0.15 – 1.50 m. Estrato compuesto por: Arena fina mal graduada sin plasticidad, con 2.95% de finos que pasa la malla N^a 200. Estrato color crema. 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 0.73%. Máxima densidad seca de 1.975 gr/cm³, un óptimo contenido de humedad 10.90%.

CALICATA C -3: (Calle 06)

ESTRATO E-1 / profundidad 0.00 – 0.20 m. Estrato de relleno con residuos de desmonte (tierra de chacra, residuos de ladrillo y concreto)

ESTRATO E-2 / profundidad 0.20 – 1.50 m. Estrato compuesto por: Arena gruesa pobremente graduada sin plasticidad, con 1.06% de finos que pasa la malla N^a 200. Estrato 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 0.95%. Máxima densidad seca de 2.00 gr/cm³, un óptimo contenido de humedad 8.40%.

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 04)

Máxima densidad Seca gr/cm3	2.070
Óptimo Contenido de Humedad %	8.60

CALICATA C -2/E-2: (Calle 05)

Máxima densidad Seca gr/cm3	1.975
Óptimo Contenido de Humedad %	10.90

CALICATA C -3/E-2: (Calle 06)

Máxima densidad Seca gr/cm3	2.00
Óptimo Contenido de Humedad %	8.40

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: (Calle 04)

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

METODO DE COMPACTACION: ASTM
D1557

100% Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	2.080
95% Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.976
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.60%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	41.70%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	32.20%

CALICATA C-2/ E-2: (Calle 05)

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

METODO DE COMPACTACION: ASTM
D1557

100% Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.975
95% Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.876
ÓPTIMO Contenido de Humedad	10.90%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	37.00%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	26.80%

CALICATA C-3/ E-2: (Calle 06)

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

METODO DE COMPACTACION:	ASTM D1557
100% Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	2.000
95% Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.900
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.40%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	28.60%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	21.88%

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. Según los resultados del estudio de la zona, 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 por debajo de este nivel, 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. De acuerdo a la capacidad portante, condiciones de trafico, será diseñado el espesor del pavimento flexible.
4. 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.
5. Se debe eliminar el material contaminado, encontrado en el estrato superior y reemplazarlo por material de mayor calidad; acorde con las especificaciones del MTC.
6. 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 (T_p) : 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 poisson (μ) : 0.30
- g). Coeficiente Modulo de elasticidad (E) : 500.00 Kg. /cm².

7. 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.

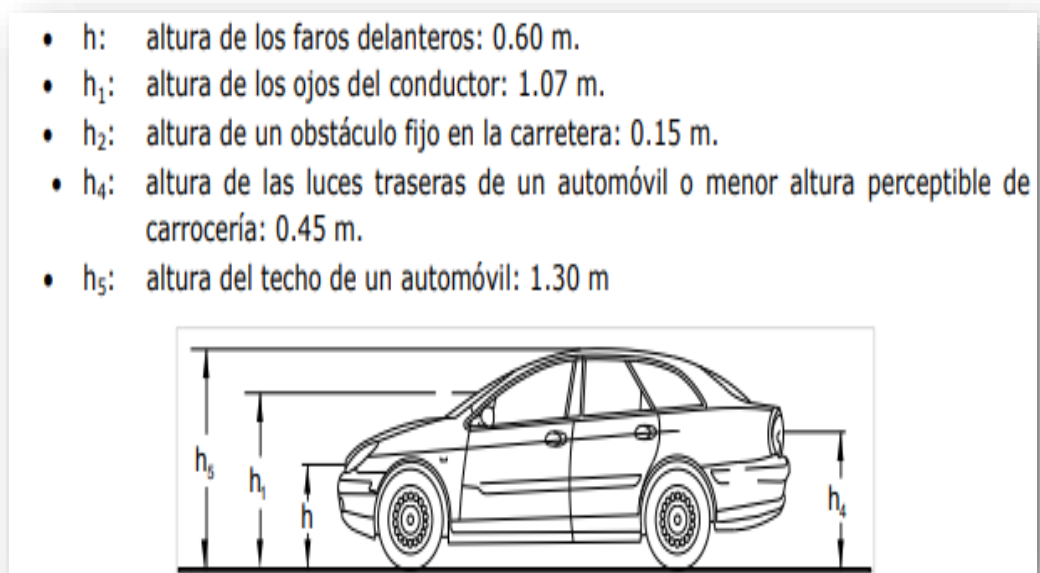
La longitud y el ancho de los vehículos ligeros no intervienen en el diseño, salvo que se trate de una vía en que no circulan camiones, situación poco probable en el diseño de carreteras.

Se presentan las siguientes dimensiones:

Ancho : 2.10 m.

Largo : 5.80m.

Figura 10: Vehículos ligeros.



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

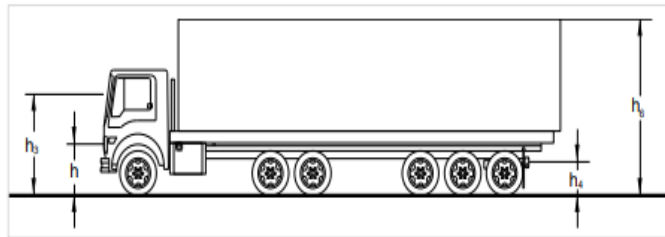
b. Vehículos pesados.

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 11: Vehículo pesado.

- h : altura de los faros delanteros: 0.60 m.
- h_3 : altura de ojos de un conductor de camión o bus, necesaria para la verificación de visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo estructuras: 2.50 m.
- h_4 : altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0.45 m.
- h_6 : altura del techo del vehículo pesado: 4.10 m



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

1.3. Estudio de la Demanda de Transito

1.3.1. 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 19/02/18 y culminó el 25/02/18 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 las calles 4,5 y 6 del Asentamiento Humano Las Lomas Sector I.

Figura 12: Ubicación del punto de conteo vehicular.



Fuente: Diseño del autor

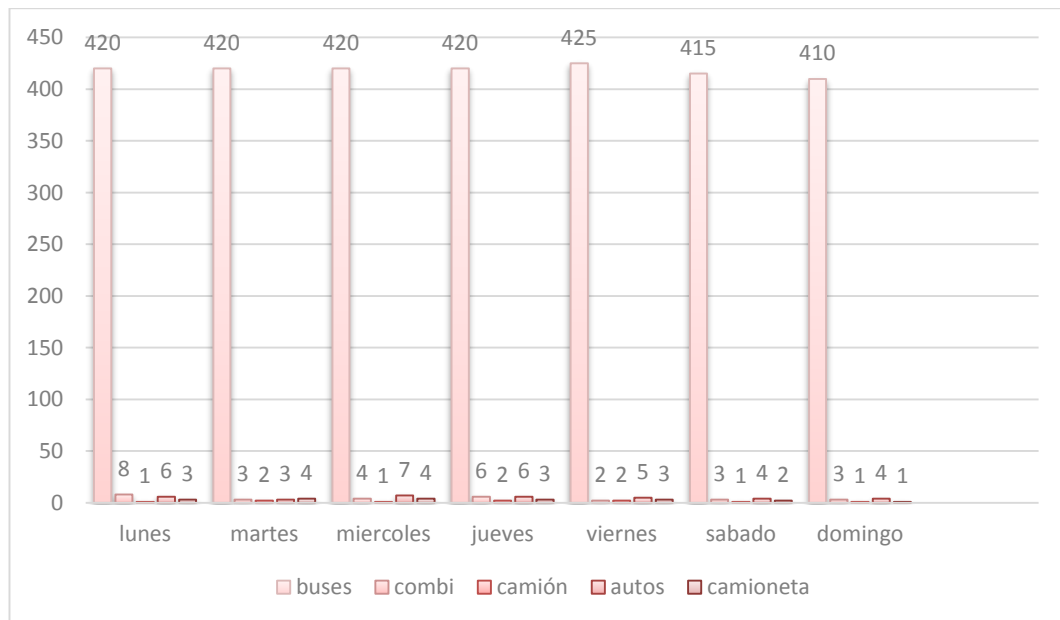
Tabla 20: Determinación del tránsito actual.

RESULTADOS DEL CONTEO DE TRÁFICO: LAS CALLES 4,5 Y 6							
MES:	FEBRERO						
TIPO DE VEHICULO	L	M	M	J	V	S	D
Buses	420	420	420	420	425	415	410
Combi	8	3	4	6	2	3	3
Camión	1	2	1	2	2	1	1
Autos	6	3	7	6	5	4	4
Camioneta	3	4	4	3	3	3	1
TOTAL	438	432	436	437	437	425	419

Fuente: Elaboración propia.

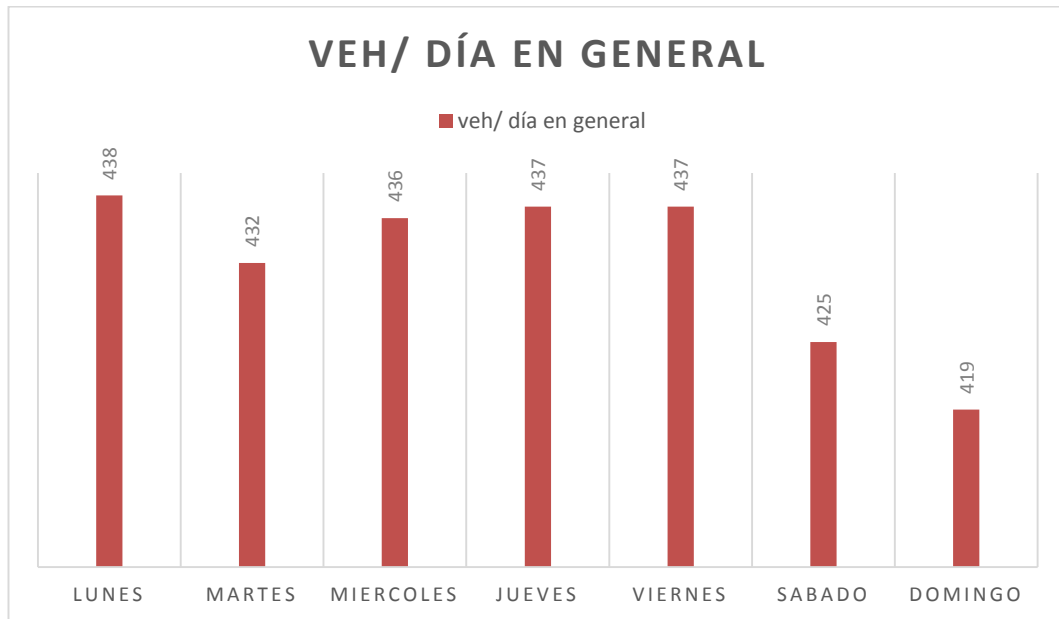
De los datos obtenidos, se puede deducir que el mayor volumen de tráfico se presenta los días de lunes a viernes y el de menor volumen de tráfico se presenta el día domingo.

Figura 13: Número de veh/día



Fuente: diseño del autor

Figura 14: Número de veh/día general.



Fuente: diseño del autor

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

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.

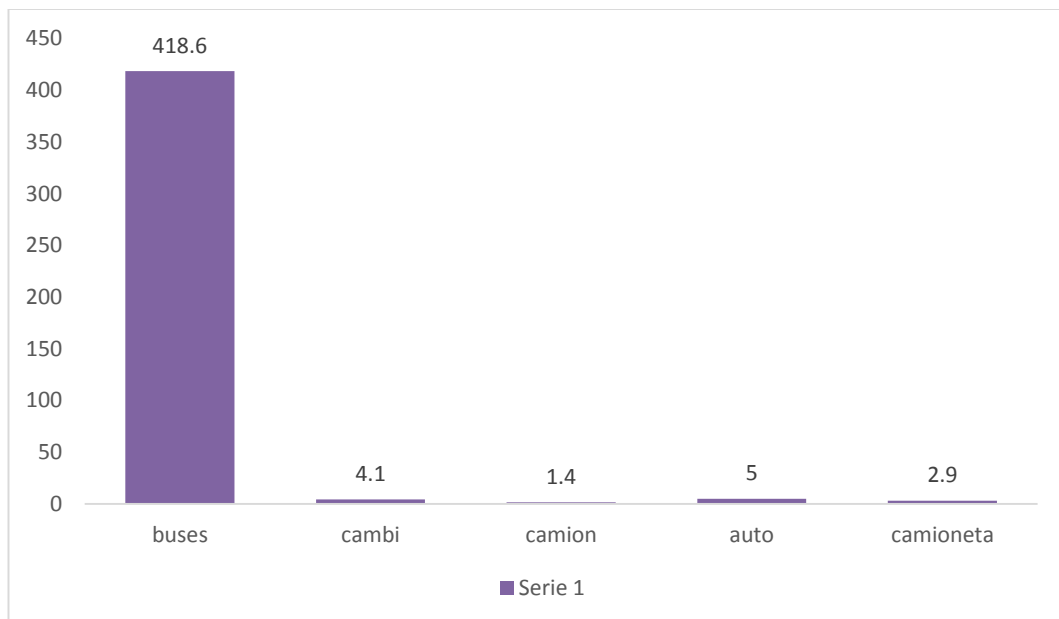
FC = Factores de Corrección Estacional.

Tabla 21: Determinación del tráfico actual.

TRAFICO ACTUAL POR TIPO DE VEHÍCULO		
TIPO DE VEHÍCULO	IMD	DISTRIBUCCÓN (%)
Buses	418.6	4,186
Combi	4.1	41
Camión	1.4	14
Autos	5	50
Camioneta	2.9	29
IMD	432	4320

Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Trafico actual por tipo de vehículo.



Fuente: Elaboración propia

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 Tránsito, 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 (pi)

- 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:

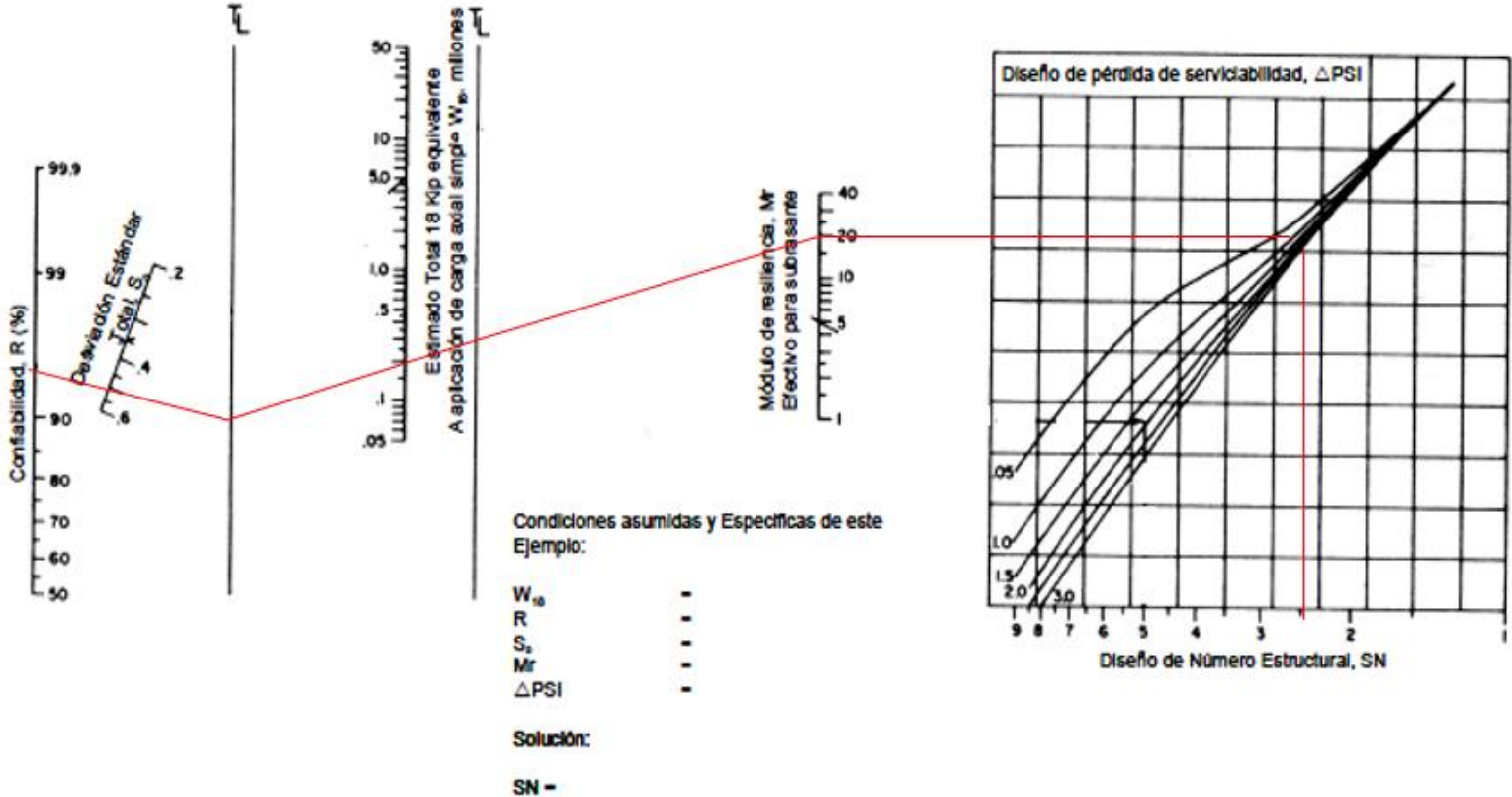
- (1) El tránsito futuro estimado, W_{18} para el período de diseño.
- (2) La desviación estándar total S_D .
- (3) El módulo resiliente efectivo del material del suelo de fundación M_R , y
- (4) La pérdida de serviciabilidad de diseño, $\Delta PSI = p_i - p_t$.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \cdot x S_0 + 9.36 \cdot \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Tabla 26: Diseño de Número Estructural

SN = 2.5

Diseño de Número Estructural



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

DETERMINANDO EL ESPESOR DE LA CAPA DE RODADURA

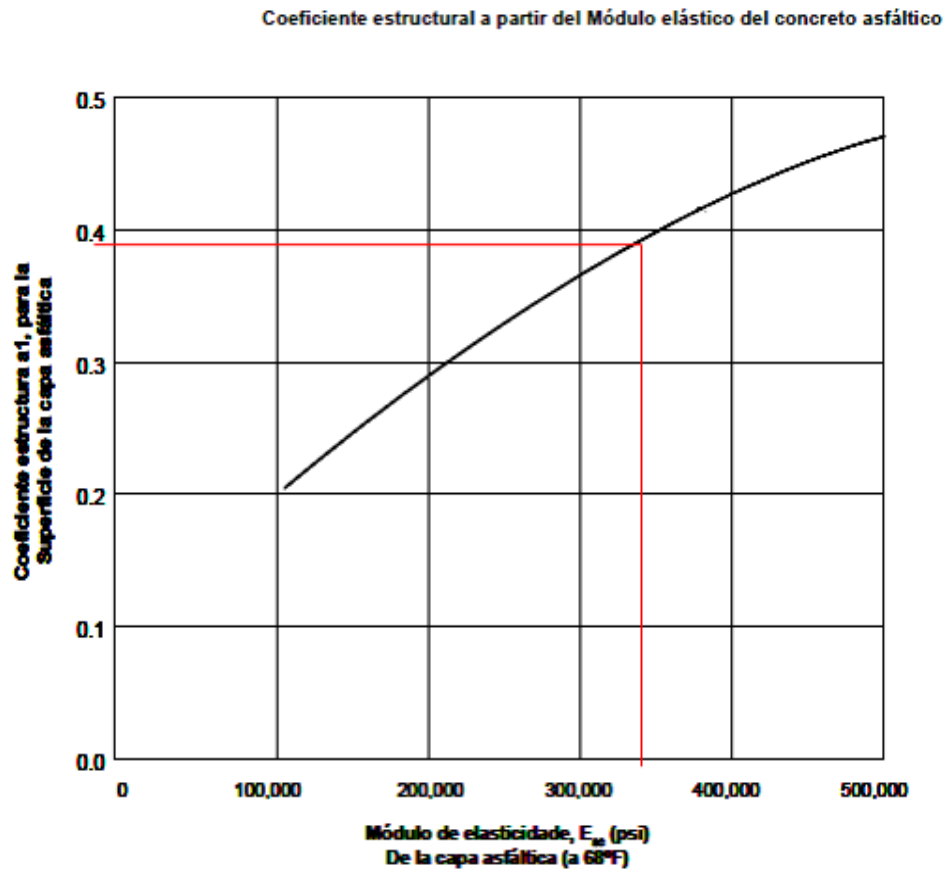
Donde:

E_{ac} = Módulo de Elasticidad del Concreto Asfáltico

$E_{ac} = 350,000$ (psi)

* $a_1 = 0.397$

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



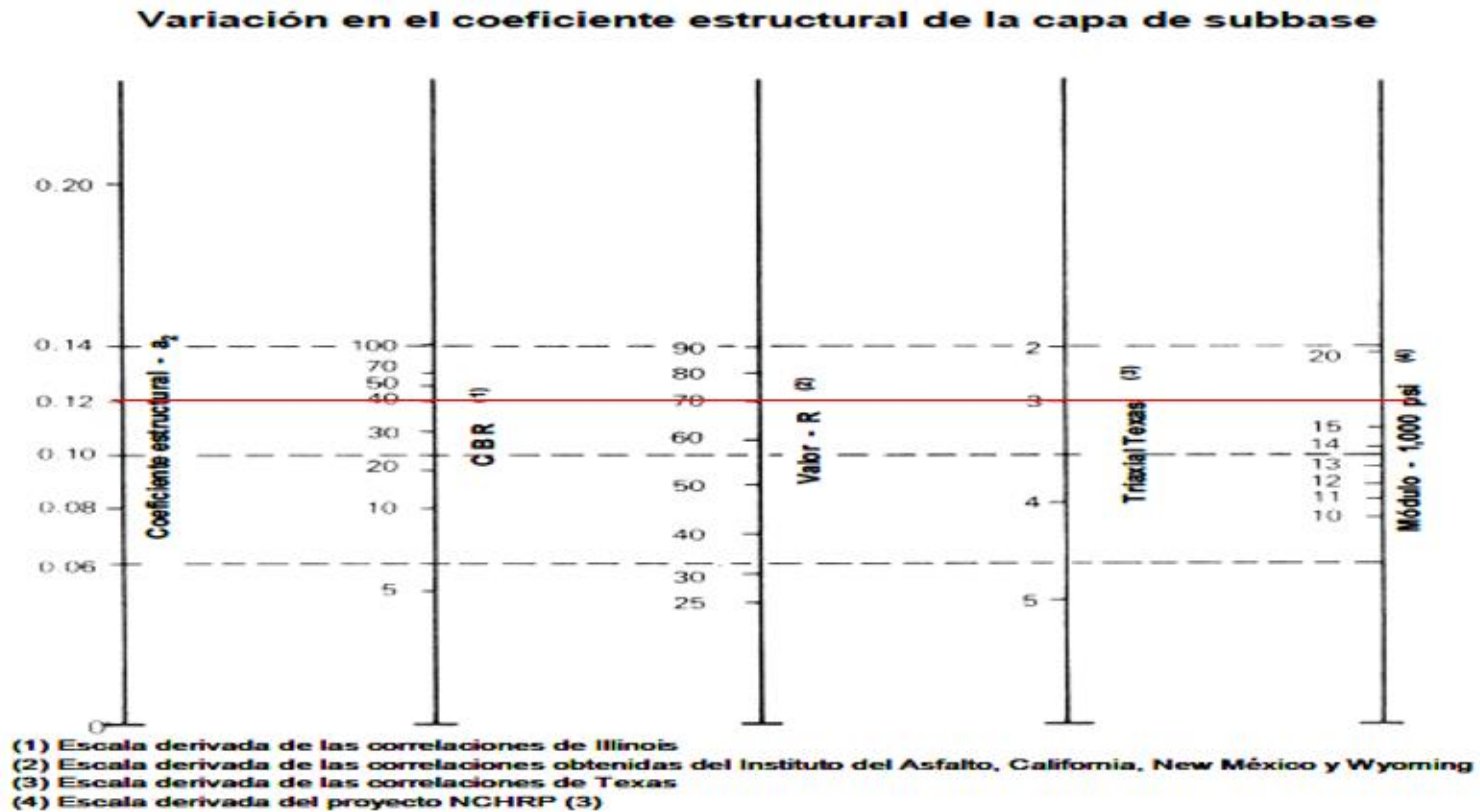
Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1,993

DETERMINANDO EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA SUB BASE

CANTERA DE HUANCHACO: CBRAL 95% (HORMIGON = 42.50)

* $a_2 = 0.122$

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



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

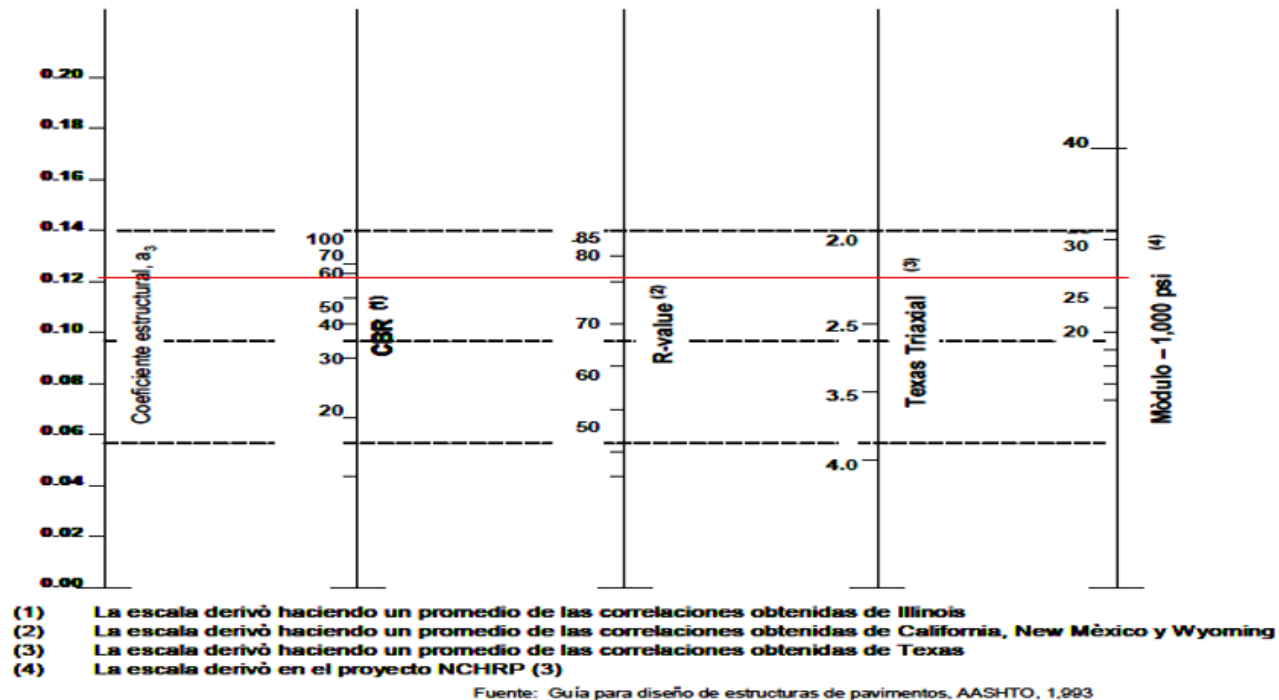
DETERMINANDO EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE

Donde:

CANTERA LA SOLEDAD: CBRAL 95% (AFIRMADO = 59.50)

* $a_3 = 0.117$

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



6. 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:

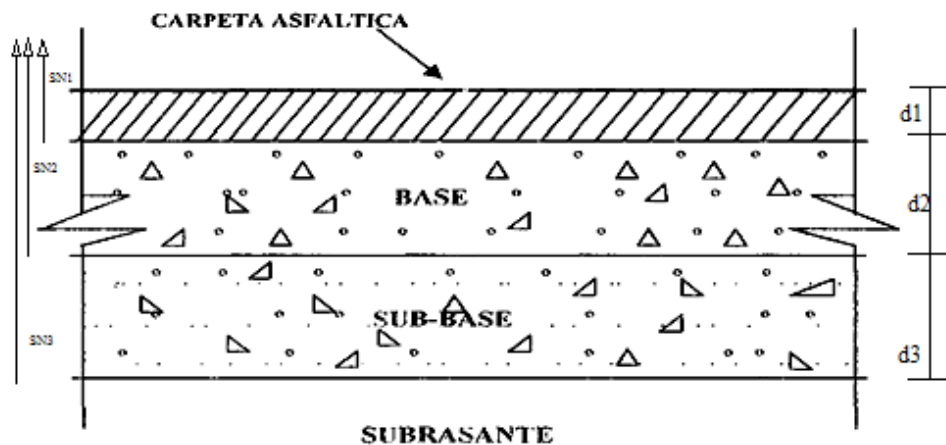
a₁, a₂, a₃ = Coeficientes de capa respectivos de la superficie, base y sub-base respectivamente.

D₁, D₂, D₃ = Espesores reales en pulgadas de las capas de superficie, de base y sub-base respectivamente,

m₂, m₃ = 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)	425,354	
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 (m3)	0.08	0.22

B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

Base (m2)	1.00
Subbase (m3)	1.00

NÚMERO ESTRUCTURAL

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN_{TOTAL})
 NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO C.A. (SN₁)
 NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO BASE (SN₂)
 NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO S.BASE (SN₃)

SN REQUERIDO
2.04
2.20
-0.26
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 f(SN)	AJUSTAR VALOR	

ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO (AASHTO SIMPLIFICADO)

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

H (cm)	SN	SN REQUERIDO
5	1.04	
15	0.30	
25	0.79	
Total	2.12	2.04

SN =	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.

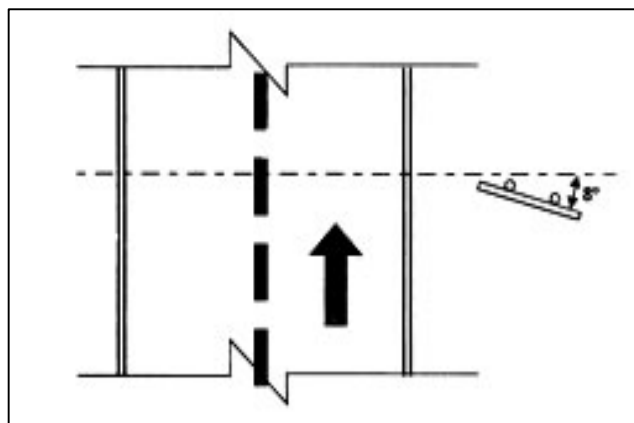
Las dimensiones de las señales preventivas deberán tener las siguientes medidas: En Carreteras, avenidas y calles: 0.60m x 0.60m .Se ubicarán a la derecha en ángulo recto frente al sentido de circulación en general las distancias recomendadas son:

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.

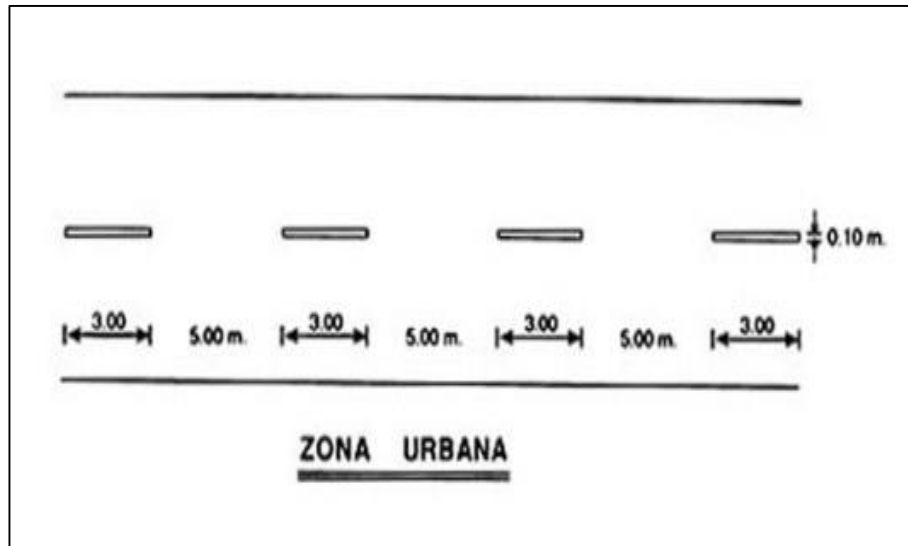
Se recomienda el marcado de la línea central en todas las calzadas de dos o más carriles de circulación que soportan tránsito en ambos sentidos sin separador central, cuyo volumen de tránsito sea significativo y cuando la incidencia de accidentes lo ameriten.

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

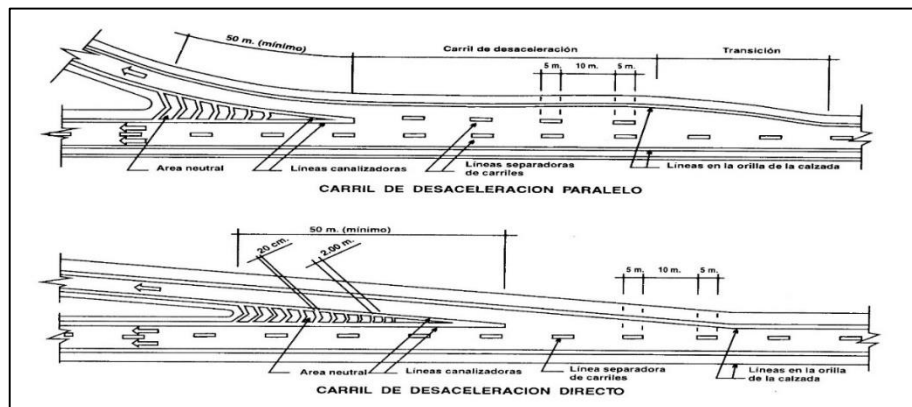
VELOCIDAD DIRECTRIZ (Km/h)	DISTANCIA MÍNIMA DE VISIBILIDAD PARA ADELANTAR (m)
40	150
60	180
80	250
100	320
120	400

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

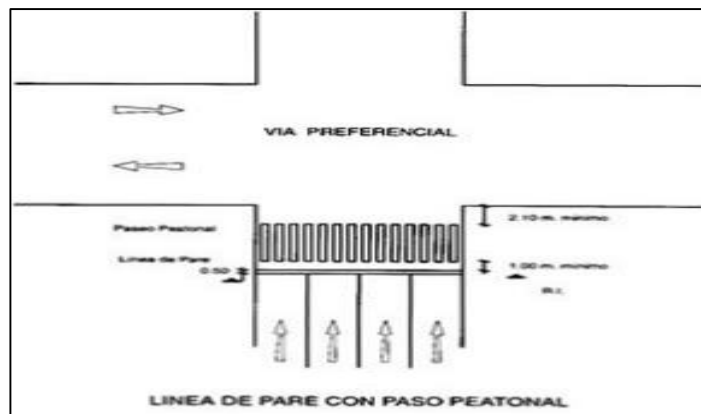
d. Líneas de «pare»

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 las calles 4,5 y 6 **Las Lomas Sector I** distrito de Huanchaco – Trujillo – La Libertad – 2018, se ha determinado lo siguiente:

- i. Con el estudio topográfico realizado, permitió la elaboración de los planos de secciones transversales, perfiles y señalización.
- ii. Los espesores para la estructura del pavimento afirmado se ha diseñado de acuerdo a la capacidad de soporte del suelo, que se obtuvo del estudio de Suelos. Se hicieron 3 calicatas.
- iii. En el estudio de tráfico, se deduce que el mayor volumen de tráfico se presenta en los días de lunes, a viernes, un tráfico estimado desde (432 a 438) y el de menor volumen de tráfico se presenta el día domingo con tráfico de 419 veh/día.
- iv. 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. Se ha determinado un espesor de pavimento de 5 cm de asfalto, 15 cm de base y 25cm de subbase.

CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES

- i. La estructura del presente proyecto deberá realizarse con la calidad de los materiales granulares de la base y sub-base, siguiendo las consideraciones y especificaciones propuestas, para lograr un funcionamiento eficiente durante el periodo de vida de diseño.
- ii. Para diseños estructural de pavimentos flexible, se recomienda utilizar el método AASHTO, por ser uno de los métodos más generalizado de uso actual en el país y de reconocimiento internacional
- iii. Compactar la sub rasante al 100% de la máxima densidad seca encontrada con el ensayo de proctor modificado como mínimo y que el tamaño del agregado grueso sea como máximo de 2". Y para la sub-base y base el tamaño de agregado grueso sea como máximo de $\frac{3}{4}$ "

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

arqhy.com. (diciembre de 2012). Obtenido de <http://www.arqhys.com/contenidos/pavimento-concepto.html>

Avila Carrion Nelson Evedaldo. (15 de noviembre de 2016). UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO. Obtenido de <http://repositorio.uprit.edu.pe/bitstream/handle/UPRIT/33/AVILA%20CARRION%20NELSON%20EVEDALDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

banco mundial. (6 de abril de 2017). Obtenido de <http://www.bancomundial.org/es/topic/transport/overview>

bbc mundo. (10 de junio de 2015). Obtenido de http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150609_economia_mejores_peores_carreteras_if

ecu red. (09 de enero de 2015). Obtenido de https://www.ecured.cu/Infraestructura_vial

Garcia Paredes Abilio Lincolnd. (2015). UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - PERU. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5562>

gobierno regional de la libertad. (6 de marzo de 2017). Obtenido de <http://www.regionlalibertad.gob.pe/noticias/nacionales/7019-la-libertad-tiene-el-22-de-sus-carreteras-pavimentadas>

Guevara Alfaro Marco Antonio. (12 de octubre de 2017). UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO. Obtenido de <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/17>

Humpiri Pineda Katia. (2015). universidad andina "Nestor Caceres Velasquez". Obtenido de <http://repositorio.uancv.edu.pe/bitstream/handle/UANCV/426/P31-003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

La nacion. (5 de enero de 2018). Obtenido de <http://www.lanacion.com.ar/2098317-transportes-en-el-mundo-que-ciudades-tienen-los-sistemas-mas-eficientes-y-en-que-lugar-se-encuentra-la-argentina>

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

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"

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

MTC. (2014). MANUAL DE CARRETERAS DISEÑO GEOEMTRICO DG-2014.

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

peru 21. (4 de julio de 2017). Obtenido de <https://peru21.pe/economia/89-9-carreteras-pavimentadas-nivel-departamental-85563>

Sanchez Chavez Adolfo Emilio. (12 de noviembre de 2016). universidad privada de trujillo. Obtenido de <http://repositorio.uprit.edu.pe/bitstream/handle/UPRIT/49/SANCHEZ%20CHAVEZ%20ADOLFO%20EMILIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Suarez Lopez Javier Steven. (29 de 06 de 2017). universidad militar nueva grande . Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/16554>

Tapia Sanchez, L., & Bautista Vega, R. P. (2015). "DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO, VEREDAS Y DRENAJE FLUVIAL, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DE LA LOCALIDAD DE COLCAMAR, DISTRITO DE COLCAMAR - PROVINCIA DE LUYA - REGION DE AMAZONAS - 2015". LAMBAYEQUE.

wikipedia. (12 de octubre de 2017). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Asentamiento>

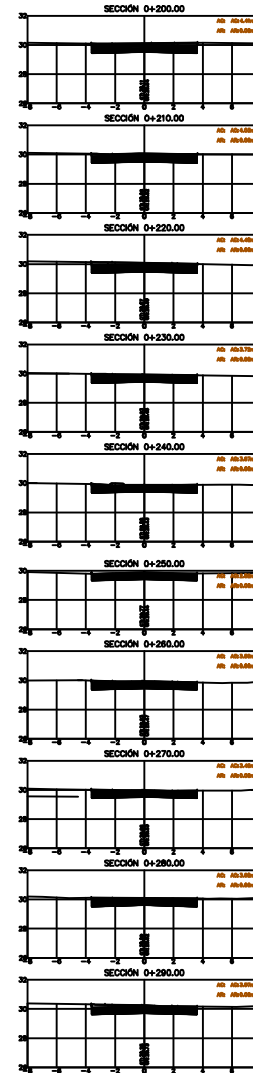
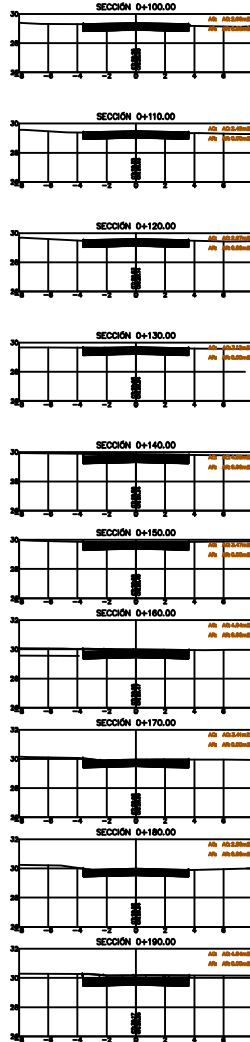
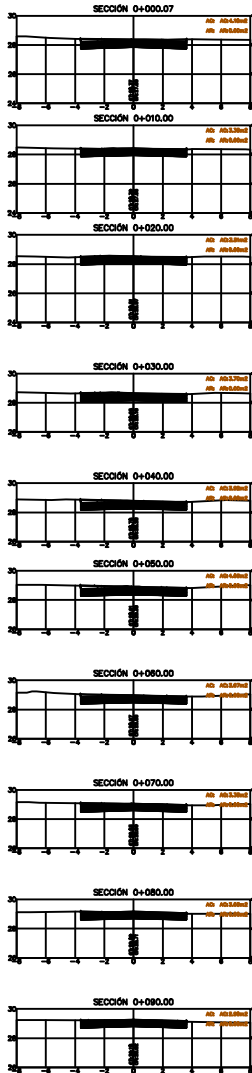
wikipedia. (23 de noviembre de 2017). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Huanchaco>

wikipedia. (30 de enero de 2018). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o>

wikipedia. (4 de enero de 2018). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Trujillo_\(Per%C3%BA\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Trujillo_(Per%C3%BA))

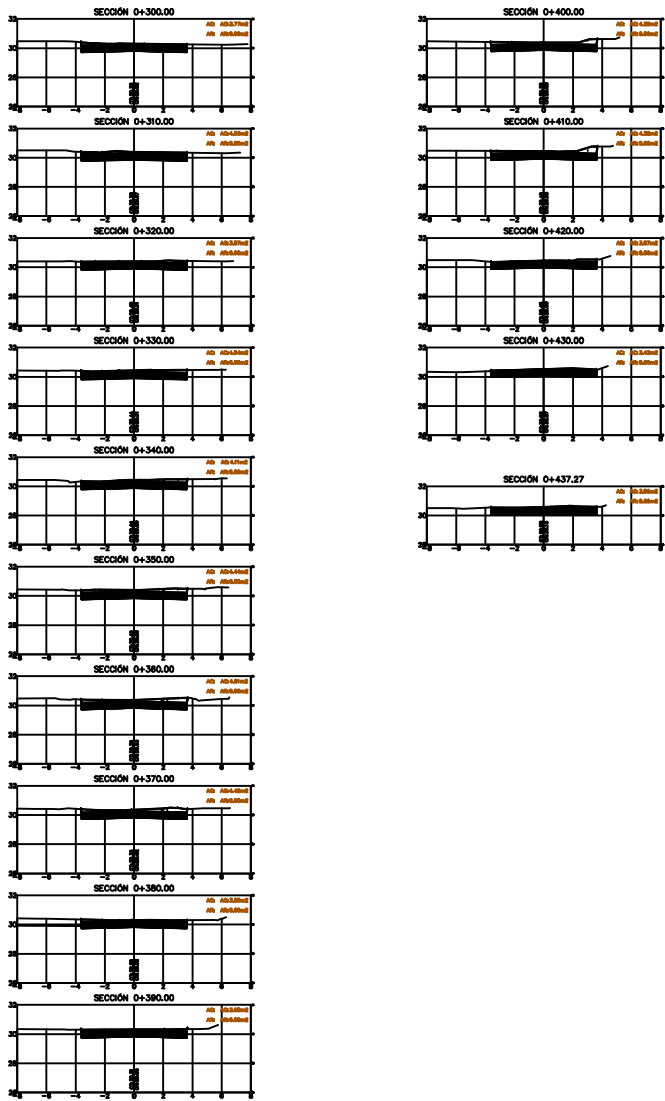
PLANOS

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 4
ESC. 1:50



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO	
PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LAS CALLES 4, 5 Y 6 DEL ASIENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR 1, DISTRITO DE HUANCAYO, TRUJILLO, LA LIBERTAD, PERÚ	
FECHA: 11/06/2018	HOJA: 1 / 150
PROYECTISTA: ING. ALBERTO RAMÍREZ	SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 4
ESCALA: 1:50	ST-01

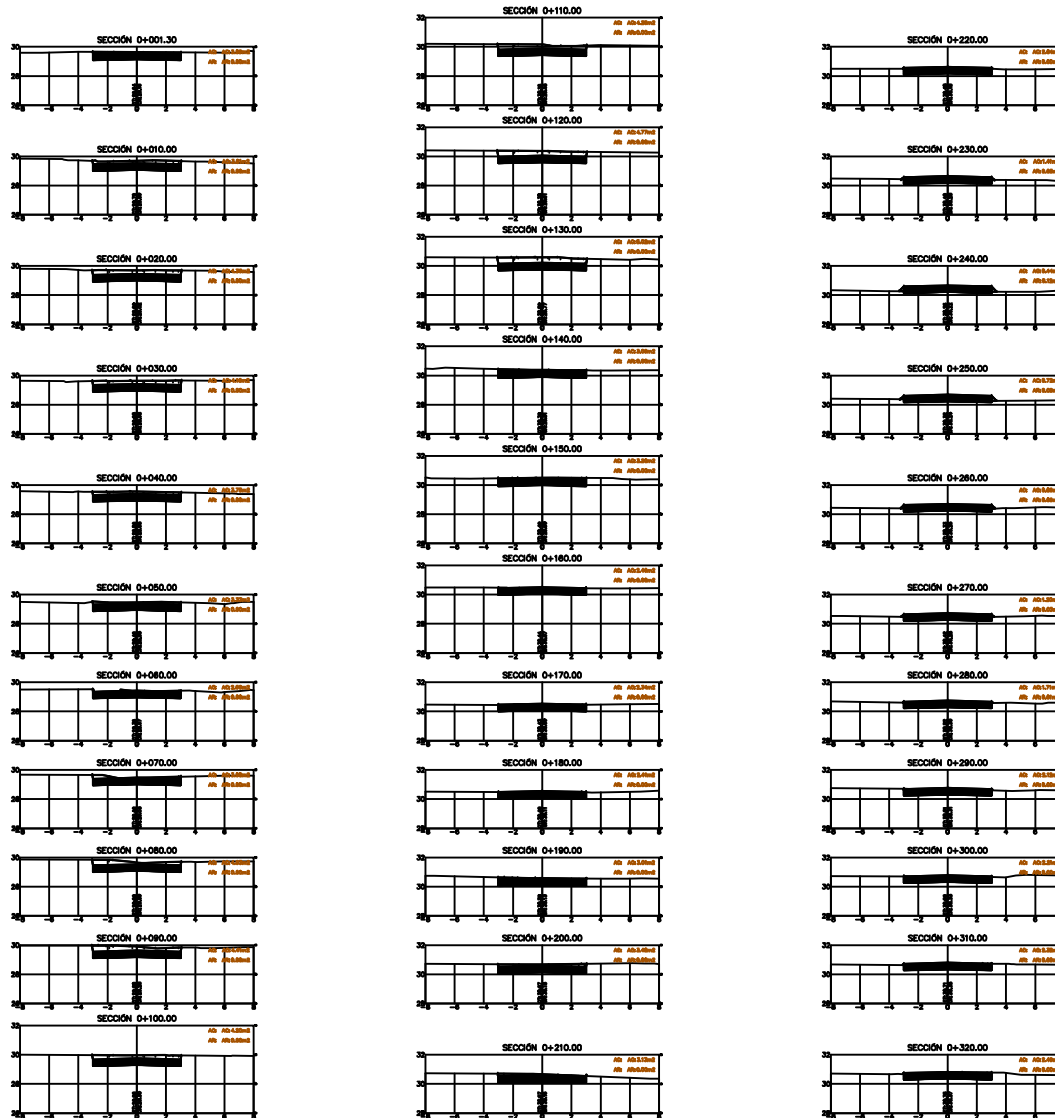
SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 4
ESC. 1-150



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	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	0.00	3.35	0.00	36.99	0.00	36.99	36.99
0+020.00	0.00	3.51	0.00	34.31	0.01	71.29	71.29
0+030.00	0.00	3.70	0.00	36.03	0.01	107.33	107.33
0+040.00	0.00	3.82	0.00	36.11	0.01	145.44	145.43
0+050.00	0.00	4.05	0.00	39.86	0.01	185.30	185.29
0+060.00	0.00	3.67	0.00	38.59	0.01	223.89	223.88
0+070.00	0.00	3.35	0.00	35.10	0.01	258.99	258.98
0+080.00	0.00	3.03	0.01	31.91	0.02	290.91	290.88
0+090.00	0.00	2.90	0.02	29.69	0.04	320.59	320.55
0+100.00	0.00	2.66	0.03	27.64	0.07	348.43	348.37
0+110.00	0.00	2.49	0.03	25.75	0.10	374.18	374.08
0+120.00	0.00	2.67	0.01	27.28	0.12	401.46	401.34
0+130.00	0.00	3.12	0.00	30.47	0.12	431.93	431.81
0+140.00	0.00	4.09	0.00	36.05	0.12	467.98	467.86
0+150.00	0.00	3.47	0.01	37.79	0.13	505.77	505.64
0+160.00	0.00	4.04	0.01	37.57	0.13	543.34	543.20
0+170.00	0.00	3.41	0.00	37.28	0.13	580.62	580.49
0+180.00	0.00	2.50	0.00	26.55	0.13	610.17	610.04
0+190.00	0.00	4.94	0.00	37.17	0.13	647.34	647.21
0+200.00	0.00	4.41	0.00	46.76	0.13	694.11	693.97
0+210.00	0.00	4.03	0.00	42.21	0.13	736.32	736.18
0+220.00	0.00	4.48	0.00	42.56	0.14	778.88	778.74
0+230.00	0.00	3.72	0.00	41.03	0.14	819.90	819.77
0+240.00	0.00	3.67	0.00	36.94	0.14	856.84	856.71
0+250.00	0.00	2.82	0.01	32.43	0.15	889.28	889.13
0+260.00	0.00	3.59	0.01	32.06	0.16	921.33	921.18
0+270.00	0.00	3.46	0.00	35.24	0.16	956.57	956.42
0+280.00	0.00	3.68	0.00	35.67	0.16	992.24	992.08
0+290.00	0.00	3.97	0.00	36.24	0.16	1030.48	1030.32
0+300.00	0.00	3.77	0.00	36.69	0.16	1068.17	1068.01
0+310.00	0.00	4.03	0.00	36.97	0.16	1108.14	1107.99
0+320.00	0.00	3.87	0.00	39.46	0.16	1147.60	1147.44
0+330.00	0.00	4.04	0.00	39.55	0.16	1187.15	1186.99
0+340.00	0.00	4.11	0.00	40.75	0.16	1227.89	1227.74
0+350.00	0.00	4.44	0.00	42.74	0.16	1270.64	1270.48
0+360.00	0.00	4.51	0.00	44.79	0.16	1315.43	1315.27
0+370.00	0.00	4.42	0.00	44.66	0.16	1360.08	1359.93
0+380.00	0.00	3.80	0.00	41.06	0.16	1401.17	1401.01
0+390.00	0.00	3.68	0.01	37.39	0.17	1438.56	1438.39
0+400.00	0.00	4.25	0.01	39.62	0.18	1478.18	1478.00
0+410.00	0.00	4.32	0.00	42.82	0.18	1521.00	1520.82
0+420.00	0.00	3.57	0.00	39.42	0.18	1560.42	1560.24
0+430.00	0.00	3.43	0.01	34.95	0.18	1595.38	1595.19
0+437.27	0.00	3.96	0.00	25.37	0.18	1620.74	1620.55

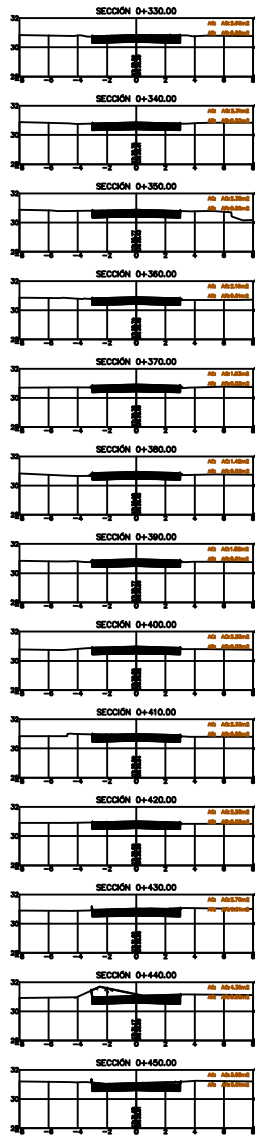
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO	
INSTITUCION: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO CARRERA: INGENIERIA CIVIL PLAN: PLAN LAS LOMAS I FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LAS CALLES 4, 5 Y 6 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR 1, DISTRITO DE BUCANARO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018
TITULO: SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 4	HOJA: ST-02
ESCALA: 1/150	FECHA: ABRIL - 2018

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 5
ENC. 1.00



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO	
PROYECTO:	PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LAS CALLES 4, 5 Y 6 DEL ASENTAMIENTO "HUMANO" - LAS LOMAS - SECTOR "L" - DISTRITO DE DEPARTAMENTO "TRUJILLO" - LA OBRERA, 2017
FECHA:	14 JUNIO 2018
PROYECTISTA:	SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 5
ESCALA:	1 / 100
FECHA DE ELABORACIÓN:	JUNIO - 2018
ST-03	

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 5
ENC. 149



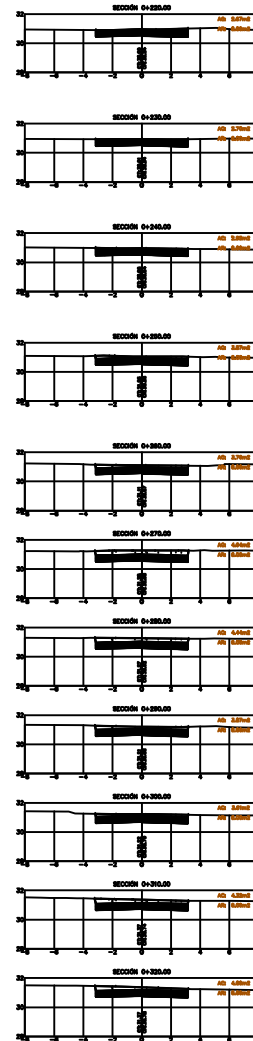
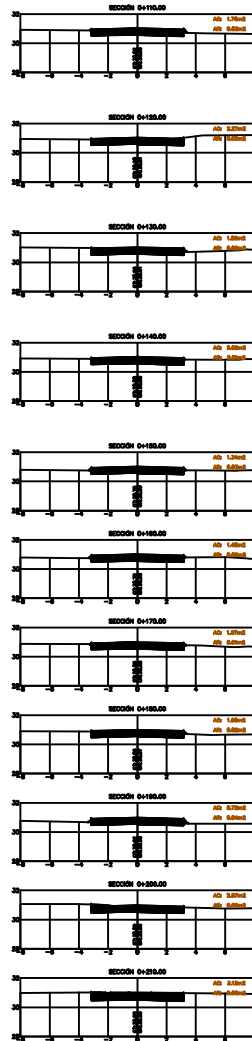
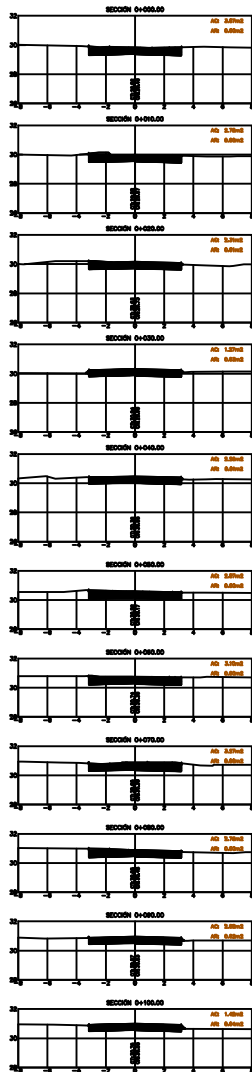
CUADRO DE VOLUMEN TOTAL

PROGRESIVA	ÁREA DE RELLENO(m ²)	ÁREA 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+001.30	0.00	3.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	0.00	3.81	0.00	30.03	0.00	30.03	30.03
0+020.00	0.00	4.36	0.00	40.86	0.00	70.89	70.89
0+030.00	0.00	4.16	0.00	42.61	0.00	113.50	113.50
0+040.00	0.00	3.75	0.00	39.56	0.00	153.06	153.06
0+050.00	0.00	3.33	0.00	35.43	0.00	188.49	188.49
0+060.00	0.00	2.69	0.00	30.13	0.00	218.62	218.62
0+070.00	0.00	3.08	0.00	28.88	0.00	247.50	247.50
0+080.00	0.00	4.03	0.00	35.57	0.00	283.07	283.07
0+090.00	0.00	4.41	0.00	42.19	0.00	325.26	325.26
0+100.00	0.00	4.20	0.00	43.06	0.00	368.32	368.32
0+110.00	0.00	4.25	0.00	42.27	0.00	410.59	410.59
0+120.00	0.00	4.77	0.00	45.08	0.00	455.67	455.67
0+130.00	0.00	5.02	0.00	48.95	0.00	504.62	504.62
0+140.00	0.00	3.09	0.00	40.60	0.00	545.21	545.21
0+150.00	0.00	3.20	0.00	31.49	0.00	576.70	576.70
0+160.00	0.00	2.48	0.00	28.34	0.00	605.04	605.03
0+170.00	0.00	2.34	0.00	24.01	0.00	629.04	629.04
0+180.00	0.00	2.41	0.00	23.71	0.01	652.75	652.75
0+190.00	0.00	3.01	0.00	27.07	0.01	679.83	679.82
0+200.00	0.00	3.48	0.00	32.46	0.01	712.29	712.28
0+210.00	0.00	3.13	0.02	33.07	0.03	745.36	745.33
0+220.00	0.00	2.04	0.04	25.88	0.07	771.24	771.17
0+230.00	0.03	1.41	0.17	17.29	0.24	788.52	788.29
0+240.00	0.12	0.44	0.74	9.28	0.98	797.80	798.82
0+250.00	0.09	0.72	1.03	6.82	2.01	803.63	801.81
0+260.00	0.06	0.86	0.72	7.92	2.73	811.54	808.81
0+270.00	0.03	1.20	0.44	10.33	3.17	821.87	818.70
0+280.00	0.01	1.71	0.20	14.56	3.37	836.43	833.06
0+290.00	0.00	2.12	0.05	19.18	3.42	855.59	852.17
0+300.00	0.00	2.21	0.02	21.85	3.44	877.25	873.80
0+310.00	0.00	2.32	0.02	22.65	3.46	899.90	896.44
0+320.00	0.00	2.49	0.01	24.09	3.47	923.99	920.52
0+330.00	0.00	2.66	0.00	25.77	3.47	949.76	946.29
0+340.00	0.00	2.31	0.00	24.85	3.47	974.61	971.13
0+350.00	0.00	2.35	0.00	23.29	3.48	997.90	994.42
0+360.00	0.01	2.16	0.03	22.56	3.51	1020.46	1016.96
0+370.00	0.02	1.63	0.13	18.66	3.64	1039.42	1035.78
0+380.00	0.03	1.42	0.25	15.23	3.88	1054.65	1050.77
0+390.00	0.01	1.82	0.21	16.17	4.09	1070.83	1066.74
0+400.00	0.00	2.20	0.08	20.07	4.17	1090.90	1086.73
0+410.00	0.00	2.33	0.04	22.64	4.22	1113.54	1109.32
0+420.00	0.00	2.20	0.05	22.67	4.28	1136.21	1131.94
0+430.00	0.01	2.70	0.08	24.54	4.32	1160.74	1156.42
0+440.00	0.00	4.39	0.04	35.47	4.38	1196.22	1191.88
0+450.00	0.01	3.08	0.03	37.33	4.39	1233.55	1228.16

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

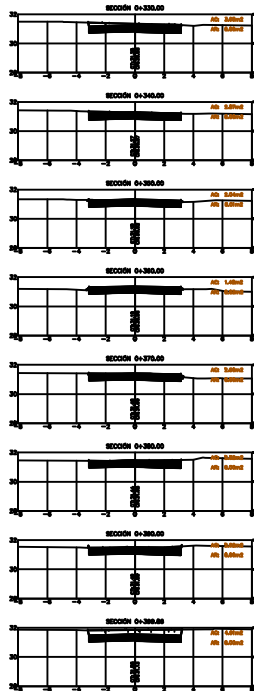
TÍTULO: TRUJILLO AUTOR: LA UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO FECHA: 14/08/2018 ESCALA: 1/100 HOJA: 1	SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 5 ST-04 FECHA: 14/08/2018
---	--

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 6
ENC. 1/08



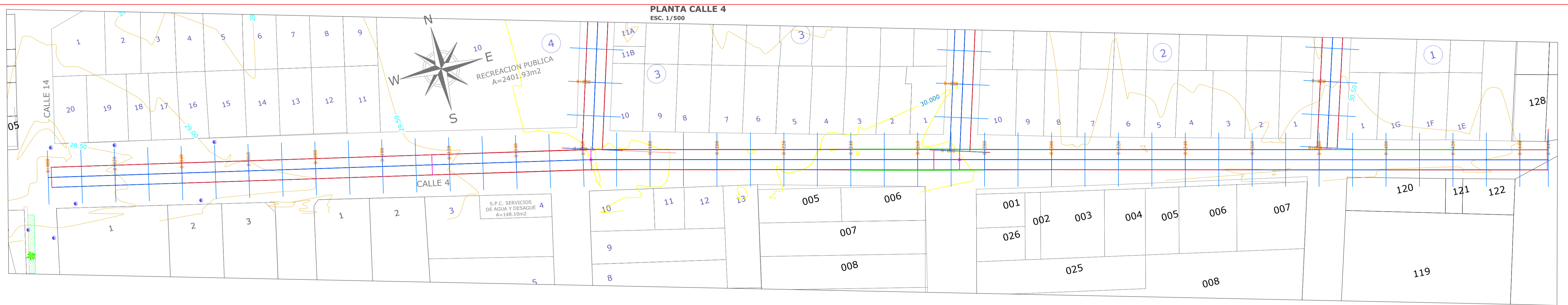
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO	
PROYECTO:	PROYECTO DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LAS CALLES 4 Y 6 DEL SECTOR 1 DEL MANANTIAL DE LAS LINDAS
CLIENTE:	SECTOR 1 DEL MANANTIAL DE LAS LINDAS
FECHA:	2018
PROYECTISTA:	ING. JUAN CARLOS VILLALBA
SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 6	
ST-05	
1 / 100	

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 6
ESC. 1/50

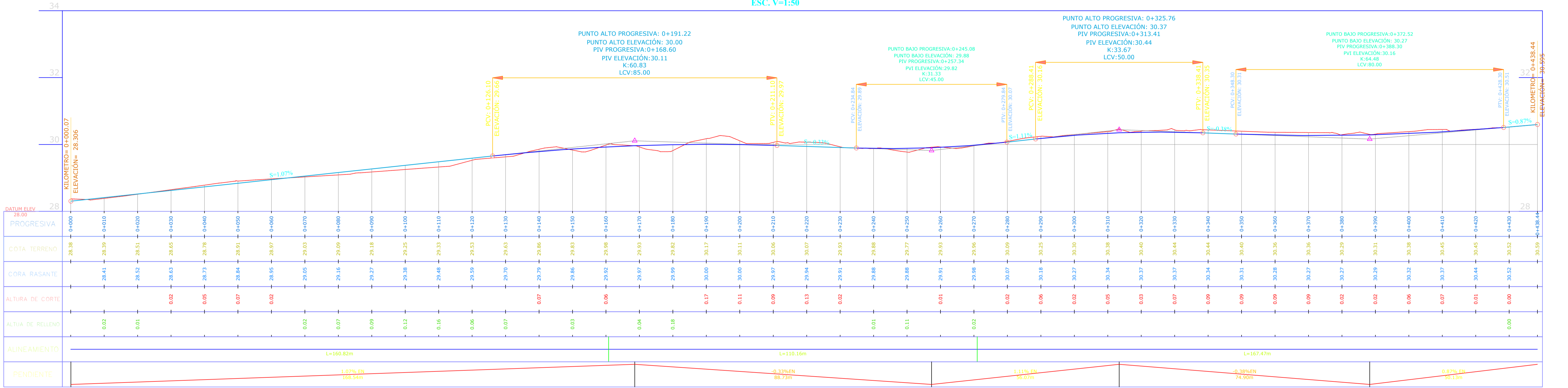


CUADRO DE VOLUMEN TOTAL							
PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m ²)	AREA DE CORTES(m ²)	VOLUMEN DE RELLENO(m ³)	VOLUMEN DE CORTES(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE CORTES(m ³)	VOLUMEN NETO(m ³)
0+000.00	0.00	3.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	0.00	2.75	0.01	28.10	0.01	28.10	28.09
0+020.00	0.01	2.31	0.04	25.29	0.05	54.39	54.34
0+030.00	0.03	1.27	0.19	17.89	0.24	72.28	72.04
0+040.00	0.01	2.29	0.19	17.84	0.43	89.92	89.49
0+050.00	0.00	2.87	0.04	25.83	0.46	115.55	115.09
0+060.00	0.00	3.10	0.00	28.88	0.47	145.41	144.94
0+070.00	0.00	3.27	0.00	31.89	0.47	177.29	176.83
0+080.00	0.00	2.78	0.01	30.17	0.48	207.47	206.99
0+090.00	0.02	2.08	0.12	24.21	0.60	231.68	231.08
0+100.00	0.04	1.42	0.30	17.48	0.90	249.15	248.25
0+110.00	0.03	1.70	0.38	15.57	1.28	284.73	283.47
0+120.00	0.00	2.27	0.17	18.95	1.43	284.57	283.14
0+130.00	0.02	1.89	0.10	20.79	1.53	305.37	303.84
0+140.00	0.01	2.02	0.13	19.52	1.65	324.89	323.24
0+150.00	0.03	1.34	0.17	18.78	1.83	341.87	339.84
0+160.00	0.02	1.48	0.28	14.10	2.09	355.77	353.68
0+170.00	0.01	1.87	0.18	17.25	2.27	373.02	370.75
0+180.00	0.02	1.98	0.15	19.74	2.42	392.78	390.34
0+190.00	0.04	0.72	0.30	13.50	2.72	408.25	403.53
0+200.00	0.00	2.57	0.21	18.43	2.94	422.88	419.78
0+210.00	0.00	3.13	0.01	28.47	2.95	451.16	448.21
0+220.00	0.00	2.67	0.00	28.98	2.95	480.14	477.19
0+230.00	0.00	2.70	0.00	28.83	2.95	508.97	504.02
0+240.00	0.00	2.93	0.00	28.12	2.95	535.09	532.14
0+250.00	0.00	3.57	0.00	32.50	2.95	567.59	564.64
0+260.00	0.00	3.78	0.00	36.64	2.95	604.23	601.29
0+270.00	0.00	4.64	0.00	41.98	2.95	646.19	643.25
0+280.00	0.00	4.44	0.00	45.38	2.95	691.56	688.61
0+290.00	0.00	3.87	0.00	41.52	2.95	733.07	730.13
0+300.00	0.00	3.61	0.00	37.41	2.95	770.46	767.54
0+310.00	0.00	4.32	0.00	39.88	2.95	810.17	807.22
0+320.00	0.00	4.00	0.00	41.82	2.95	851.78	848.84
0+330.00	0.00	3.65	0.00	38.28	2.95	890.04	887.10
0+340.00	0.00	2.87	0.00	32.58	2.95	922.83	919.88
0+350.00	0.01	2.04	0.04	24.54	2.98	947.17	944.18
0+360.00	0.03	1.48	0.16	17.82	3.15	964.79	961.64
0+370.00	0.00	2.60	0.13	20.42	3.28	985.21	981.93
0+380.00	0.00	2.82	0.00	27.12	3.28	1012.33	1009.05
0+390.00	0.00	2.92	0.02	28.70	3.30	1041.02	1037.72
0+399.88	0.00	4.91	0.02	38.58	3.32	1079.80	1076.28

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO	
INSTITUCION: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO FACULTAD: INGENIERIA CIVIL CARRERA: INGENIERIA CIVIL	TITULO: PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LAS CALLES 4, 5 Y 6 DEL ASENTAMIENTO "BEMANO" LAS LOMAS SECTOR 1, DISTRITO DE BUNAYACO, TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2017
AUTOR: FRANCISCO BLANCO DIRECTOR: FRANCISCO BLANCO	TEMA: SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 6 FECHA: 1 / 150 JUNIO - 2016
IDENTIFICACION: ST-06	



PERFIL LONGITUDINAL CALLE 4 ESC. H=1:500 ESC. V=1:50

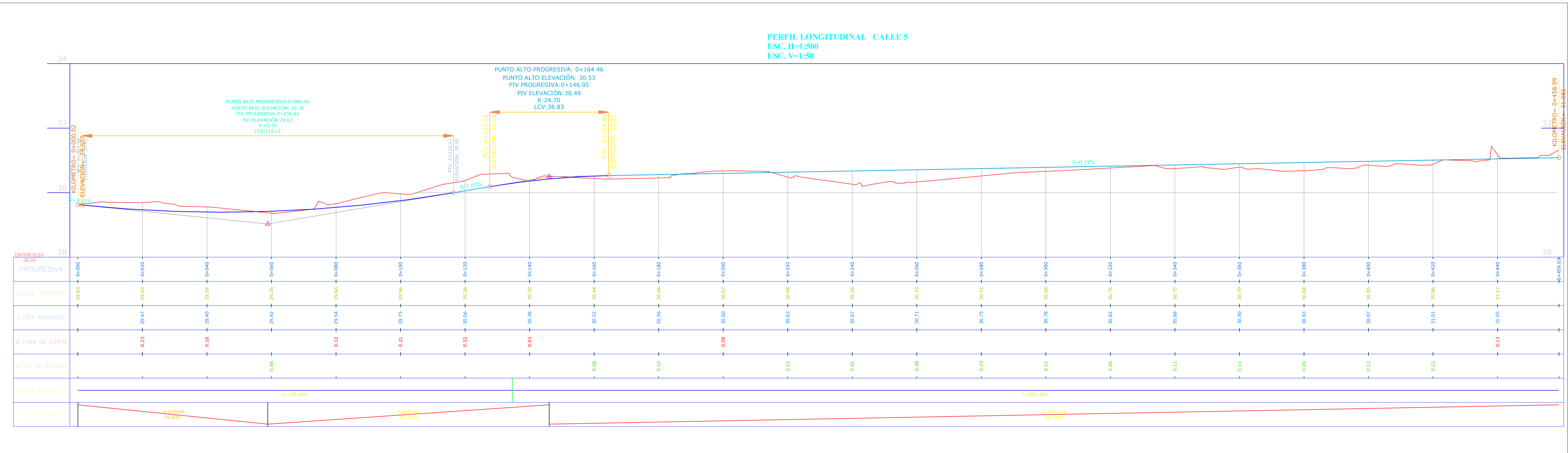
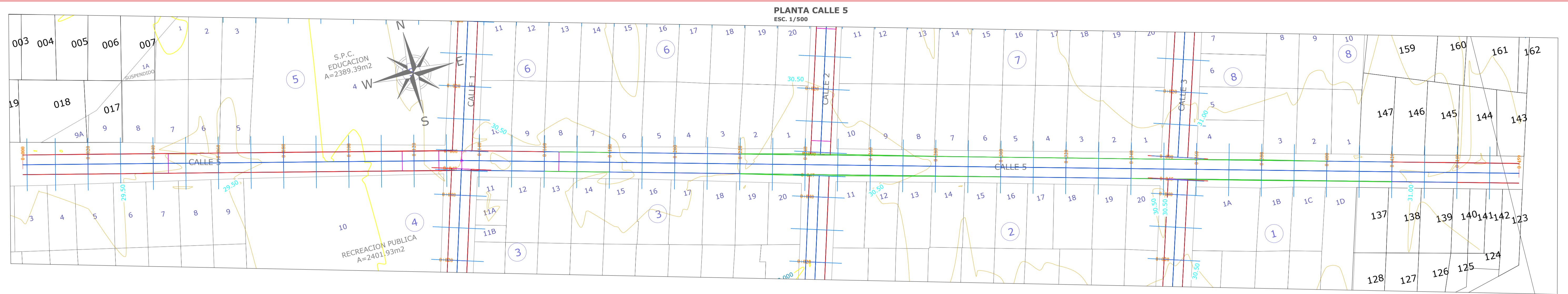


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

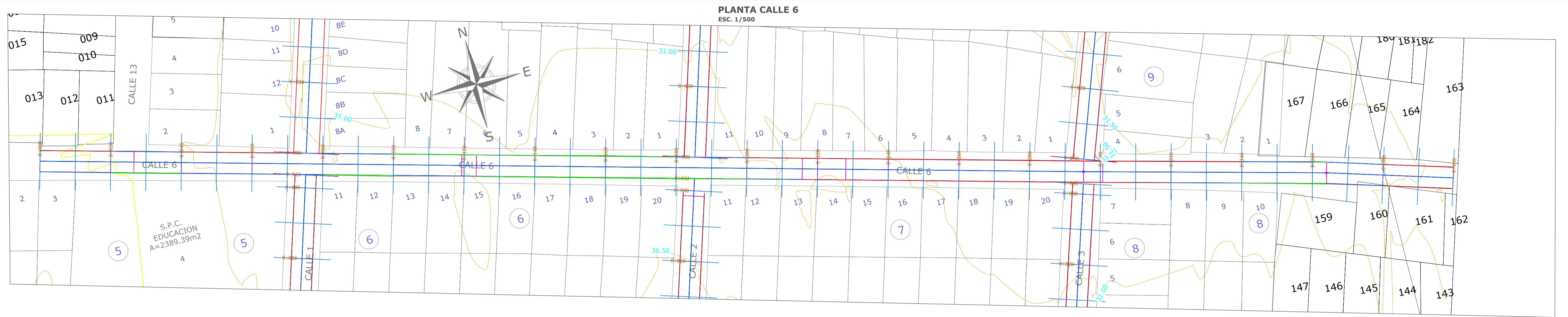
INSTITUCION: HUANCHACO CIUDAD: TRUJILLO DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD DISTRITO: AA.HH. LAS LOMAS 1	PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CALLES 4, 5 Y 6 DEL SECTOR I DEL AA.HH. LAS LOMAS - DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD PLAN: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL CALLE 4
---	---

INDICADA	JUNIO-2018	WGS-84/17L
----------	------------	------------

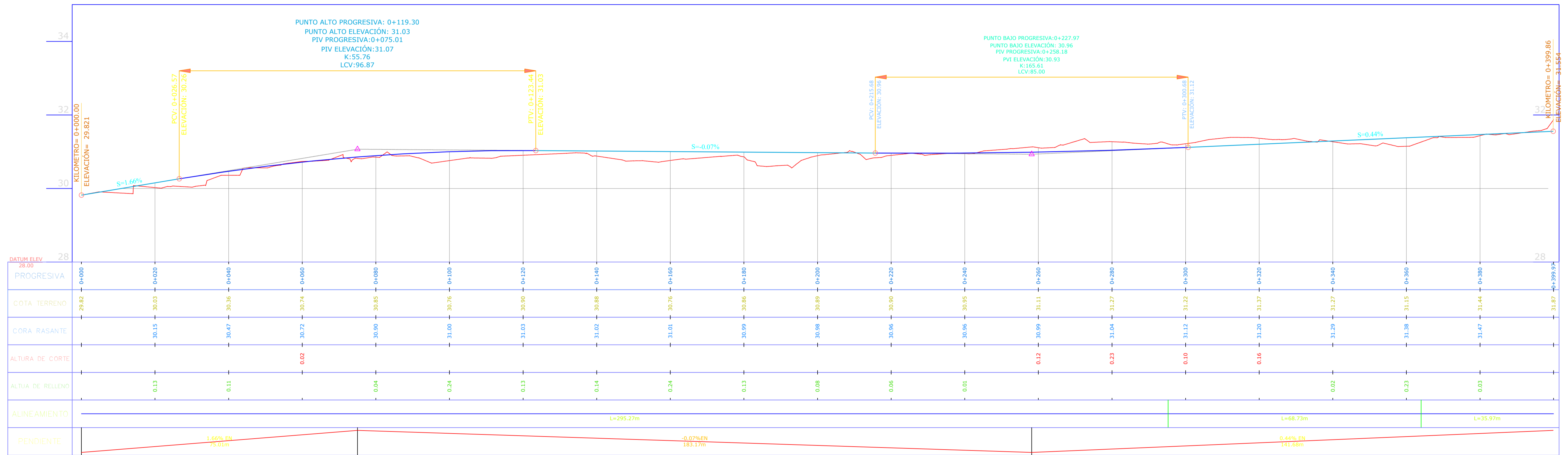
PP-01



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO			
INSTITUTO: HUANCHACO	INSTITUCION: TRUJILLO	PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CALLES 4, 5 Y 6 DEL SECTOR I DEL AA.HH. LAS LOMAS - DISTRITO DE HUANCHACO- TRUJILLO - LA LIBERTAD"	
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	MUNICIPIO: AA.HH. LAS LOMAS I		
REPRESENTANTE: RAMIREZ VILLANUEVA MARGARITA	TITULO: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL CALLE 5	PP-02	
FECHA: INDICADA	FECHA: JUNIO-2018		



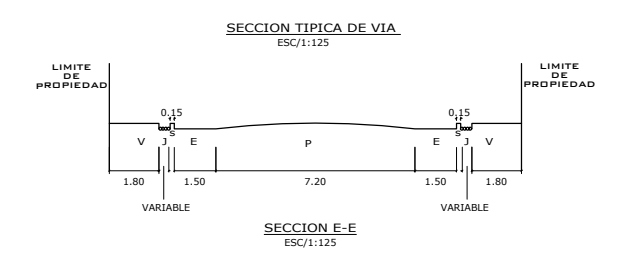
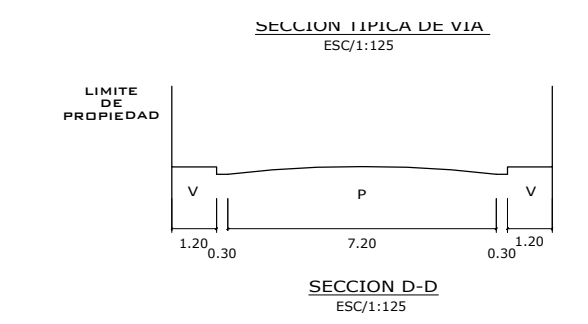
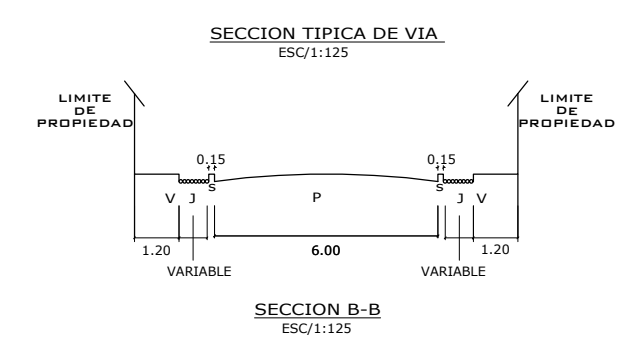
PERFIL LONGITUDINAL CALLE 6
ESC. H=1:500
ESC. V=1:50



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO			
INSTITUCION: HUANCHACO CIUDAD: TRUJILLO DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD DISTRITO: AA.HH. LAS LOMAS 1	PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CALLES 4, 5 Y 6 DEL SECTOR I DEL AA.HH. LAS LOMAS - DISTRITO DE HUANCHACO- TRUJILLO - LA LIBERTAD		
RESPONSABLE: RAMIREZ VILLANUEVA MARGARITA	PLAN: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL CALLE 6	ESCALA: INDICADA	FECHA: JUNIO-2018
			BOGOTA: WGS-84/17L PP-03



SECCIONES DE VIA



- LEYENDA
- P= PISTA
 - V= VEREDA
 - J= JARDIN
 - E= ESTACIONAMIENTO
 - S= SARDINEL

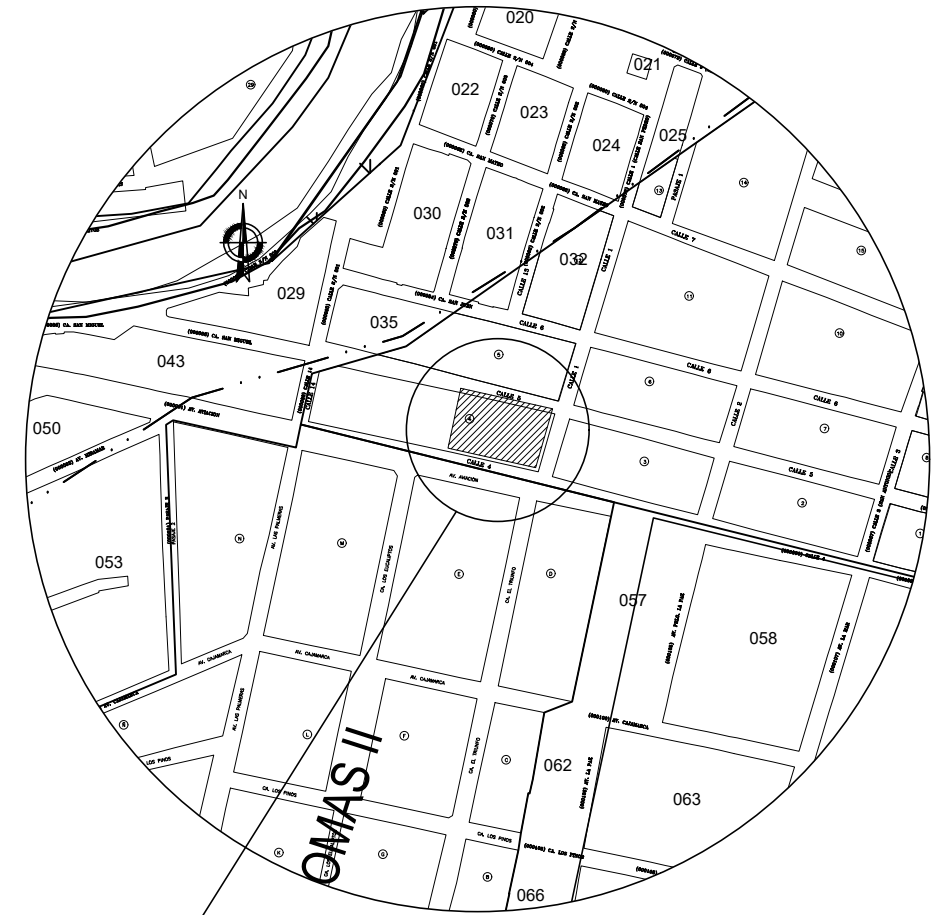
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	MANZANAS
	PROYECCION DE VIA (PAVIMENTO)

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

DISTRITO: HUANCHACO PROVINCIA: TRUJILLO DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD SECTOR: AA.HH. LAS LOMAS I	PROYECTO: "PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LAS CALLES 4, 5 Y 6 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I, DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018" RESPONSABLE: RAMIREZ VILLANUEVA MARÍA MARGARITA	LÁMINA: PP-01
CAD:	ESCALA: 1/1000 FECHA: JUNIO-2018	SISTEMA:

PLANO DE UBICACION

ESC.: 1/500



PLANO DE LOCALIZACION

ESC.: 1/5000

UBICACION

CALLE : 4,5 Y 6
 SECTOR : A.A.H. LAS LOMAS
 DISTRITO : HUANCHACO
 PROVINCIA : TRUJILLO
 DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD

CUADRO DE CONSTRUCCION DEL POLIGONO FISICO

LADO	DISTANCIA	VERT.	ANG.INT.	NORTE	ESTE
1-2	61.50	1	89°14'43.65"	9,106,187.5184	707,876.5121
2-3	40.00	2	86°44'31.25"	9,106,173.9976	707,936.5074
3-4	58.70	3	93°19'4.07"	9,106,135.5392	707,925.5100
4-1	40.00	4	90°41'41.02"	9,106,148.3846	707,868.2327
AREA = 2,401.93 m ²		Ha = 0.240193		PERIMETRO = 200.20 ml	
CENTROIDE: E=707901.72, N=9106161.51					



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

DISTRITO : HUANCHACO PROVINCIA : TRUJILLO DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD SECTOR : A.A.H. LAS LOMAS I RESPONSABLE : RAMIREZ VILLANUEVA MARIA MARGARITA	PROYECTO : "PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LAS CALLES 4, 5 Y 6 DEL ASENTAMIENTO HUMANO LAS LOMAS SECTOR I, DISTRITO DE HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD, 2018" PLAN : UBICACION Y LOCALIZACION DE ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANIA INDICADA : JUNIO -2018	UL-01
---	--	-------