



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE JUAN JOSÉ
FLORES DESDE LA AVENIDA LA HUADA HASTA LA CALLE JUAN
LEÓN MERA DEL CANTÓN HUAQUILLAS, PROVINCIA DE EL ORO**

**OCHOA ROMAN GALO OSCAR
INGENIERO CIVIL**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE JUAN
JOSÉ FLORES DESDE LA AVENIDA LA HUADA HASTA LA
CALLE JUAN LEÓN MERA DEL CANTÓN HUAQUILLAS,
PROVINCIA DE EL ORO**

**OCHOA ROMAN GALO OSCAR
INGENIERO CIVIL**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTOS TÉCNICOS

**PROYECTO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE JUAN
JOSÉ FLORES DESDE LA AVENIDA LA HUADA HASTA LA
CALLE JUAN LEÓN MERA DEL CANTÓN HUAQUILLAS,
PROVINCIA DE EL ORO**

**OCHOA ROMAN GALO OSCAR
INGENIERO CIVIL**

CABRERA GORDILLO JORGE PAUL

**MACHALA
2022**

GALO OCHOA

por Galo Ochoa

Fecha de entrega: 13-mar-2023 09:19p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2036656461

Nombre del archivo: Titulaci_n_GALO_OCHOA.docx (1.31M)

Total de palabras: 7348

Total de caracteres: 38257

GALO OCHOA

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

icc.ucv.cl

Fuente de Internet

1%

2

biblioteca.usac.edu.gt

Fuente de Internet

1%

3

app.sni.gob.ec

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.utmachala.edu.ec

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 60 words

Excluir bibliografía

Apagado

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, OCHOA ROMAN GALO OSCAR, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado PROYECTO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE JUAN JOSÉ FLORES DESDE LA AVENIDA LA HUADA HASTA LA CALLE JUAN LEÓN MERA DEL CANTÓN HUAQUILLAS, PROVINCIA DE EL ORO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



OCHOA ROMAN GALO OSCAR

0707105763



DEDICATORIA

A DIOS, por darme la fe y las fuerzas, de perseverancia para culminar esta etapa de vida.
A mis padres y en especial a mi madre Kelly Román, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño, valores y apoyo incondicional ser la parte esencial de mi vida.

A mi tío Oscar Román, a mi primo Hamilton Moran y al ingeniero Rafael Zhindon que siempre han estado pendientes de mi avance académico con sus consejos y fuerzas para seguir adelante.

A esta emblemática Universidad Técnica de Machala, en especial a la Carrera de Ingeniería Civil donde me he formado para llegar a obtener este título profesional.

Finalmente, a los docentes, impartiendo sus conocimientos en ingeniería y experiencias han marcado cada etapa de nuestro camino universitario, y contribuir a la sociedad honorablemente.

RESUMEN

El proyecto de tesis de grado previa a la obtención del título de ingeniero civil tiene como objetivo principal, diseñar un pavimento flexible mediante estudios de suelos y tráfico para el mejoramiento de la estructura de la vía Juan José Flores entre la avenida la Huada y Juan León Mera del cantón Huaquillas, Provincia de El Oro.

Para el presente proyecto se tomaron en cuenta estudios preliminares de campo, en la vía a diseñar se realizó el debido levantamiento topográfico en la condición actual que se encontraba, se usaron equipos topográficos tales como un GPS Garmin.

El estudio de tráfico es una de los parámetros más importantes a la hora de diseñar, por ella en la vía se realizaron aforos de tráfico a través de un conteo manual, obteniendo el tráfico promedio diario anual, una vez proyectado este valor a 20 años se obtuvo el tráfico a futuro, dato muy necesario con el cual entramos a calcular los ejes equivalentes de carga definiéndose así los ESAL'S, que junto al CBR de diseño obtenido de los estudios de suelos respectivos se determinaron los espesores de capa del pavimento.

Con todos los datos previamente obtenidos de los diferentes estudios se elaboró las correspondientes memorias de cálculos.

Palabras claves: Pavimento Flexible, Vía urbana, Método AASHTO-93, Asfalto, Proyecto, Conteo vehicular, Estudio de suelos

ABSTRACT

The main objective of the thesis project prior to obtaining the degree of civil engineer is to design a flexible pavement through soil and traffic studies for the improvement of the structure of the Juan José Flores road between La Huada and Juan León Mera avenues in the Huaquillas canton, province of El Oro.

Preliminary field studies were taken into account for this project. The road to be designed was surveyed in its current condition, using topographic equipment such as a Garmin GPS.

The traffic study is one of the most important parameters at the time of design, for it in the road traffic gauging was performed through a manual count, obtaining the annual average daily traffic, once this value was projected to 20 years the future traffic was obtained, very necessary data with which we entered to calculate the equivalent axles of load thus defining the ESAL'S, which together with the CBR of design obtained from the respective soil studies were determined the thicknesses of pavement layer.

With all the data previously obtained from the different studies, the corresponding calculation memories were prepared.

Key words: Flexible Pavement, Urban Road, AASHTO-93 Method, Asphalt, Project, Vehicle count, Soil study.

CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN.....	12
1. Capítulo i. Planteamiento del problema.....	14
1.1 Línea Base.....	14
1.1.1 Provincia de El Oro.....	14
1.1.1.1 Componente biofísico	14
1.1.1.2 Relieve	14
1.1.1.3 Geología.....	15
1.1.1.4 Clima.....	16
1.1.2 Cantón Huaquillas.....	16
1.1.2.1 Ubicación de cantón Huaquillas	16
1.1.2.2 Factores climáticos	16
1.1.2.3 Temperatura	17
1.1.2.4 Límites	18
1.1.2.5 Vientos	19
1.1.2.6 Nubosidad	19
1.1.2.7 Pluviosidad.....	19
1.1.2.8 Recursos Hídricos	19
1.1.2.9 Geología y suelos.....	20
1.1.2.10 Uso y cobertura del suelo.....	20
1.1.2.11 Delimitación del área sujetas a amenazas de tipo natural.....	21
1.2 Antecedentes.....	22
1.2 Descripción de la situación problemática.	23
1.3 Formulación del problema.	25

1.4 Delimitación del objeto de estudio.	25
1.5 Justificación.	26
1.6 Objetivos.....	27
1.6.1 Objetivo general.....	27
1.6.2 Objetivos específicos.	27
2. Capítulo II. Marco teórico	28
2.1 Antecedentes contextuales.....	28
2.2 Antecedentes conceptuales y referenciales.....	29
2.2.1 Déficit vial.	29
2.2.2 Clasificación de los suelos.....	29
2.2.3 Tipos de pavimento.....	31
2.2.4 Pavimento flexible.....	32
2.2.5 Método AASHTO-93.	33
3. Capítulo III. Metodología	35
3.1 Modalidad básica de la investigación.....	35
3.2 Tipo de investigación.....	35
3.3 Objeto de estudio.	35
3.4 Descripción de la población y muestra.....	35
3.5 Métodos teóricos con los materiales usados.....	36
3.6 Métodos empíricos con los materiales usados.....	37
3.6.1 Estudio Topográfico.....	37
3.6.2 Levantamiento Topográfico.....	37
3.6.3 Estudio de tráfico	37
3.6.3.1 Generalidades.	37
3.6.3.2 Conteo Manual.	38
3.6.3.3 Determinación Del Tráfico Promedio Diario Anual (T PDA).....	38
3.6.3.4 Clasificación De La Carretera Según El Tráfico.	38

3.6.4 Estudios De Suelos	38
3.6.4.1 Generalidades.	38
3.6.4.2 Contenido De Humedad.	39
3.6.4.3 Límites De Atterberg.	39
3.6.4.3.1 Limite Líquido.	39
3.6.4.3.2 Limite Plástico.	39
3.6.4.4 Granulometría.	40
3.6.4.5 Ensayo De Compactación (Proctor).	40
3.6.4.5 Ensayo De Compactación (CBR).	41
3.6.5 Ejes Equivalentes.	41
3.6.5.1 Introducción.	41
3.6.6 Diseño De Pavimento Flexible.	42
3.6.6.1 Generalidades.	42
3.6.6.2 Variables Del Método De Diseño De Pavimentos Flexibles.	42
3.6.6.2.1 Confiabilidad (R).	42
3.6.6.2.2 Desviación Estándar (ZR).	43
3.6.6.2.3 Desviación Estándar Para Los Pavimentos Flexibles (So).	44
3.6.6.2.4 Índice De Servicio.	44
3.6.6.2.5 Módulo Resiliente (M_r).	44
3.6.6.2.6 Numero Estructural (SN).	45
3.6.6.2.7 Espesores De Capa.	45
3.6.6.2.7.1 Gráficos Para Obtener Los Coeficientes De Las C apas.	46
3.6.6.2.8 Coeficientes De Drenaje.	48
3.6.6.2.9 Valores D1, D2 Y D3.	48
4. Capítulo IV. Análisis e interpretación de los resultados.	49
4.1 Análisis e interpretación de los resultados.	49
4.1.1. Topografía.	49

4.1.1.1 Clasificación De La Vía Según Su Topografía.....	49
4.1.1.1.1 Calculo De La Pendiente Transversal.....	49
4.1.2 Resultados Del Conteo De Tráfico.....	51
4.1.2.1 Clasificación De La Vía Según El Tráfico Proyectado	52
4.1.3 Resultados De Los Estudios De Suelos.....	53
4.1.3.1 Resumen De Resultados Del Ensayo De Contenido De Humedad.	53
4.1.3.2 Resultados Del Ensayo De Límites De Atterberg	55
4.1.3.2.1 Resumen De Resultado Del Ensayo De Límite Líquido.	55
4.1.3.2.2 Resumen De Resultado Del Ensayo De Limite Plástico.	57
4.1.3.3 Resultados Del Ensayo De Granulometría.	60
4.1.3.4 Resultados Del Ensayo De Proctor.	60
4.1.3.5 Resultados Del Ensayo De C.B.R.	61
4.1.4 Resultados De Los Ejes Equivalentes.	62
4.1.5 Resultados Del Diseño De Pavimento.	62
4.1.5.1 Confiabilidad.....	62
4.1.5.2 Desviación Estándar.	63
5. CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
5.1 Conclusión.....	67
5.2 Recomendación.....	67
Referencias bibliográficas.....	68
Anexos	72

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1: Temperatura Promedio Anual	17
Tabla 2: Operacionalización de la variable independiente	36
Tabla 3: Confiabilidad según el tipo de camino.	43
Tabla 4: Desviación estándar según el grado de confiabilidad.....	43
Tabla 5: Espesores mínimos de concreto asfáltico y base granular según la AASHTO 93	46
Tabla 6: Coeficientes de drenaje.....	48
Tabla 7: Espesores mínimos según los Esal's	48
Tabla 8. Coordenadas del levantamiento topográfico	49
Tabla 9: Vía clasificada según el tipo de terreno	50
Tabla 10: Resultados del conteo manual de transito.....	51
Tabla 11: Vía clasificada según el tráfico proyectado	52
Tabla 12: Resumen de resultados de ensayo de contenido de humedad de calicata #1 .	53
Tabla 13: Resumen de resultados de ensayo de contenido de humedad de calicata #2 .	54
Tabla 14: Resumen de resultados de ensayo de contenido de humedad de calicata #3 .	54
Tabla 15: Resumen de resultados de ensayo de contenido de humedad de calicata #4 .	55
Tabla 16: Resumen de resultados de ensayo de límite líquido de calicata #1	56
Tabla 17: Resumen de resultados de ensayo de límite líquido de calicata #2	56
Tabla 18: Resumen de resultados de ensayo de límite líquido de calicata #3	57
Tabla 19: Resumen de resultados de ensayo de límite líquido de calicata #4	57
Tabla 20: Resumen de resultados de ensayo de límite plástico de la calicata #1	58
Tabla 21: Resumen de resultados de ensayo de límite plástico de la calicata #2	58
Tabla 22: Resumen de resultados de ensayo de límite plástico de la calicata #3	59
Tabla 23: Resumen de resultados de ensayo de límite plástico de la calicata #4	59
Tabla 24: Resumen de resultados de los ejes equivalente	62
Tabla 25: Confiabilidad escogida para el proyecto	62
Tabla 26: Desviación estándar escogida para el proyecto	63
Tabla 27: Coeficientes de drenaje escogidos para el proyecto	64

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1: Mapa climático del cantón Huaquillas	17
Figura 2: Mapa de Límites de Huaquillas.....	18
Figura 3: Mapa de usos del cantón Huaquillas	21
Figura 4: Mapa de riesgos del cantón Huaquillas.....	22
Figura 5: Cuadro de causas y efectos para identificar el problema	25
Figura 6. Clasificación de los tipos de pavimento	31
Figura 7. Composición de un pavimento flexible.....	32
Figura 8: Espesores de un pavimento asfáltico.....	45
Figura 9: Nomograma para obtener coeficiente a_1	46
Figura 10: Nomograma para el coeficiente e de la base granular.....	47
Figura 11: Nomograma para el coeficiente de la subbase granular	47
Figura 12: Calculo pendiente transversal.....	49
Figura 13: Resumen de resultados de ensayo de Proctor.....	60
Figura 14: Resumen de resultados de ensayo de C.B.R.	61
Figura 15: Resumen diseño de pavimento flexible.....	65

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1: Vista aérea de la carretera objeto de estudio.....	72
Anexo 2: Realizando el ensayo de contenido de humedad.....	72
Anexo 3: Compactando la muestra en el ensayo de Proctor.....	72
Anexo 4: Toma de calicata en la vía.....	73
Anexo 5: Comienzo de la excavación de la calicata#1.....	73
Anexo 6: Toma de calicata #2 en la vía.....	74

Anexo 7: Tabla de contenido de húmeda calicata #1-prof. 0.5m-Abcisa 0-000	75
Anexo 8: Tabla de contenido de húmeda calicata #2-prof. 0.5m-Abcisa 0-500.....	76
Anexo 9: Tabla de contenido de húmeda calicata #3-prof. 0.5m-Abcisa 1-000	77
Anexo 10: Tabla de contenido de húmeda calicata #4-prof. 0.5m-Abcisa 1-500	78
Anexo 11: Tabla de límites de consistencia calicata #1-prof. 0.5m-Abcisa 0-000.....	79
Anexo 12: Tabla de límites de consistencia calicata #1-prof. 1m-Abcisa 0-000.....	80
Anexo 13: Tabla de límites de consistencia calicata #1-prof. 1.5m-Abcisa 0-000.....	81
Anexo 14: Tabla de límites de consistencia calicata #2-prof. 0.5m-Abcisa 0-500.....	82
Anexo 15: Tabla de límites de consistencia calicata #2-prof. 1m-Abcisa 0-500.....	83
Anexo 16: Tabla de límites de consistencia calicata #2-prof. 1.5m-Abcisa 0-500.....	84
Anexo 17: Tabla de límites de consistencia calicata #3-prof. 0.5m-Abcisa 1-000.....	85
Anexo 18: Tabla de límites de consistencia calicata #3-prof. 1m-Abcisa 1-000.....	86
Anexo 19: Tabla de límites de consistencia calicata #3-prof. 1.5m-Abcisa 1-000.....	87
Anexo 20: Tabla de límites de consistencia calicata #4-prof. 0.5m-Abcisa 1-500.....	88
Anexo 21: Tabla de límites de consistencia calicata #4-prof. 1m-Abcisa 1-500.....	89
Anexo 22: Tabla de límites de consistencia calicata #4-prof. 1.5m-Abcisa 1-500.....	90
Anexo 23: Tabla de resumen de ensayos de granulometría, límites de consistencia, clasificación según la S.U.C.S y AASHTO.....	91
Anexo 24: Tabla de ensayo de proctor modificado T-180 calicata #1	92
Anexo 25: Tabla de ensayo de proctor modificado T-180 calicata #2	93
Anexo 26: Tabla de ensayo de proctor modificado T-180 calicata #3	94
Anexo 27: Tabla de ensayo de proctor modificado T-180 calicata #4	95
Anexo 28: Tabla de ensayo de C.B.R. calicata #1	96
Anexo 29: Tabla de ensayo de C.B.R. calicata #2.....	97
Anexo 30: Tabla de ensayo de C.B.R. calicata #3.....	98
Anexo 31: Tabla de ensayo de C.B.R. calicata #4.....	99

Anexo 32: Tabla de graficas de ensayo de Proctor modificado T-180 y C.B.R. calicata #1	100
Anexo 33: Tabla de graficas de ensayo de Proctor modificado T-180 y C.B.R. calicata #2	101
Anexo 34: Tabla de graficas de ensayo de Proctor modificado T-180 y C.B.R. calicata #3	102
Anexo 35: Tabla de graficas de ensayo de Proctor modificado T-180 y C.B.R. calicata #4	103
Anexo 36: Resultados de los espesores del paquete estructural	112
Anexo 37: Tabla de la altura, diámetro, volumen y peso específico de las briquetas ..	113
Anexo 38: Tabla de gravedad máxima medida (RICE).....	114
Anexo 39: Tabla de densidad especifica de los agregados ¾”	115
Anexo 40: Tabla de densidad especifica de los agregados 3/8”	116
Anexo 41: Tabla de densidad especifica de la arena	117
Anexo 42: Tabla del diseño de mezcla bituminosa por el método Marshall	118
Anexo 43: Graficas del diseño de la mezcla bituminosa por el método Marshall.....	119

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la sociedad y su economía es una competencia del Estado y en este marco destaca el sistema vial como un agente mediador entre personas y empresas, permitiendo el desarrollo de las actividades cotidianas de los trabajadores quienes necesitan desplazarse desde sus domicilios hacia los centros de trabajo, o el abastecimiento de materia prima y otros inventarios para la comercialización de los distintos productos. Bajo esta premisa, se desarrolla esta investigación titulada Proyecto de pavimento flexible de la calle Juan José Flores desde la Avenida la Huada hasta la calle Juan León Mera del cantón Huaquillas, provincia de El Oro.

La revisión documental de la fase exploratoria permitió conocer que en Ecuador existe un 32.6% de carreteras en mal estado, persistiendo este problema en Huaquillas, un cantón altamente comercial y donde se ha potenciado el turismo en los últimos años. Por otra parte, la producción de artículos académicos y científicos sobre problemáticas similares en el mundo, Latinoamérica y Ecuador ha incrementado considerablemente, sobre todo en el desarrollo e pavimentos flexibles debido a que son los más utilizados en este país.

La problemática de esta investigación se definió a través de la pregunta de investigación ¿Cómo el mejoramiento de la transitabilidad de la calle Juan José Flores mediante el diseño de un pavimento flexible contribuye al mejoramiento del estado de la calle Juan José Flores desde la Avenida la Huada hasta la calle Juan León Mera del cantón Huaquillas, provincia de El Oro? Y, se planteó como objetivo general diseñar un pavimento flexible mediante estudios de suelos y tráfico para el mejoramiento de la estructura de la vía Juan José Flores entre la avenida la Huada y Juan León Mera.

La metodología utilizada fue descriptiva de corte transversal y carácter cuantitativa, se valió de la Observación directa al medio para el levantamiento de información primaria y la Revisión documental para la información desde fuentes secundarias. Además, se empleó el Método AASHTO-93 para el diseño del tramo de carretera objeto de estudio antes mencionado.

La estructura del documento presenta después de esta Introducción el primer capítulo titulado Planteamiento del problema el cual consta de seis apartados donde al inicio se exponen los antecedentes, luego se describe la situación problemática, después se formula

el problema, acto seguido se delimita el objeto de estudio, la justificación de la producción de esta investigación y finalmente la presentación de los objetivos.

El segundo capítulo se titula Marco teórico y expone en primera instancia los antecedentes contextuales que preceden la problemática, el método empleado para dar solución a la misma y las tendencias en este ámbito, y luego los principales conceptos partiendo de la aclaración del déficit vial, la clasificación de los suelos, la identificación de los tipos de pavimento, la profundización en materia de pavimentos flexibles siendo la solución a la cual apunta esta investigación y por último el método AASHTO-93.

El tercer capítulo denominado Metodología presenta la forma en cómo se desarrolló la investigación explicando su modalidad básica, tipo, objeto de estudio, descripción de la población y la muestra, y los métodos teóricos y empíricos empleados. El último capítulo se denomina Análisis e interpretación de los resultados, el cual expone la información levantada, su utilidad y el diseño de la carretera en mención.

Los últimos epígrafes de este documento corresponden a las conclusiones que responden a los objetivos, recomendaciones en pro de estos desenlaces, y la bibliografía y anexos correspondientes para complementar la información presentada en el resto del escrito. Sin más que acotar, se deja a disposición del lector la información.

1. CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Línea Base

1.1.1 Provincia de El Oro

La provincia de El Oro es la más meridional de la costa ecuatoriana. Tiene varias zonas: montañosa, selvática, bosque seco, costa y archipiélago, protegidas con importancia histórica, gente amable y una tierra fértil y pródiga.

Geográficamente, la provincia de El Oro se encuentra en el extremo suroeste de Ecuador. Se encuentra entre las coordenadas geográficas siguientes: 3°02' y 3°53' Latitud Norte y 80°20' y 79°21' Latitud Oeste; Latitud $9^{\circ}570.500N$ $9^{\circ}661.000 S$ y Longitud $796.000E$, $782.000W$.

La provincia ocupa una superficie de 5.791,85 km², lo que representa el 2,15% de la superficie nacional. Las barreras provinciales son al norte las provincias de Guayas y Azuay, al sur la provincia de Loja y Perú, al este las provincias de Azuay y Loja y al oeste Perú y el Océano Pacífico.

Su clima varía en frases de la cantidad de lluvia que cae en cada zona, en la zona costera seca y una vecindad montañosa lluviosa. Sin embargo, en cada zona, la temperatura es de aproximadamente 25°. La capital de la provincia es Machala.

La provincia de El Oro está dividida en 14 cantones: Machala, Arenillas, Atahualpa, Balsas, Chilla, El Guabo, Huaquillas, Las Lajas, Marcabelí, Pasaje, Piñas, Portovelo, Santa Rosa y Zaruma, la provincia apuesta por cambiar su matriz eficiente, consolidándose como un polo empresarial y agroindustrial del sur del Ecuador, lo que unido al alto potencial turístico generará una nueva dinámica financiera y productiva para los orenses.

1.1.1.1 Componente biofísico

1.1.1.2 Relieve

En términos de altitud, la altitud de la provincia oscila entre los 0,50 metros sobre el grado del mar en la zona occidental, posterior al Océano Pacífico, hasta los 3.590 metros sobre el grado del mar, dentro de la localidad denominada Chilla Cocha dentro del Cantón Chilla.

El territorio es predominantemente llano, con playas al noroeste de la provincia. Las estribaciones de Tío Loma, Mullupungo y Chilla conforman las tierras altas. De acuerdo a la versión de artilugios geomorfológicos para la representación cartográfica de Ecosistemas del Ecuador Continental en la provincia de El Oro existen dos tipos de relieves tipo: Costero, que representa la zona costera de la provincia, que se forma a través de esteros y manglares, y en el frente se encuentra un duro y rápido de canales que separa al Archipiélago de Jambelí de otra subzona rotulada como tierras bajas, su elevación varía de cero a 20m. La subzona diferente es la de montaña al sur y sureste de la provincia, caracterizada por ser una región intermedia con elevaciones bajas (200 a 600 m) y la subzona alternativa al este, constituida por los flancos occidentales de la Cordillera de los Andes con las estribaciones de Mullupungo, Chilla y Tioloma.

1.1.1.3 Geología

La variedad montañosa de los Andes forma el eje primario del Ecuador y ofrece la mejor cantidad de mineralización metálica asociada a rocas intrusivas en contacto con rocas volcánicas o rocas carbonatadas, siendo más acentuada dentro del sur del país y directamente asociada a la restricción de la deflexión de Huancabamba, la cual es considerada como una mega estructura de deformación.

En la provincia de El Oro, al norte se encuentra el límite de la deflexión de Huancabamba, que coincide con la falla del río Jubones y Piñas-Portovelo. Debido a esta deflexión, la variedad montañosa de los Andes ajusta su curso debido a que en Perú el artilugio montañoso tiene una trayectoria noroeste y se modifica en Ecuador en un curso preferencial norte-sur.

Las características geológicas de la provincia se describen a través de dos zonas, tomando como referencia la falla de Jubones:

1. Zona Norte: Es la más pequeña en región y con menor elevación. Existen rocas que datan del Cretácico, como las rocas de la Formación Macuchi y reconocidas como volcanoclásticos andesíticos, lavas, tobas y sedimentos cuaternarios. La mayor parte de esta zona está cubierta por depósitos terciarios, incluida la Formación Saraguro, compuesta por lavas y piroclastos andesíticos y riolíticos. La Formación Tarqui pertenece

al Cuaternario, compuesta por piroclastos, dacitas y lavas riolíticas, además de depósitos sedimentarios cuaternarios formados por arcillas marinas estuarinas.

2. Zona Sur: corresponde al lugar situado al sur de la falla de Jubones, que incluye la mayor parte de la provincia. Afloran las rocas más antiguas, similares a una serie metamórfica precámbrica, constituida por el Grupo Piedras, formado por esquistos inexpertos, anfibolitas y cuarcitas; del Paleozoico decreciente, el Grupo Tahuín, Formaciones Capiro y San Roque, constituidas por esquistos, gneis, cuarcitas y anfibolitas; del Cretácico, la Formación Raspa, compuesta por esquistos, la Formación Célica compuesta por lavas andesíticas y piroclásticas, el Grupo Alamor, conglomerados, areniscas, lutitas, grauvacas, piroclastos.

1.1.1.4 Clima

Teniendo en cuenta los datos de temperatura media, es evidente que existe una gran diferencia entre la zona alta del centro de la provincia, donde las temperaturas oscilan entre los 14°C y los 22°C, con una precipitación media anual de 1500 mm, y la zona baja, donde las temperaturas oscilan entre los 18°C y los 30°C y la precipitación anual es de 550 mm.

1.1.2 Cantón Huaquillas

1.1.2.1 Ubicación de cantón Huaquillas

El Cantón Huaquillas está ubicado en la zona sur del Ecuador, en la Región Costa, pertenece a la Provincia de El Oro. El Cantón Huaquillas se encuentra al sur oeste de Machala a unos 75 Km.

1.1.2.2 Factores climáticos

Huaquillas, al estar situada en una región tropical intensa, tiene un clima tropical megatérmico semiárido. Las temperaturas medias anuales son de aproximadamente 24°C, con máximas que no suelen superar los 32°C y mínimas que rondan los dieciséis °C. Las precipitaciones anuales son inferiores a 500 mm y se concentran en una única estación húmeda, de enero a abril. Dado el papel preponderante de la corriente incruenta de Humboldt. Entre julio y octubre, el tiempo se caracteriza por cielos muy nubosos, nieblas y lloviznas sin un impacto notable en las plantas. La irregularidad interanual de las lluvias es extraordinariamente excesiva debido a las abundantes precipitaciones ocasionadas por

el fenómeno de El Niño, que se presenta episódicamente y es la época en que más reverdece el panorama. El cantón de Huaquillas ha sido azotado regularmente con la ayuda de inundaciones leves, fuertes y catastróficas que han afectado significativamente todo el occidente del cantón, especialmente las regiones aledañas al canal mundial.

1.1.2.3 Temperatura

Según las estadísticas del Instituto Nacional de Meteorología - Estación de Arenillas, las variaciones del tiempo y la temperatura se producen en ciclos de características comparables a lo largo de periodos de diez a doce meses.

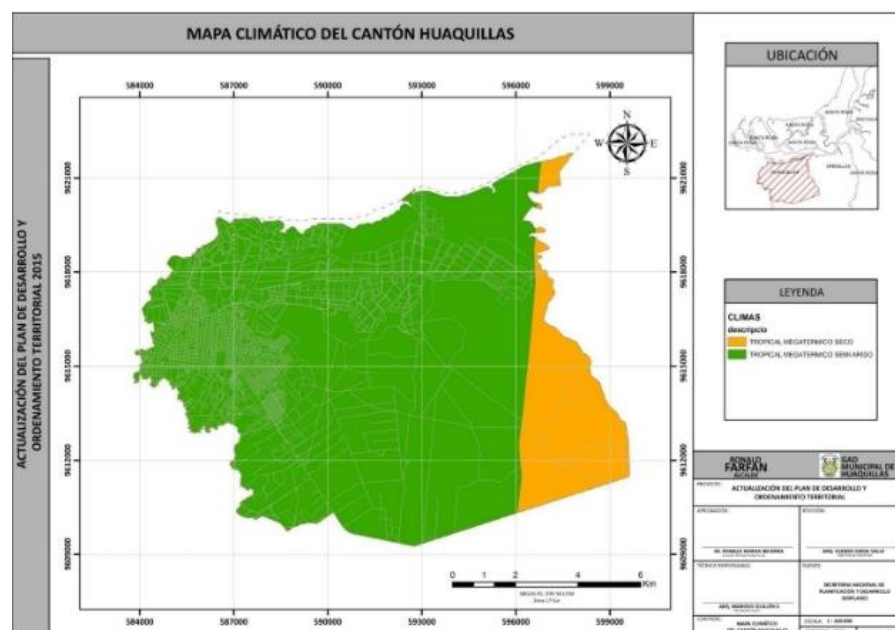
Según la tabla, la temperatura anual común corresponde a 25,1 grados centígrados, con un máximo absoluto de 37,5 grados centígrados, lo que sugiere que el clima es bastante cálido en el transcurso del máximo de los 12 meses.

Tabla 1: Temperatura Promedio Anual

TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL	° C
Media	25.1
Máxima Media	31.0
Mínima Media	20.7
Máxima Absoluta	37.5
Mínima Absoluta	12.0

Fuente: Plan de desarrollo Ordenamiento Territorial El Oro

Figura 1: Mapa climático del cantón Huaquillas

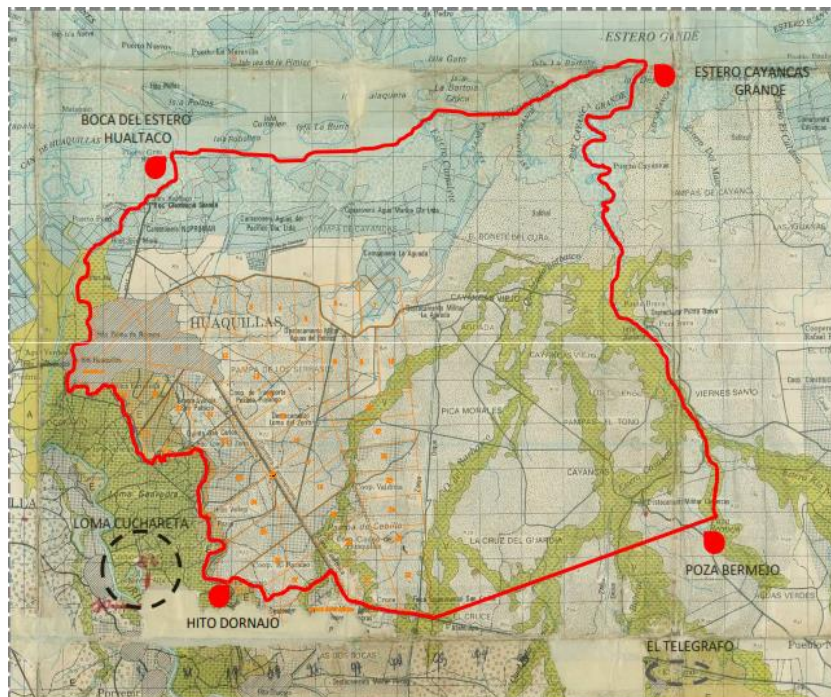


Fuente: Plan de desarrollo Ordenamiento Territorial del cantón Huaquillas

1.1.2.4 Límites

La jurisdicción político-administrativa del Cantón Huaquillas comprenderá la Parroquia Huaquillas y sus límites son: al Norte: desde el factor en que limita con el Perú hasta el océano, la línea de costa hasta la desembocadura del Estero Hualtaco, sobre el rango aproximado de los tres°26' 00" S. Desde allí la línea imaginaria al Este que pasa entre la costa y las islas Pollos, Róbaló, La Burra, Chalaquera, Bartola Chica, Bartola y su prolongación hasta alcanzar la boca del Estero Cayancas Grande; al Este: desde esta boca del Estero Cayancas Grande, aguas arriba hasta el punto en que comienzan los límites actuales con la parroquia de Chacras; al Sur: el límite actual de la parroquia de Chacras, hasta el punto en que comienzan los obstáculos de corte con la parroquia de Chacras; al Sur: el límite actual de la parroquia de Chacras, hasta cierta extensión del Canal de Zarumilla, coordenadas 3° 29' 59" Sur, ochenta ° 13' 33" Sur, este Canal hasta el punto de coordenadas tres ° 30' 00" Sur, 80° 14' 15" Oeste; desde este punto hasta el límite propio con el Perú; al Oeste: el límite propio mencionado hasta el océano. * Registro Oficial del 6 de octubre de 1980.

Figura 2: Mapa de Límites de Huaquillas



Fuente: Plan de desarrollo Ordenamiento Territorial del cantón Huaquillas

1.1.2.5 Vientos

En el lugar, los vientos predominantes son los provenientes del estuario de Pitahaya, que tienen una orientación heliotrópica norte-sur. Estos vientos tienen una acción de edición constante en el clima de la ciudad, por lo que es más fresco, aunque seco, porque toda la ubicación circundante es completamente plana y no hay límites corporales o vegetales para salvarte su movimiento de mejora.

1.1.2.6 Nubosidad

Según datos de la investigación hidrometeorológica de las cuencas Puyango - Tumbes Catamayo - Chira, la nubosidad común anual es de 6,5%, aunque hay variaciones ininterrumpidas entre las temporadas de hielo y verano, principalmente mientras el fenómeno de El Niño ocurre cada 7 a diez años.

1.1.2.7 Pluviosidad

La precipitación anual común en Huaquillas varía de ciento veinticinco a 250 mm. Los meses húmedos son de diciembre a mayo y de junio a noviembre la humedad es del 87%. En los meses de julio a diciembre, las precipitaciones disminuyen a 7.3 mm y dieciséis.5 mm, respectivamente.

Es vital señalar que durante la época de verano las precipitaciones son nulas dentro del cantón, debido a que no existen factores orográficos en las cercanías, esto significa que los vientos provenientes del océano y cargados de humedad se desvían inmediatamente hacia el interior de los estados unidos de américa hasta llegar a la cordillera de los andes.

1.1.2.8 Recursos Hídricos

Para el abastecimiento de agua potable dentro de la ciudad, se utilizaron pozos profundos ubicados en el lugar de Chacras y cerca del cantón. Esto admite la existencia de grandes problemas para el abastecimiento normal de agua de consumo en el cantón, debido a que no existe un río que lo rodee, ni que se encuentre dentro del territorio del cantón. A través de la implementación de la Planta Regional de Agua Potable Arenillas - Huaquillas, que capta agua de la represa Tahuín que recoge agua del río Arenillas y mediante electrobombas a través de tuberías se lleva el agua al cantón.

El río Zarumilla cruza el límite jap y sur del cantón, del cual el Canal Internacional es un límite herbal. El estero Róballo cruza la parte oriental del cantón, el cual desemboca en el Canal Boca de Capones, que a su vez deposita sus aguas dentro del Océano Pacífico.

El río Zarumilla y el río Tumbes son afluentes de una gran cantidad de canales, los cuales en épocas de inundación adquieren enormes cantidades de agua y las depositan de sus cauces, elevando notablemente los grados de agua de dichos ríos, esto ocasiona desbordamientos que afectan a los cantones de Huaquillas, Aguas Verdes, Zarumilla y Tumbes con caudales que superan los 6 metros de pico en sus etapas ordinarias.

1.1.2.9 Geología y suelos

En el litoral arenoso de este sector de existencia se ha desarrollado un suelo arenoso profundo (cuarenta - cien cm), con riesgo de erosión eólica. En pendientes inferiores al 25%, puede encontrarse un suelo franco rojizo poco profundo (10 - cuarenta cm) con piedras y arcilla aluvial en los primeros 20 cm. En las colinas sedimentarias, se pueden encontrar suelos con más del 35% de arcilla, con forma masiva en algún momento del invierno y grietas de hasta dos cm en verano. Donde la pendiente es extra que grande en alguna etapa en el invierno y grietas de hasta 2 cm dentro del verano. Donde la pendiente es extra del 25%, los suelos son menos profundos que los anteriores y descansan sobre tejido de determinación discontinua.

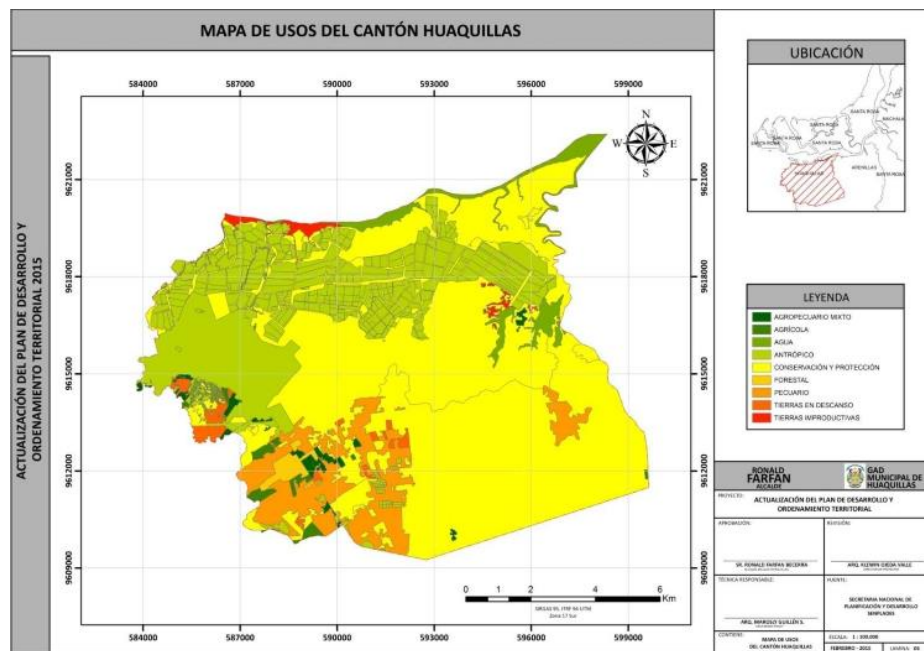
Sobre las losas de arenisca en pendientes inferiores al 10%, se han formado suelos arcillosos, que durante el verano forman grietas, estos son de textura franca (25 - 50% arcilla) y de intensidad variable (40 - 100 cm).

En las zonas erosionadas hay suelos poco avanzados y realmente poco profundos sobre la roca madre, que aflora en algunos lugares.

1.1.2.10 Uso y cobertura del suelo

En el cantón contamos con un porcentaje de área de camaroneras 25% del área total del territorio como se demuestra en el siguiente cuadro:

Figura 3: Mapa de usos del cantón Huaquillas



Fuente: Plan de desarrollo Ordenamiento Territorial del cantón Huaquillas

1.1.2.11 Delimitación del área sujetas a amenazas de tipo natural.

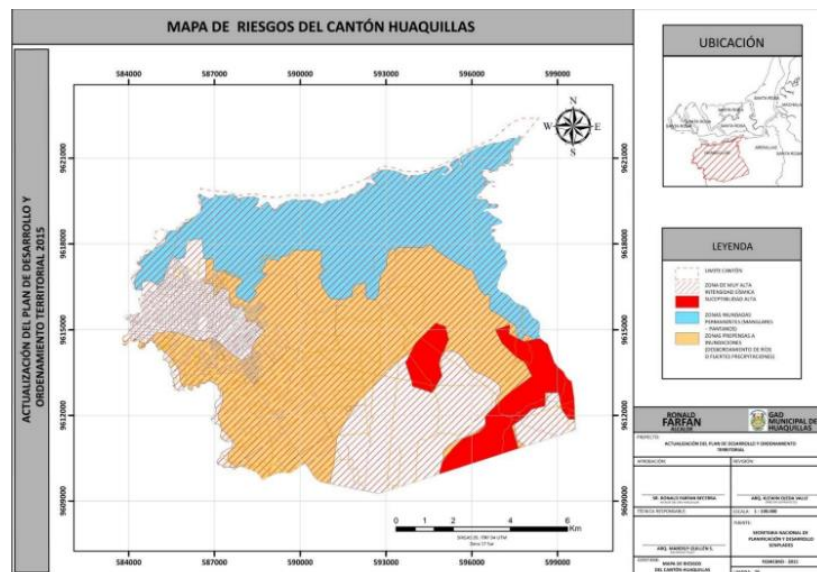
Los registros de inundaciones paulatinas en el cantón se remontan a los inicios mismos del advenimiento del municipio de Huaquillas. Si examinamos cronológicamente los asentamientos que dieron impulso al crecimiento poblacional del cantón, podemos observar que los primeros se construyeron dentro de los componentes altos como medida de seguridad, ya que en aquellos tiempos los lugares de comercio dentro del sector bajo de la poza profunda se inundaban con la ayuda de la creciente del río Zarumilla, adicionalmente tenemos la presencia de sismos en el transcurso del cantón por ser una zona con excesiva profundidad sísmica.

En la actualidad, el cantón ha avanzado a tal punto que los sectores más bajos se han poblado y se han convertido en zonas de amenaza excesiva con el desbordamiento del río Zarumilla en época de heladas, afectando a más de 500 familias que habitan en las localidades de Milton Reyes, Nueve de Octubre, 24 de Mayo, Miraflores, Juan Montalvo, Primero de Mayo y Simón Bolívar.

En los últimos años, se ha producido un auge descontrolado de la cantidad de vehículos, lo que ha provocado un aumento de los contaminantes, que es perjudicial para la salud y provoca grandes cantidades de suciedad en las calles sin asfaltar.

La principal fuente de emisiones contaminantes del aire es la quema de maleza y basura y el humo de la quema de ladrillos.

Figura 4: Mapa de riesgos del cantón Huaquillas



Fuente: Plan de desarrollo Ordenamiento Territorial del cantón Huaquillas

1.2 Antecedentes.

La ciudad de Huaquillas que se encuentra ubicada al sur de Ecuador se ha caracterizado por tener un sector comercial muy dinámico, especialmente al tener como vecino fronterizo a Perú, aunque durante los últimos años ha ido destacando también por el turismo que se desarrolla a sus alrededores. Por otra parte, las vías de comunicación terrestre continúan siendo las más utilizadas en esta región, lo que permite inferir que la estructura vial de este cantón es un aspecto muy importante a considerar para su desarrollo socioeconómico. Posterior a este párrafo se presentan los antecedentes del pavimento más utilizado en Ecuador y Perú.

El pavimento flexible es uno de los que se construyen con mayor frecuencia en Ecuador, incluso una gran variedad de estudios se ha centrado en analizar el estado de las carreteras considerando el incremento paulatino del tráfico a razón del crecimiento poblacional y económico de un determinado sector, como por ejemplo en la investigación de Baque-Solis (2020) donde toma como objeto de estudio el Tramo II de la carretera Puerto-Aeropuerto en Manta, siendo el crecimiento acelerado del parque automotor el factor que condiciona el uso de esta infraestructura.

Así mismo, en otras regiones de Latinoamérica como Perú el pavimento flexible también es preferido por sobre los demás tipos de pavimento, y allí De La Cruz et al. (2022), quienes estudian la serviciabilidad y capacidad resistente del tramo Azángaro-Salinas en Puno, resaltan la importancia de realizar evaluaciones previas del sector y recomiendan considerar las condiciones socioeconómicas y climáticas como parte del análisis para su diseño, indicando también que de no hacerlo pueden deteriorarse al punto de llegar a un estado deplorable antes del cumplimiento de su vida útil.

Por otra parte, desde el sustento técnico existe la suficiencia en cuanto a volumen de información, calidad y pertinencia de la misma en materia de métodos para el diseño de pavimentos con comportamientos diferentes en función de las cargas que soportan, de entre los cuales destaca el denominado AASHTO-93 (Castro-Vásquez et al., 2020; De La Cruz y Paredes, 2021) desarrollado por la Asociación de Administradores de Carreteras de los Estados Unidos (Baque-Solis, 2020).

Como antecedente se expone el estudio de Barreto et al. (2018) quienes concluyen que el método AASHTO-93 es el más confiable en comparación con la Ley de la cuarta potencia o el del Instituto del Asfalto, para el diseño de un pavimento flexible que desarrollaron en el cantón Coronel Marcelino Maridueña de la provincia de Guayas. Así mismo, León (2021) analiza una población de 150 calles de un distrito de Perú que también fueron diseñadas a partir del método en mención.

Además, en Huaquillas ha prevalecido la polémica de la ciudadanía con las autoridades municipales por el desarrollo de obras públicas en materia vial, siendo esta también una oportunidad para crear una propuesta de valor desde la intervención netamente académica. Entonces, a continuación, se presenta el paso a paso para formular el problema partiendo por la descripción de la situación y finalmente presentando los objetivos de esta investigación.

1.2 Descripción de la situación problemática.

El desarrollo de Huaquillas se ha visto potenciado por el turismo, especialmente con el boom que ha tenido la Isla San Gregorio en los últimos cinco años siendo considerada como uno de los principales destinos turísticos de El Oro. Además, el sector comercial de este cantón ha sido el más apreciable de la provincia por su cercanía con la frontera de

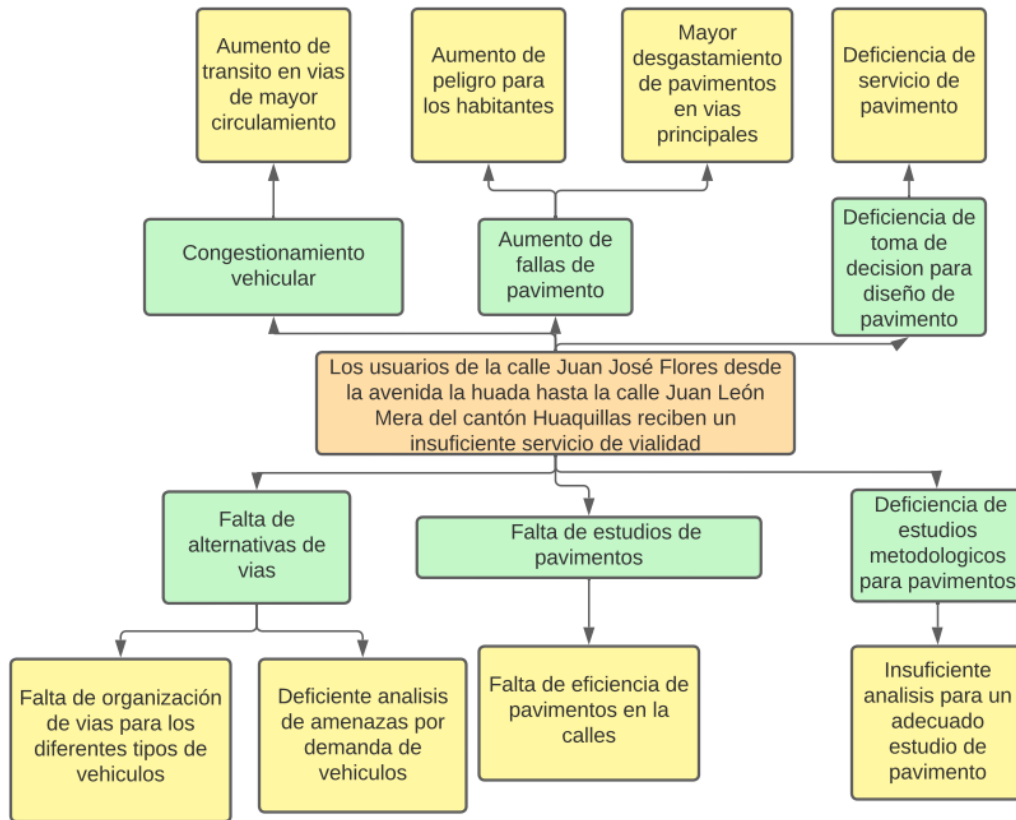
Perú, y así mismo, aunque en menor proporción, destacan las actividades de agricultura destinadas para el consumo interno.

Sin embargo, pese al potencial económico que tiene la Isla San Gregorio y el comercial que ha sido propio de Huaquillas, existe un déficit vial respecto al mal estado de sus vías en algunos tramos de diferentes sectores que conectan con el puerto de partida y la frontera que actualmente no se encuentran pavimentadas, es decir, no se están operativas en su totalidad. Entonces, se considera que esta situación ha tenido repercusiones en el desarrollo económico del cantón puesto que ha dificultado el desplazamiento de la población local, turista, y de los vehículos.

Las repercusiones de este déficit vial ya han causado estragos en el cantón, pues existen diferencias marcadas entre algunos sectores que poseen carreteras pavimentadas con aquellos que no, haciendo énfasis puntualmente en las infraestructuras y cantidad de negocios activos. No obstante, con base en los estudios hasta este punto analizados se infiere que las repercusiones van más allá de cómo se aprecia la imagen de los sectores con vías deplorables, pues también influye en el desarrollo económico de los moradores quienes tienen un obstáculo para la ejecución de sus actividades cotidianas.

El problema de este proyecto es el insuficiente servicio vial que reciben los usuarios de la calle Juan José Flores desde la avenida la Huada hasta la calle Juan León Mera del cantón Huaquillas, lo cual es por la deficiencia de estudios metodológicos para pavimentos, esto puede producir un deficiencia de toma de decisión para un correcto diseño de pavimento lo cual también produce un falta de estudios de pavimentos, con ello a futuro se aumentarán más fallas de pavimentos en las calles del cantón Huaquillas, esto conlleva a que exista una falta de alternativas de vías para que las personas logren movilizarse, con ello a futuro puede producirse un congestionamiento vehicular, el cual se producirá en las vías de mayor circulación que posee el cantón.

Figura 5: Cuadro de causas y efectos para identificar el problema



Fuente: Galo Ochoa Román

1.3 Formulación del problema.

Considerando la descripción de la situación problemática presentada en el párrafo anterior, se formula a continuación el problema a través de la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo el mejoramiento de la transitabilidad de la calle Juan José Flores mediante el diseño de un pavimento flexible contribuye al mejoramiento del estado de la calle Juan José Flores desde la Avenida la Huada hasta la calle Juan León Mera del cantón Huaquillas, provincia de El Oro?

1.4 Delimitación del objeto de estudio.

Partiendo del conocimiento empírico producido como consecuencia de la observación directa no estructurada se identificó disparidad en la estructura vial de Huaquillas, y especialmente llamó la atención el déficit vial que tiene la calle Juan José Flores. Los principales hallazgos son los siguientes: Las familias quienes habitan en este sector sí cuentan con servicios básicos pero las infraestructuras son de ladrillo y se encuentran en un estado deplorable medio-bajo, además, el estrato social es de clase media-baja y en su

mayoría son pescadores artesanales teniendo que trasladarse diariamente hacia otros sectores.

Así mismo, el comercio en el tramo comprendido en este sector es casi nulo, pues solamente se encuentran tiendas convencionales. Por otra parte, esta carretera puede ser utilizada como alternativa para conectar con la vía que lleva a Puerto Hualtaco, desde donde se parte a la Isla San Gregorio. Es así como se delimitó que el tramo de la calle Juan José Flores comprendido desde la Avenida la Huada hasta la calle Juan León Mera ...ver Anexo 1..., el cual tiene una longitud aproximada de 1.6 Km. sin pavimentar, fue delimitado como objeto de estudio.

1.5 Justificación.

La razón que justifica el desarrollo de esta investigación es descrita por Baque-Solis (2020) en su estudio donde manifiesta que “el progreso de un país se ve reflejado (...) en el desarrollo y estado de conservación de su infraestructura. Por tanto, (...) se requiere que la red vial a lo largo del territorio nacional (...) garantice a los individuos seguridad y bienestar” (p. 206), siendo la movilidad trascendental en el desarrollo de las actividades cotidianas y la economía.

Por otra parte, desde la perspectiva de De La Cruz y Paredes (2021) se considera que es importante hacer un correcto análisis previo al diseño de una infraestructura vial porque esta será la vía de conexión entre productores y consumidores, representando a su vez un costo de transporte que al ser disminuido le permite a la sociedad en general tener un mejor desarrollo socioeconómico. Es decir, el diseño adecuado de una carretera representa beneficios a largo plazo para los sectores que son conectados a través de esta vía.

En cuanto a la justificación técnica, se cuenta con la suficiente información y recursos tecnológicos para diseñar un pavimento mediante la aplicación del método AASHTO-93, con fuentes de información confiables y sobre todo con referentes locales de El Oro, Ecuador y otros países latinoamericanos, entre los cuales destaca Perú principalmente. Así mismo, existen otros trabajos en repositorios universitarios que emplean el mismo método y fueron de sustento durante la fase exploratoria.

Como se relató anteriormente en el apartado de Descripción de la situación problemática, los síntomas del déficit vial que existe en el tramo de la calle Juan José Flores

comprendido desde la Avenida la Huada hasta la calle Juan León Mera son palpables para la población y ya ha generado un malestar general en la población que habita este sector el cual ha estado descuidado desde hace más de una década. En respuesta a estas afirmaciones, es necesario y se justifica la producción de este estudio, planteando así los siguientes objetivos.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general.

Diseñar un pavimento flexible mediante estudios de suelos y tráfico para el mejoramiento de la estructura de la vía Juan José Flores entre la avenida la Huada y Juan León Mera.

1.6.2 Objetivos específicos.

- Elaborar el estudio de tráfico para mejorar la transitabilidad del tramo de la calle Juan José Flores desde la Avenida La Huada hasta la calle Juan León Mera
- Realizar los diferentes tipos de ensayos de suelo, para lograr con ello calcular la estructura de la vía Juan José Flores desde la Avenida La Huada hasta la calle Juan León Mera.
- Diseñar los espesores de las capas del pavimento por medio del método AASHTO-93 para la verificación de los esfuerzos generados por las cargas producidas en la vía Juan José Flores entre la avenida la Huada y Juan León Mera.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes contextuales.

Uno de los principales problemas en América Latina es la corrupción, y paradójicamente son los mismos servidores públicos quienes agravan esta situación cuando su rol debería ser combatirla. En el contexto de la ingeniería civil, es importante analizar la problemática partiendo de este factor que a la larga resulta ser trascendente en cuanto al desarrollo de las infraestructuras viales se refiere.

La corrupción como detonante de la inflación promueve el incremento desmesurado de los precios de los productos sin que exista un desarrollo social equiparable. En tal sentido, Ariza-Zabala et al. (2022) Explican que en Colombia el costo de los materiales para pavimentación son exhuberantes, acarreado como consecuencia el estado deplorable de su infraestructura vial y escasez de carreteras. Desde esta perspectiva, los autores contemplan una importante problemática que trunca el desarrollo económico a través del encarecimiento de los costos logísticos.

Así también, la construcción del sistema vial es una competencia netamente del Estado y en tal sentido la corrupción se encuentra presente constantemente en la repartición de obras donde prima el egoísmo por enriquecer el patrimonio de determinados contratistas por sobre el bien común de la sociedad, siendo una tendencia la utilización de materiales de mala calidad y el diseño ineficiente de las carreteras (Rivera-Rhon & Bravo-Grijalva, 2020).

Sin embargo, el contexto en otras localidades es diferente y alentador, incluso se desarrollan propuestas interesantes para el diseño de las vías. Los autores Delgado-Castro y Lucas-Alay (2019) destacan a la American Association of State Highway and Transportation de Estados Unidos como la institución pionera en el establecimiento de normas, fórmulas y procedimientos para el análisis y diseño de vías, las cuales son referente a nivel mundial y sirven para el desarrollo de la propuesta final de esta investigación.

En Ecuador, el 32.6% de las carreteras se encontraba en mal estado hasta 2016 (Sornoza et al., 2018), entre las cuales está la calle Juan José Flores desde la Avenida la Huada hasta la calle Juan León Mera del cantón Huaquillas, provincia de El Oro. Al momento

no se lograron identificar que existen proyectos en marcha para su pavimentación y tampoco la existencia de estudios sobre esta problemática.

Por otra parte, en la actualidad el estudio de los pavimentos flexibles trasciende la importancia para el desarrollo socio económico, pues al igual que las corrientes sociales ha sido redirigido hacia la producción de carreteras ecológicas o enfocadas en la reducción del impacto ambiental. Tal es el caso presentado por Alarcón et al. (2019) quienes destacan en la reutilización de las llantas de caucho en la mezcla asfáltica.

2.2 Antecedentes conceptuales y referenciales.

2.2.1 Déficit vial.

De acuerdo a los aportes de diferentes estudios de la región, el déficit vial es una denominación que comprende dos problemáticas, la carencia de vías o el estado deplorable de las mismas (Ariza-Zabala et al., 2022). Es decir, se considera que el déficit vial es general cuando la cantidad de carreteras disponibles no abastece la demanda social, e individual cuando se encuentra en mal estado.

La calidad de las vías es un factor que incide en la competitividad local e internacional, pues incide en los niveles de producción a través del soporte que brinda al proceso logística (Cortés, 2018), es decir, repercute en el abastecimiento, tiempos de producción y entrega de los productos. Los casos donde persiste una calidad deplorable de las carreteras se presentan frecuentemente en Latinoamérica, y en contraste, es notoria la falta de competitividad de los países de esta región respecto a otros donde el sistema vial es excelente.

Desde otra perspectiva, Sornoza et al. (2018) quienes identificaron el estado de las carreteras en Ecuador concuerdan en que el mal estado de las vías representa otros riesgos para la sociedad como lo son accidentes de tránsito y congestión vehicular. Sin embargo, al final en su análisis concluyen que las repercusiones terminan siendo socioeconómicas, al igual que los demás estudios presentados con anterioridad en esta investigación.

2.2.2 Clasificación de los suelos.

Para la construcción de una carretera, previamente se debe atravesar por un proceso de diseño precedido por normas y fórmulas que respondan a un método; sin embargo, previamente se debe conocer el tipo de suelo sobre el que se va a trabajar, considerado

por Crespo (2004, como se citó en Castro-Vásquez et al., 2020) como el principal insumo y presentando la siguiente clasificación:

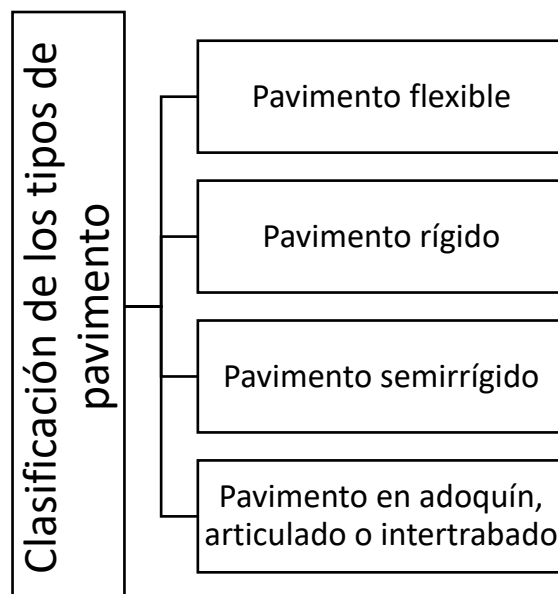
- Suelos de partículas finas
 - Suelos altamente orgánicos
 - Turbas y otros suelos altamente orgánicos
 - Limos y arcillas con límite líquido mayor de 50%
 - Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad
 - Limos orgánicos de media plasticidad
 - Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
 - Arcillas francas
 - Limos orgánicos
 - Limos micáceos
 - Limos y arcillas con límite líquido menor de 50%
 - Limos orgánicos
 - Arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
 - Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad
 - Arcillas con grava, arenosas o limosas
 - Limos inorgánicos
 - Polvo de roca
 - Limos arenosos o arcillosos
- Suelos de partículas gruesas
 - Arenas
 - Arena con finos en cantidad apreciable
 - Arenas arcillosas
 - Mezcla de arena y arcilla
 - Arenas limosas
 - Mezcla de arena y fino
 - Arena limpia con poco o nada de finos
 - Arenas mal graduadas
 - Arena con gravas, poco o nada de finos
 - Arenas bien graduadas
 - Arena con grava, poco o nada de finos

- Gravas
 - Gravas con finos en cantidad apreciable
 - Gravas arcillosas
 - Mezcla de grava, arena y arcilla
 - Gravas limosas
 - Mezcla de grava, arena y fino
 - Grava limpia con poco o nada de finos
 - Gravas mal graduadas
 - Mezcla de grava y arena con poco o nada de finos
 - Gravas bien graduadas
 - Mezcla de grava y arena con poco o nada de finos

2.2.3 Tipos de pavimento.

En una aproximación inicial desde el análisis del estudio de Tello-Cifuentes et al. (2021) se identificaron dos tipos de pavimento, el flexible y el rígido; sin embargo, otros estudios reconocen la existencia de otros tipos de pavimentos cuya taxonomía permite inferir que son modelos híbridos desarrollados a partir de los dos principales mencionados anteriormente (Navarro y Acuña, 2021; Veronese y Fardin, 2020; Zambrano et al., 2020), identificando así la siguiente clasificación:

Figura 6. Clasificación de los tipos de pavimento

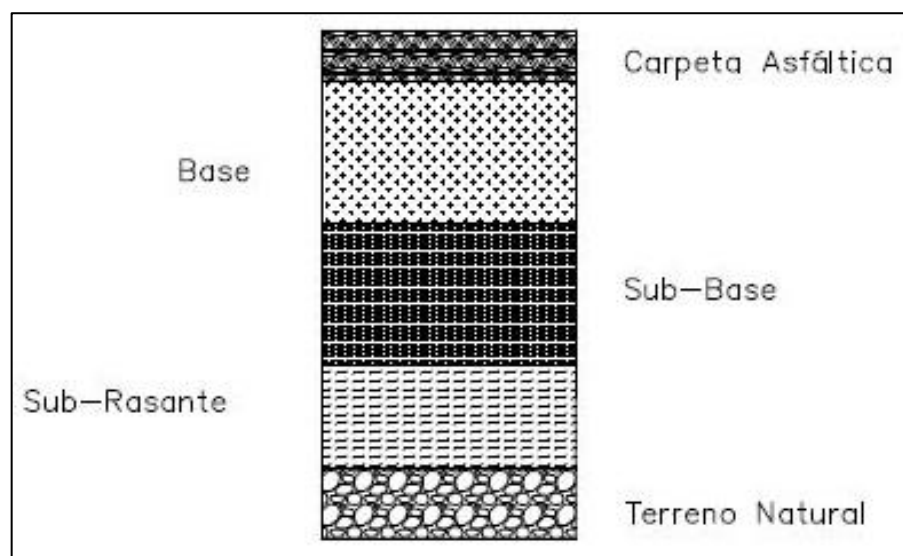


Cada uno de estos pavimentos se pueden aplicar con base en el tránsito o propósito de la carretera, y en el caso de esta investigación, se ha precisado del pavimento flexible por su practicidad y bajos costos considerando que el tramo de la carretera a diseñar es una vía secundaria. A continuación, se profundiza acerca de sus características.

2.2.4 Pavimento flexible.

Un pavimento flexible es una estructura vial que de acuerdo con x está conformada de la siguiente manera:

Figura 7. Commposición de un pavimento flexible



Las especificaciones técnicas de este tipo de pavimento indican que uno de los principales análisis es la determinación de la fatiga de las mezclas asfálticas para prever la deformación de esta capa, la cual regularmente es producida por la repetitividad de las cargas que ejercen fuerza sobre esta (Figuroa y Fonseca, 2020). Según Abril et al. (2022), esto provoca una relación modular con la subrasante la cual se interpreta a través de la siguiente fórmula:

$$\varepsilon_t = \varepsilon_6 * (1/N)^{-b} * k_c * k_s * k_r * k_t$$

Donde: k_e evalúa el comportamiento del material durante la prueba de laboratorio

k_s considera la resistencia a fatiga de la capa que la soporta

k_t es el coeficiente que corrige la temperatura

k_r es el coeficiente que ajusta la deformación

El diseño de un pavimento flexible requiere de diferentes análisis, y de acuerdo con Melchor et al. (2020) se parte con el de las curvas de compactación de los materiales de cada capa asfáltica para conocer la densidad seca máxima y el contenido gravimétrico. En la misma línea, los autores Rojas et al. (2021) agregan que esto es necesario debido a que estas capas presentan diferentes gradientes de temperatura donde el comportamiento natural es menor temperatura a mayor profundidad.

Posterior a la capa asfáltica se encuentran una o varias otras de menor rigidez. De forma inmediata después se encuentra la base la cual, según Baque-Solís (2020), tiene como principal función sostener, distribuir y transmitir las cargas que genera el tránsito, además, el material granular que la compone suele ser drenante al 80%. Luego, este mismo autor expresa se encuentra la subbase que tiene como característica 40% de capacidad de drenaje.

De acuerdo con Oblitas-Gastelo et al. (2021), la vida útil y serviciabilidad de estos pavimentos tiende a disminuir cuando incrementan las cargas de tránsito, por cambios de temperatura o deficiencias en el proceso de elaboración. Por lo tanto, es necesario aplicar un método adecuado para el diseño de un pavimento flexible, y entre ellos destaca el Método AASHTO-93 que se explica a continuación.

2.2.5 Método AASHTO-93.

La particularidad de este método es que las recomendaciones para el diseño se realizan con base en las experiencias y los resultados de investigaciones producidas en Estados Unidos, razón por la cual éste se considera un método empírico (Odar et al., 2019). Sin embargo, otros estudios agregan que además este método puede ser considerado mecanicista por la practicidad en materia de diseño, permitiendo la realización de ajustes hasta el cumplimiento de los parámetros establecidos por la norma (Ferrari y Barbosa, 2021; Zambrano et al., 2020).

Según Bojorque-Iñiguez (2021), el Método AASHTO-93 realiza las siguientes tres consideraciones para determinar cuál será el espesor de una losa:

- 1) Tráfico de vehículos pesados
- 2) Resistencia a la flexión del concreto
- 3) Valor de soporte de la cimentación

La practicidad de este modelo en el diseño de pavimentos es una de sus principales características, pues, en palabras de Zambrano et al. (2020), puede ser utilizado en situaciones de planteamiento de propuestas de mejora del comportamiento estructural valiéndose de la pronosticación de las deformaciones permanentes con base en el comportamiento esperado del tránsito y las consecuencias en cuanto a deformaciones de la vía, para así permitirle mejorar el material subbase.

Otra consideración de la norma vigente de este método para la construcción de carreteras, según Parra et al. (2020), establece la obtención de Módulos Resilientes cuando las cargas soportadas son dinámicas, determinando así los valores para la base, subbase y materiales necesarios para la estructura.

En la misma línea del párrafo anterior, los autores Quevedo-Pesántez et al. (2021) manifiestan que el Método AASHTO-93 establece valores admisibles para la tensión y deformación de los pavimentos, entonces, recomiendan que para el correcto diseño de una carretera se deben realizar los ajustes necesarios para los espesores hasta que se puedan cumplir con los límites a los cuales se refirió anteriormente.

3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Modalidad básica de la investigación.

Modelo de Investigación aplicada

En realidad, es uno de los tipos más populares de modas de estudios. Su precio es hacer uso de la experiencia recibida, por lo que está estrechamente relacionada con la versión de investigación simple, ya que se basa en sus consecuencias. Su objetivo es reforzar la comprensión cultural y clínica.

Los estudios aplicados tienen como objetivo transformar el conocimiento, lo que es conveniente para la mejora de la sociedad. (Palomo, 2021)

3.2 Tipo de investigación.

La investigación aplicada (IA), adicionalmente llamada sensible o empírica, busca el software de la comprensión que adquiere; está conectada con la investigación primaria en la medida en que requiere un marco teórico (resultados y avances), fundamentos y reino de la obra que permitan la coherencia dentro de la serie y sistematización de datos y el análisis e interpretación de los hechos. (Frida, 2011)

3.3 Objeto de estudio.

El presente estudio será realizado en la vía Juan José Flores entre la avenida La Huada y la vía Juan León Mera, la cual se encuentra en el sector norte del cantón Huaquillas.

3.4 Descripción de la población y muestra.

En el proyecto de pavimento en vías urbanas en la calle Juan José Flores del cantón Huaquillas, este cantón se ubica entre los cantones con mayor población absoluta y porcentual residiendo en su cabecera cantonal, cabe señalar que el cantón Huaquillas es el único centro poblado de la provincia donde el mayor porcentaje de la población es inmigrante proveniente básicamente de la provincia de Loja y de otros cantones de El Oro.

Según el CENSO en el año 2010, el Cantón Huaquillas cuenta con una población de 48285 habitantes de los cuales un 1.3% no ha sido registrada, el 49.79 % son hombres y el 50.21 % son mujeres. Para la estimación de la muestra para el proyecto se optó a sacarla con una fórmula, en ella nos pide un parámetro estadístico que depende de un nivel de

confianza en el cual será de un 90%, además de un error de estimación máximo aceptado, éste será de un 3%, también de una probabilidad de que ocurra el evento estudiado y una probabilidad de que no ocurra, por ello le di un porcentaje del 50% a los dos, en la cual como resultado me salió un tamaño de muestra de 751.67 habitantes.

3.5 Métodos teóricos con los materiales usados.

En el proyecto se ponen de manifiesto dos variables como son el número y tipo de vehículos y el diseño del pavimento, para cuestiones prácticas se llamarán transitabilidad y diseño; la primera es la variable dependiente ya que el movimiento vehicular en la vía dependerá del tipo de diseño de pavimento flexible que tenga la calzada de la vía.

La variable independiente es el diseño de pavimento flexible, el cual se mostrará en la siguiente tabla:

Tabla 2: Operacionalización de la variable independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO
DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE	El pavimento consta de las siguientes capas como: cimentación, sub base y carpeta de rodadura. Para la ejecución, se utiliza materiales granulares y asfálticos para la carpeta de rodadura (Manual de suelos, 2013).	El pavimento flexible cuenta con parámetros de tráfico, levantamiento topográfico, mecánica de suelos y espesor del suelo para su posterior diseño y realización de planos.	Estudio de Tráfico	Índice medio diario semanal	Observación	Manual de carreteras: Diseño geométrico
				Índice medio diario anual		
			Estudio Topográfico	Levantamiento Planimétrico	Observación	Estación Total
				Secciones transversales		
			Estudio de suelos	Clasificación de suelos	Observación - Análisis documental	Tamizado de la muestra, Cuchara Casagrande, Horno Laboratorio, Aashto 93, Proctor modificado
				Análisis granulométrico		
				Límites plástico		
				Líquido e índice de plasticidad		
				Contenido de humedad		
				CBR		
Proctor						
Cálculo del espesor del pavimento	Pavimento flexible	Observación - Análisis documental	C.E.010 y Aashto 93			

Fuente: Galo Ochoa Román

3.6 Métodos empíricos con los materiales usados.

3.6.1 Estudio Topográfico.

Se realizó el estudio topográfico considerando los siguientes puntos:

- Para el levantamiento topográfico se organizó conformado por el ejecutor del proyecto.
- El levantamiento topográfico se lo realizó usando equipos de precisión tales como GPS Garmin.
- El trabajo en oficina se lo realizó mediante el programa AutoCAD, se necesitó una computadora.

3.6.2 Levantamiento Topográfico.

Se ejecutó el levantamiento planimétrico de la vía Juan José Flores con el propósito de conseguir las características específicas del terreno para realizar un diseño idóneo, viable y seguro, por lo cual se tomaron los puntos necesarios para describir el terreno, líneas de fábrica de las viviendas, características físicas y alturas de los distintos relieves de la zona del proyecto.

Se tomaron las coordenadas de inicio del proyecto utilizando el GPS, se tomó el eje de la vía para definir la sección transversal al eje, también se obtuvo el levantamiento de los detalles más importantes del proyecto, tales como: línea de fábricas de las viviendas, postes de tendido eléctrico, bocacalles adyacentes para obtener así todas las características físicas del terreno.

3.6.3 Estudio de tráfico

3.6.3.1 Generalidades.

Para el estudio de tráfico se realizó el conteo vehicular tomando en cuenta el siguiente proceso:

- Ejecutar las revisiones del terreno.
- Realizar los conteos de tráfico en las estaciones marcadas.
- Para obtener el tráfico vehicular se realizó un estudio mediante aforos manuales en un periodo de 5 días de 12 horas cada día.
- Procesar la información de tráfico.

- Identificar de los sentidos y carriles de flujo vehicular.
- Interpretación de resultados del conteo manual del aforo vehicular para obtener el TPDA.

3.6.3.2 Conteo Manual.

Se realizó el conteo manual durante 5 días en un tiempo de 12 horas por día, se registró el conteo en formatos que se llenaron en el terreno, luego los datos se digitalizaron en hojas electrónicas para proceder con el cálculo del tráfico promedio diario anual (TPDA).

En la ejecución del estudio de tráfico se hizo presente un personal mínimo conformado por el coordinador del proyecto haciendo estación en la abscisa 0+200.

3.6.3.3 Determinación Del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).

Una vez realizo el conteo manual y con los datos obtenidos se procede hacer los cálculos necesarios para la determinación del TPDA y posterior obtención de los ESAL'S de diseño para la vía, los cuales determinan el número de repetición acumulada de cargas por eje simple equivalente de 8,2 toneladas durante el periodo de diseño (W18), que para nuestro proyecto se escogió 20 años.

3.6.3.4 Clasificación De La Carretera Según El Tráfico.

En el Ecuador en ente regulador de caminos (MTO) ha clasificado las vías de acuerdo al grado de importancia y el número de calzadas requeridas en su función jerárquica.

3.6.4 Estudios De Suelos

3.6.4.1 Generalidades.

Se realizaron las excavaciones en las abscisas 0+000, 0+500, 1+000 y 1+500 a diferentes profundidades hasta como máximo 1.50 m. para obtener las calicatas respectivas.

Para el presente proyecto se obtuvieron 4 calicatas con 3 estratos cada una para someterlas a los ensayos de laboratorio necesarios que nos determinen las propiedades físicas - mecánicas de los materiales obtenidos.

3.6.4.2 Contenido De Humedad.

Este ensayo determina el porcentaje de humedad del suelo. El contenido de humedad es una característica física del suelo que es de gran importancia en el área de construcción.

Procedimientos:

La muestra del suelo es pesada en su estado húmedo en una balanza de precisión.

- La muestra es secada en un horno a temperatura de 100° a 110°c.
- La muestra del suelo es pesada luego de ser secada.

Para obtener el peso de agua en la muestra se resta el peso de muestra húmedo menos el peso de muestra seco y se lo expresa en porcentaje.

3.6.4.3 Límites De Atterberg.

La humedad en los puntos de transición de un estado al otro se los llama límites de Atterberg.

3.6.4.3.1 Limite Líquido.

Denominada como la humedad de un suelo remoldado, límite entre los estados líquido y plástico, se lo expresa en porcentaje.

Procedimiento:

- La muestra debe ser pasada por el tamiz #40 y escoger aproximadamente 200 gramos de la muestra.
- Se mezcla la muestra con agua hasta quedar una pasta homogénea que pueda ser moldeada.
- La pasta es colocada en la cuchara de Casagrande alisándola con la espátula.
- El acanalador divide la pasta en dos partes a través de un surco.
- Sea acciona la máquina que da una frecuencia de 2 golpes por segundo, contando los golpes necesarios para que se cierre la ranura en el fondo de ella.

3.6.4.3.2 Limite Plástico.

Humedad de un suelo remoldado, límite entre los estados plástico y semi-sólido, se lo expresa en porcentaje.

Procedimiento:

- La misma muestra que se usó en el ensayo de límite líquido se humedece hasta que se vuelva lo suficientemente plástica para moldearla como una esfera.
- Se toma una porción de suelo de aproximadamente 1- 3 cm.
- Se amasa entre las manos hasta formar una esfera.
- La esfera de pasta se la hace rodar con la palma de la mano o la base del pulgar, por sobre la superficie de amasado, formando un cilindro.
- Cuando se alcance un diámetro aproximado a 3mm. se dobla y amasa nuevamente, para volver a formar el cilindro, lo que se repite hasta que el cilindro se disgregue al llegar al diámetro de 3mm.
- Colocando las fracciones de suelo en un recipiente, secándolas al horno.

3.6.4.4 Granulometría.

El propósito del ensayo es obtener la proporción por tamaño que se encuentran presentes en la muestra de suelo.

Procedimiento:

- Se toma una porción de la muestra a ensayar.
- La muestra es pasada por los tamices de: No 4, No 10, No, No 40, No 200.
- Se pesa lo que queda retenido en cada tamiz.

3.6.4.5 Ensayo De Compactación (Proctor).

Este ensayo es empleado para el cálculo rápido del peso unitario máximo y de la humedad óptima de una muestra de suelo analizando una familia de curvas y un punto.

El índice que se calcula, se lo usa para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.

Procedimiento:

- La muestra es dividida en 5 partes cada una de 2500 gramos.
- Se coloca una parte de la muestra en el cilindro y se procede a dar 25 golpes con el martillo de compactación.
- La segunda, tercera, cuarta y quinta porción de la muestra se la mezcla con 80, 160, 240 y 320 gramos de agua respectivamente y se repite el procedimiento

hecho con la primera porción hasta que las cinco partes estén en el cilindro debidamente golpeadas.

- Se enraza la parte inferior del cilindro para luego ser pesada.

3.6.4.5 Ensayo De Compactación (CBR).

Es uno de los parámetros más importantes para el diseño, en el cual determinaremos, la capacidad de soporte (CBR) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables.

Procedimiento:

- Por muestra se separan 3 moldes que serán compactados con 12,25 y 56 golpes de martillo.
- La muestra es dividida en 5 partes de 5000 gramos cada una.
- Se arma el cilindro colocando el disco espaciador abajo del molde
- El molde es pesado junto con el collarín y se procede a tomar humedad.
- Se procede a compactar los moldes con los golpes necesarios a cada molde.
- Se toma lectura inicial en seco.
- El molde se sumerge por 96 horas.
- Se toma lecturas sobre el comportamiento del material cada 24 horas hasta llegar a las 96 horas.
- El molde es sacado de la piscina y pesado sin collarín.
- La muestra se la procede a penetrar y tomando lecturas.
- Se toma humedad y se lo lleva al horno.

3.6.5 Ejes Equivalentes.

3.6.5.1 Introducción.

Los ejes equivalentes se los denominara ESAL "equivalent simple axial load".

Es la cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips (8,16 t = 80 kN) para un periodo determinado, utilizamos esta carga equivalente por efectos de cálculo ya que el transito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes.

Los ejes equivalentes son una de los parámetros más importantes en el diseño de pavimento junto al CBR de diseño que nos ayudaran a obtener el mejor diseño de pavimento.

El método AASHTO proyecta los pavimentos para que resistan un limitado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está distribuido por vehículos de diferente peso y número de ejes tipo de 80kN o 18kips. Se los llama ESAL (equivalent simple axial load).

Para la conversión del tránsito en ESAL'S las diferentes cargas actuantes sobre un pavimento producen diferentes tensiones y deformaciones en el mismo. Además, diferentes espesores de pavimentos y diferentes materiales responden de diferente manera a una misma carga produciendo fallas distintas.

3.6.6 Diseño De Pavimento Flexible.

3.6.6.1 Generalidades.

El diseño de pavimento flexible se realizarán el diseño estructural y dimensionamiento del pavimento para lo cual se usará las normas de diseño: AASHTO, GUIDE FOR DESIGN OF PAVIMENT DESIGN 1993.

Los parámetros para el diseño son: los ESAL'S lo cual la norma dice que para pavimentos flexibles, la capa de rodadura se resuelve con concreto asfaltico y tratamientos superficiales, si estas estructuras soportan un tránsito mayor 50,000 ejes equivalentes acumulados de 8,2 toneladas; El CBR de diseño que nos sirve para obtener el módulo resiliencia (MR) del suelo con el cual hallaremos el número estructural del mismo(SN) y procederemos a obtener el diseño estructural y dimensionamiento del pavimento.

3.6.6.2 Variables Del Método De Diseño De Pavimentos Flexibles.

3.6.6.2.1 Confiabilidad (R).

El parámetro de confiabilidad garantiza que las distintas alternativas de la sección estructural que se encuentren, persistirán como mínimo el periodo de diseño,

Los niveles de confiabilidad se dan para varias clasificaciones de vías, como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 3: Confiabilidad según el tipo de camino.

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas
Autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Carreteras de primer orden	80 - 99	75 - 95
Carreteras secundarias	80 - 95	75 - 95
Caminos vecinales	50 - 80	50 - 80

Fuente: AASHTO

Elaboración: Galo Ochoa Román

3.6.6.2.2 *Desviación Estándar (ZR).*

En un específico conjunto de variables describiendo un pavimento, el tráfico que logra soportar será el mismo a lo largo de un específico periodo de diseño sigue una ley de distribución normal, conlleva una medida Mt y una desviación típica So .

La siguiente tabla nos determina la desviación estándar según el grado de confiabilidad.

Tabla 4: Desviación estándar según el grado de confiabilidad.

Confiabilidad	Zr
d	
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.842
85	-1.037
90	-1.282
92	-1.405
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327

Fuente: AASHTO

Elaboración: Galo Ochoa Román

3.6.6.2.6 Numero Estructural (SN).

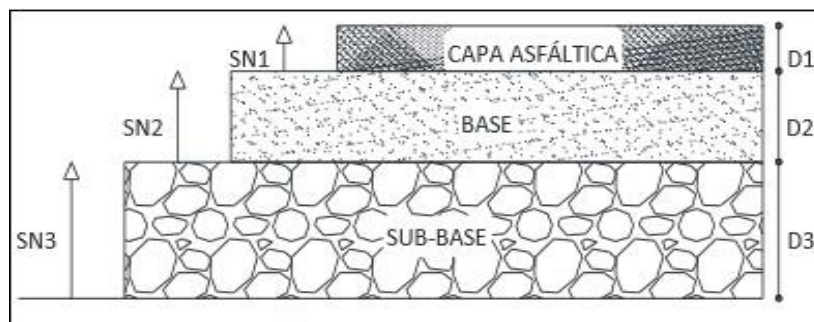
En el diseño de pavimento es muy importante el número estructural que soporte el nivel de carga solicitado, por lo cual procederemos a calcularlo.

Para calcular el número estructural se utiliza el siguiente monograma de ilustración también se lo calculara con el programa de las ASSHTO 93.

3.6.6.2.7 Espesores De Capa.

Para obtener los espesores de las capas se procederá a usar el método de la AASHTO 93, el cual nos da la siguiente fórmula para el cálculo.

Figura 8: Espesores de un pavimento asfaltico



Fuente: AASHTO

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Dónde:

a1, a2, a3: Coeficientes estructurales de la carpeta, base y subbase respectivamente.

D1, D2, D3: Espesor de la carpeta, base y subbase respectivamente.

m2, m3: Coeficientes de drenaje para base y subbase respectivamente.

No es práctico ni económico colocar capas con espesores menores que el mínimo requerido, por eso es conveniente poner capas de espesores mayor que el mínimo sugerido por el Método AASHTO/93 para dar más seguridad.

Tabla 5: Espesores mínimos de concreto asfáltico y base granular según la AASHTO

93

ESPESORES MÍNIMOS DE CONCRETO ASFÁLTICO Y BASE GRANULAR		
NUMERO DE ESALS	CONCRETO ASFÁLTICO	BASE GRANULAR
Menos de 50 000	2.50 cm	10.00 cm
50 000 - 150 000	5.00 cm	10.00 cm
150 000 - 500 000	6.50 cm	10.00 cm
500 000 - 2000 000	7.50 cm	15.00 cm
2000 000 - 7000 000	9.00 cm	15.00 cm
Mas de 7000 000	10.00 cm	15.00 cm

Fuente: AASHTO

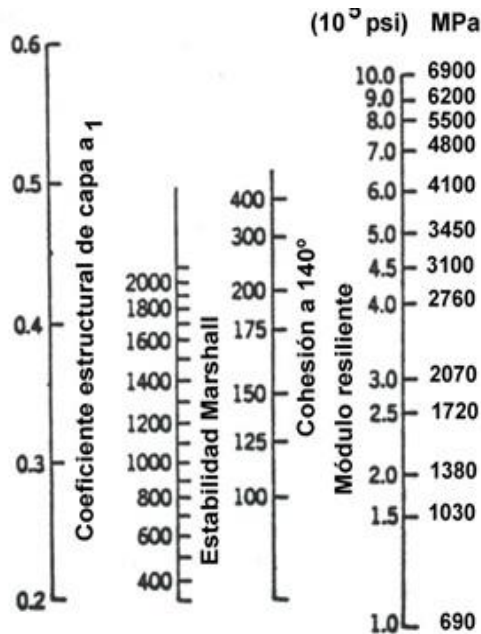
Elaboración: Galo Ochoa Román

3.6.6.2.7.1 Gráficos Para Obtener Los Coeficientes De Las Capas.

Los siguientes gráficos nos ayudaran a obtener los valores de los coeficientes en función del módulo de elasticidad.

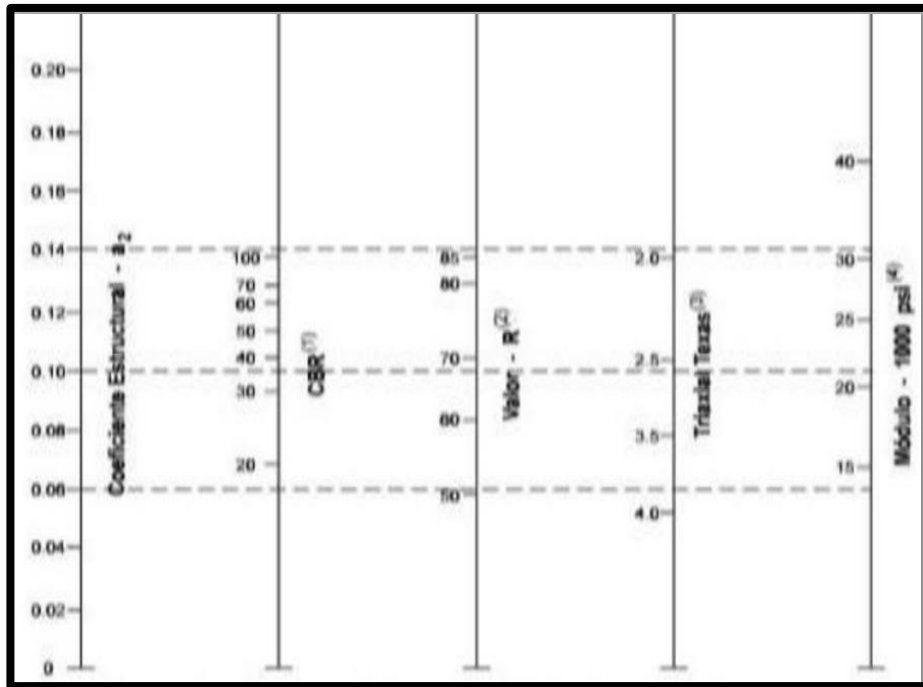
Cuando no se tenga el valor del módulo de elasticidad del concreto asfáltico, el coeficiente estructural (a1), se puede calcular, según la ilustración.

Figura 9: Nomograma para obtener coeficiente a1



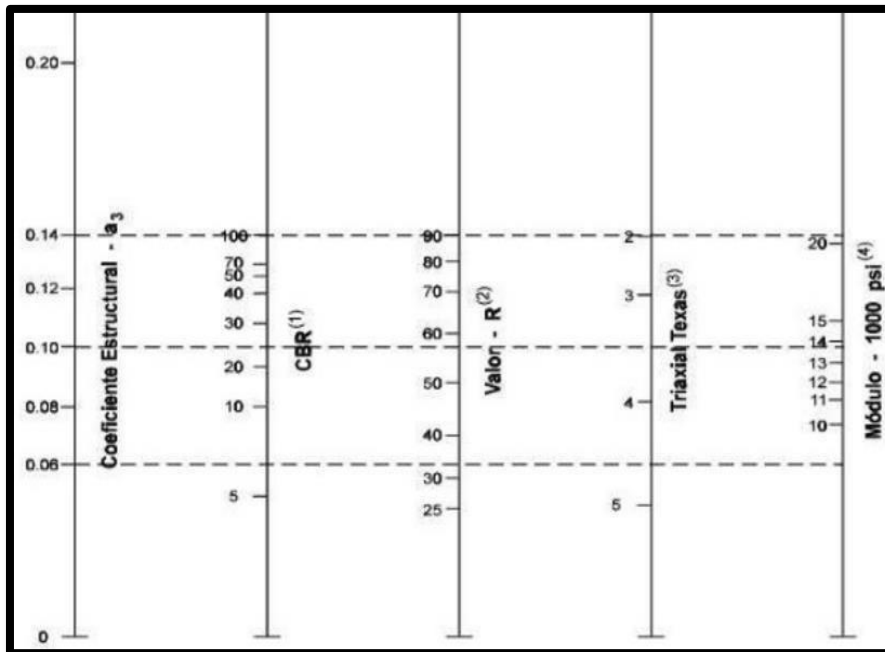
Fuente: AASHTO

Figura 10: Nomograma para el coeficiente e de la base granular



Fuente: AASHTO

Figura 11: Nomograma para el coeficiente de la subbase granular



Fuente: AASHTO

3.6.6.2.8 Coeficientes De Drenaje.

Los coeficientes de drenaje mencionados en la fórmula para obtener los espesores de capa (m2 y m3) de base y subbase respectivamente, el método de AASHTO se relaciona con la capacidad del drenaje para remover la humedad interna del pavimento.

La siguiente tabla nos presenta valores recomendables para estos coeficientes en relación de la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo a lo largo de un año.

Tabla 6: Coeficientes de drenaje.

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.			
	Menos del 1%	1 a 5 %	5 a 25 %	Más del 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
Malo	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: AASHTO

3.6.6.2.9 Valores D1, D2 Y D3.

Se deben tener en cuentas los espesores mínimos para proceder a obtener los valores reales para el diseño de pavimento flexible.

Tabla 7: Espesores mínimos según los Esal's

Tránsito (Esal's) en ejes equivalentes	Carpeta de concreto asfáltico (pulg.)	Bases Granulares (pulg.)
Menos de 50.000	1.0 o T.S.	4.0
50.001 - 150.000	2.0	4.0
150.001 - 500.000	2.5	4.0
500.001 - 2'000.000	3.0	6.0
2'000.001 - 7'000.000	3.5	6.0
Mayor de 7'000.000	4.0	6.0

Fuente: AASHTO

4. CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Análisis e interpretación de los resultados.

4.1.1. Topografía.

Mediante el levantamiento topográfico obtuvimos todos los detalles de la vía, las coordenadas de inicio y de fin del proyecto.

Tabla 8. Coordenadas del levantamiento topográfico

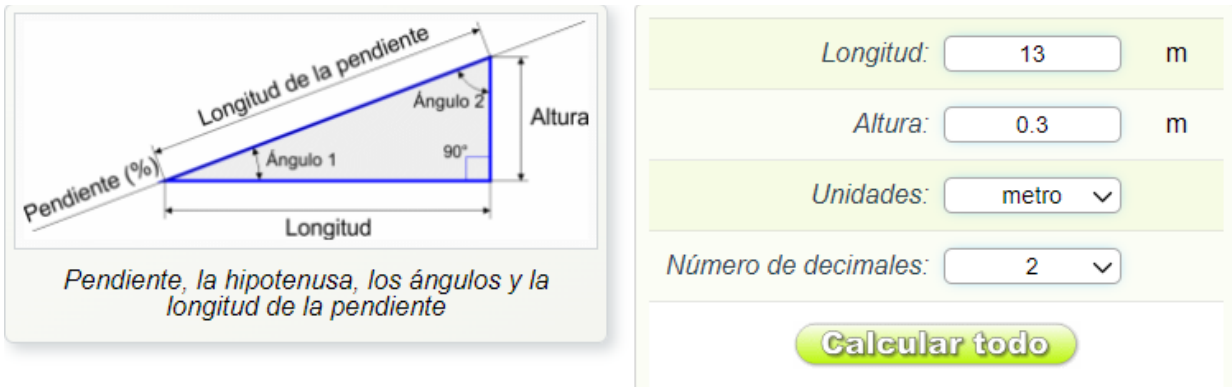
Coordenadas	Norte	Este
Coordenadas del inicio	9616220,1	585430,6
Coordenadas del fin	9616209,4	585500,5

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.1 Clasificación De La Vía Según Su Topografía.

4.1.1.1.1 Calculo De La Pendiente Transversal.

Figura 12: Calculo pendiente transversal



Pendiente: 2,31 %
Longitud de la pendiente: 13,00 m
Ángulo 1: 1,32 °
Ángulo 2: 88,68 °
Perímetro del triángulo: 26,30 m

Fuente: (Calcular todo, 2023)

Con las pendientes obtenidas tanto transversal como longitudinalmente se procede a clasificar la vía según la tabla de la ASSHTO.

Tabla 9: Vía clasificada según el tipo de terreno

TIPO DE TERENO	PENDIENTE LONGITUDINAL	PENDIENTE TRANSVERSAL	MOVIMIENTO DE TIERRAS-TRAZADO
Llano (LL)	No obliga a pendientes mayores del 4%	Terreno natural entre el 0 - 5 %	Mínimo movimiento de tierras por lo que no presenta ni en el trazado ni en la explanación de una carretera
Ondulado (O)	Las pendientes pueden llegar hasta el 8 %	Terreno natural que varía entre 5 - 25 %	Moderados movimiento de tierras, que permite alineamientos rectos, sin mayores dificultad en el trazado y explanación de una carretera
Montañoso (M)	Da pocas oportunidades de bajar la pendiente a menos del 14%	Terreno natural que varía de 25 - 75 %	Las pendientes longitudinales y transversales son fuertes aunque no las máximas que se pueden presentar en una dirección considerada: hay dificultades en el trazado y en la explanación de una carretera
Escarpado €	Obliga a pendientes mayores del 14%	Terreno natural >75%	Existe un máximo movimiento de tierras, con muchas dificultades para el trazado y construcción de la obra básica

Fuente: AASHTO

La clasificación obtenida de nuestro proyecto es un terreno de tipo llano.

4.1.2 Resultados Del Conteo De Tráfico

Tabla 10: Resultados del conteo manual de tránsito

	Livianos	Porcentaje	Pesado	Porcentaje	TOTAL
Total	500	97.09%	15	2.91%	515

TRAFICO FUTURO PARA 20 AÑOS		
Indice de Crecimiento		
		$CN_T = T_A(1 + i)^n$
$T_A =$	515	$CN_T = 515(1 + 0.07)^{20}$
$i =$	0.04	
$n =$	20	
		$CN_T = 1128$

Trafico de Desarrollo		
		$T_D = T_A(1 + i)^{n-3} - T_A$
		$T_D = 515(1 + 0.07)^{20-3} - 515$
$T_A =$	515	
$n =$	20	$T_D = 488$
$i =$	0.04	

Trafico de Generado		
		$T_G = 0.20 T_A + 0.20 T_A(1 + i)^{n-1}$
$T_A =$	515	
$i =$	0.04	$T_G = 0.20 \times 515 + 0.20 \times 515(1 + 0.09)^{20-1}$
$n =$	20	
		$T_G = 328$

Incremento de Trafico		
$I_T = CN_T + T_G + T_D$		
CN _T =	1128	
TG =	328	$I_T = 1944$
TD =	488	

Trafico Futuro		
$T_f = T_A + I_T$		
T _A =	515	
I _T =	1944	$T_f = 2459$

4.1.2.1 Clasificación De La Vía Según El Tráfico Proyectado

	Livianos	Porcentaje	Pesado	Porcentaje	TOTAL
Total	500	97.09%	15	2.91%	515

Tabla 11: Vía clasificada según el tráfico proyectado

Función	Clases de carreteras	Tráfico proyectado (TPDA)
Corredor arterial	RI - RII	Más de 8000 vehículos
	I	De 3000 a 8000
Vía colectora	II	De 1000 a 3000
	III	De 300 a 1000
Corredor arterial	IV	De 100 a 300
	V	Menores de 100

Fuente: AASHTO

Para un tráfico de 2459 vehículos nos da la clasificación que nuestra carretera es una vía colectora de clase II.

4.1.3 Resultados De Los Estudios De Suelos.

4.1.3.1 Resumen De Resultados Del Ensayo De Contenido De Humedad.

Las pruebas de contenido de humedad ensayadas a las cinco muestras de suelo se detallan en los anexos.

Calicata N°1

Tabla 12: Resumen de resultados de ensayo de contenido de humedad de calicata #1

ABSCISA: 0+000		Perforacion N°. 1			Profundidad : 0.50	
Muestra N°.	1	2	3	4	5	
Peso del Agua (gr)	3.900	4.000	5.260	6.110	3.900	
Contenido de Humedad	13.636%	13.514%	13.716%	14.014%	13.636%	
ABSCISA: 0+000		Perforacion N°. 1			Profundidad : 1.00	
Muestra N°.	1	2	3	4	5	
Peso del Agua (gr)	7.890	7.530	7.260	6.310	7.110	
Contenido de Humedad	25.988%	25.000%	25.938%	24.038%	29.320%	
ABSCISA: 0+000		Perforacion N°. 1			Profundidad : 1.50	
Muestra N°.	1	2	3	4	5	
Peso del Agua (gr)	6.390	7.970	7.950	7.860	8.340	
Contenido de Humedad	16.878%	18.859%	18.906%	17.087%	17.132%	

Elaboración: Galo Ochoa Román

Calicata N°2

Tabla 13: Resumen de resultados de ensayo de contenido de humedad de calicata #2

ABSCISA: 0+500		Perforacion N°. 2			Profundidad : 0.50	
Muestra N°.	1	2	3	4	5	
Peso del Agua (gr)	5.010	5.830	6.100	5.953	5.948	
Contenido de Humedad	12.401%	12.247%	12.886%	11.696%	11.015%	
ABSCISA: 0+500		Perforacion N°. 2			Profundidad : 1.00	
Muestra N°.	1	2	3	4	5	
Peso del Agua (gr)	11.250	12.000	11.650	13.000	13.000	
Contenido de Humedad	17.578%	18.677%	17.388%	19.623%	19.331%	
ABSCISA: 0+500		Perforacion N°. 2			Profundidad : 1.50	
Muestra N°.	1	2	3	4	5	
Peso del Agua (gr)	6.360	7.680	6.800	7.450	8.690	
Contenido de Humedad	16.575%	17.778%	17.813%	19.503%	20.327%	

Calicata N°3

Tabla 14: Resumen de resultados de ensayo de contenido de humedad de calicata #3

ABSCISA: 1+000		Perforacion N°. 3			Profundidad : 0.50	
Muestra N°.	1	2	3	4	5	
Peso del Agua (gr)	8.160	7.250	7.690	7.730	9.250	
Contenido de Humedad	11.341%	10.861%	10.349%	10.633%	12.761%	
ABSCISA: 1+000		Perforacion N°. 3			Profundidad : 1.00	
Muestra N°.	1	2	3	4	5	
Peso del Agua (gr)	8.750	7.750	8.940	8.900	10.020	
Contenido de Humedad	10.467%	10.854%	10.493%	11.143%	12.687%	
ABSCISA: 1+000		Perforacion N°. 3			Profundidad : 1.50	
Muestra N°.	1	2	3	4	5	
Peso del Agua (gr)	9.110	9.100	8.210	7.250	6.660	
Contenido de Humedad	11.948%	12.613%	12.226%	11.694%	11.367%	

Elaboración: Galo Ochoa Román

Elaboración: Galo Ochoa Román

Calicata N°4

Tabla 15: Resumen de resultados de ensayo de contenido de humedad de calicata #4

ABSCISA: 1+500		Perforacion N° 4			Profundidad : 0.50	
Muestra N°.	1	2	3	4	5	
Peso del Agua (gr)	11.600	8.270	9.560	8.290	10.000	
Contenido de Humedad	16.322%	12.288%	12.891%	11.297%	13.473%	
ABSCISA: 1+500		Perforacion N° 4			Profundidad : 1.00	
Muestra N°.	1	2	3	4	5	
Peso del Agua (gr)	11.000	11.000	10.030	11.000	11.000	
Contenido de Humedad	12.850%	13.033%	11.772%	12.825%	12.557%	
ABSCISA: 1+500		Perforacion N° 4			Profundidad : 1.50	
Muestra N°.	1	2	3	4	5	
Peso del Agua (gr)	13.000	12.000	13.900	13.690	13.430	
Contenido de Humedad	17.203%	16.092%	18.894%	18.784%	17.772%	

Elaboración: Galo Ochoa Román

4.1.3.2 Resultados Del Ensayo De Límites De Atterberg

4.1.3.2.1 Resumen De Resultado Del Ensayo De Límite Líquido.

El detalle de los resultados obtenidos en la prueba de limite líquido se encuentran en los anexos.

Calicata #1

Tabla 16: Resumen de resultados de ensayo de límite líquido de calicata #1

CALICATA #1			Profundidad= 0.5	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	24.29%	34.93%	34.97%	32.57%
Numero de Golpes	36	30	24	17
CALICATA #1			Profundidad= 1.0	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	28.21%	27.27%	26.33%	24.29%
Numero de Golpes	14	23	29	39
CALICATA #1			Profundidad= 1.5	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	32.54%	31.55%	30.73%	29.38%
Numero de Golpes	15	24	29	38

Elaboración: Galo Ochoa Román

Calicata #2

Tabla 17: Resumen de resultados de ensayo de límite líquido de calicata #2

CALICATA #2			Profundidad= 0.5	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	25.85%	30.95%	30.04%	44.56%
Numero de Golpes	42	35	22	15
CALICATA #2			Profundidad= 1.0	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	39.45%	34.83%	37.94%	24.68%
Numero de Golpes	17	22	38	41
CALICATA #2			Profundidad= 1.5	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	30.00%	31.12%	29.82%	30.76%
Numero de Golpes	22	20	38	42

Elaboración: Galo Ochoa Román

Tabla 18: Resumen de resultados de ensayo de límite líquido de calicata #3

CALICATA #3			Profundidad= 0.5	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	32.30%	38.72%	29.19%	39.44%
Numero de Golpes	38	22	30	21
CALICATA #3			Profundidad= 1.0	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	28.00%	27.56%	22.61%	33.33%
Numero de Golpes	22	42	30	14
CALICATA #3			Profundidad= 1.5	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	28.79%	25.70%	26.84%	35.07%
Numero de Golpes	14	40	22	15

Elaboración: Galo Ochoa Román

Tabla 19: Resumen de resultados de ensayo de límite líquido de calicata #4

CALICATA #4			Profundidad= 0.5	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	28.18%	26.62%	28.96%	33.01%
Numero de Golpes	33	35	20	13
CALICATA #4			Profundidad= 1.0	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	27.27%	30.52%	28.34%	35.14%
Numero de Golpes	36	39	23	16
CALICATA #4			Profundidad= 1.5	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	44.35%	39.75%	42.33%	48.30%
Numero de Golpes	14	40	22	15

Elaboración: Galo Ochoa Román

4.1.3.2.2 Resumen De Resultado Del Ensayo De Limite Plástico.

La toma de datos y resultados obtenidos en el laboratorio sobre el ensayo de límite plástico se encuentran adjunto en los anexos.

Tabla 20: Resumen de resultados de ensayo de límite plástico de la calicata #1

CALICATA #1			Profundidad= 0.5	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	24.66%	22.15%	27.27%	39.13%
Limite Plastico	28.30%			
CALICATA #1			Profundidad= 1.0	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	17.94%	18.73%	17.01%	22.49%
Limite Plastico	19.04%			
CALICATA #1			Profundidad= 1.5	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	26.51%	24.31%	26.56%	28.64%
Limite Plastico	26.51%			

Elaboración: Galo Ochoa Román

Tabla 21: Resumen de resultados de ensayo de límite plástico de la calicata #2

CALICATA #2			Profundidad= 0.5	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	25.85%	30.95%	30.04%	44.56%
Limite Plastico	26.40%			
CALICATA #2			Profundidad= 1.0	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	26.23%	31.22%	25.69%	28.82%
Limite Plastico	27.99%			
CALICATA #2			Profundidad= 1.5	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	22.09%	22.25%	24.20%	23.08%
Limite Plastico	22.90%			

Elaboración: Galo Ochoa Román

Tabla 22: Resumen de resultados de ensayo de límite plástico de la calicata #3

CALICATA #3			Profundidad= 0.5	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	32.30%	38.72%	29.19%	39.44%
Limite Plastico	32.30%			
CALICATA #3			Profundidad= 1.0	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	22.12%	24.18%	23.07%	21.59%
Limite Plastico	22.74%			
CALICATA #3			Profundidad= 1.5	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	23.34%	21.79%	24.58%	27.40%
Limite Plastico	24.28%			

Elaboración: Galo Ochoa Román

Tabla 23: Resumen de resultados de ensayo de límite plástico de la calicata #4

CALICATA #4			Profundidad= 0.5	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	21.34%	21.84%	22.19%	20.12%
Limite Plastico	21.37%			
CALICATA #4			Profundidad= 1.0	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	33.33%	26.88%	23.91%	20.51%
Limite Plastico	26.16%			
CALICATA #4			Profundidad= 1.5	
Muestra N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad	22.15%	20.55%	23.50%	26.12%
Limite Plastico	23.08%			

Elaboración: Galo Ochoa Román

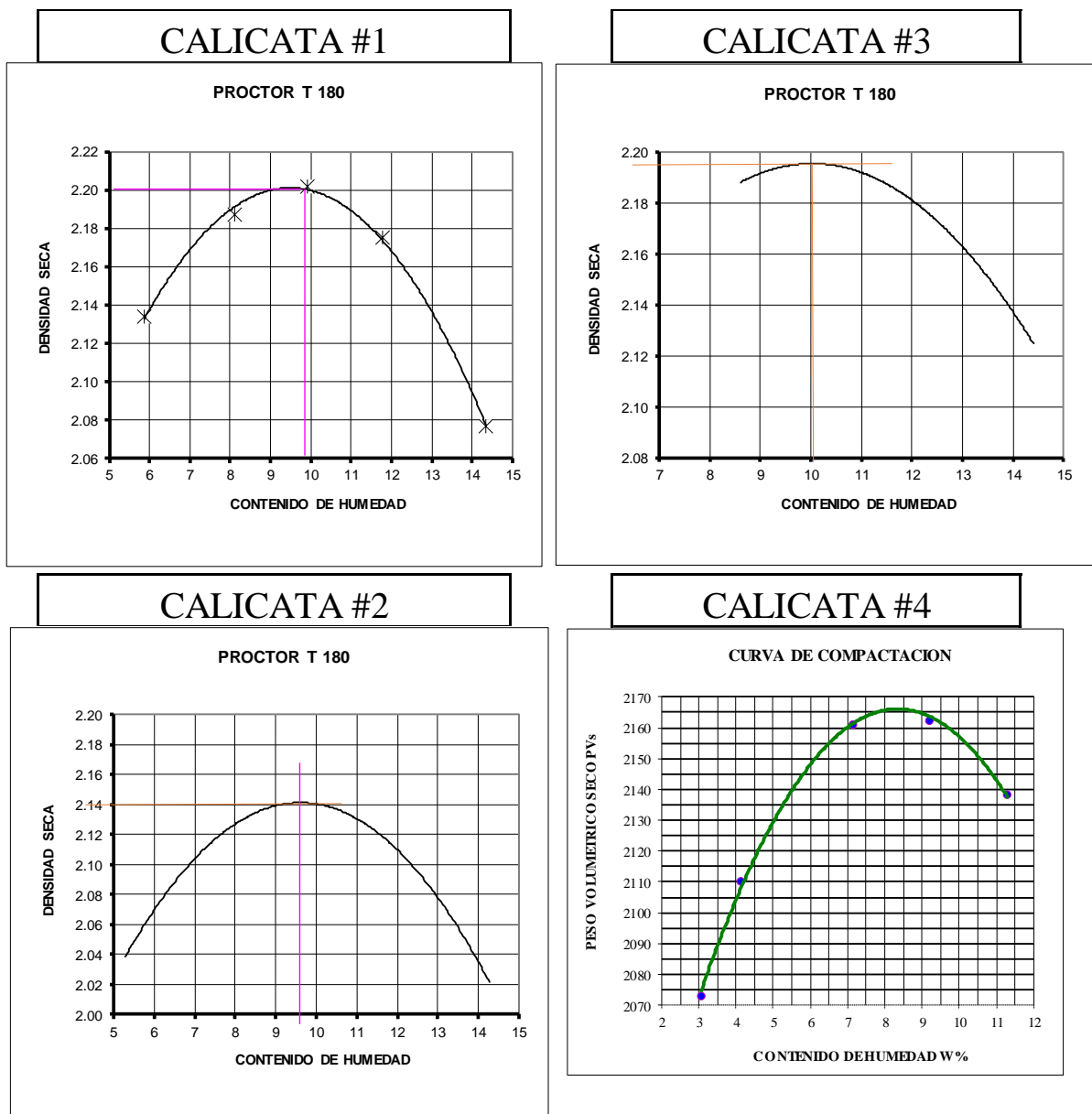
4.1.3.3 Resultados Del Ensayo De Granulometría.

Una vez pesado lo retenido en los respectivos tamices, se procede a obtener el valor en porcentajes lo cual es detallado en los anexos.

4.1.3.4 Resultados Del Ensayo De Proctor.

Los datos observados en el laboratorio y la determinación de los resultados para el ensayo de compactación (proctor) se detallan en los anexos.

Figura 13: Resumen de resultados de ensayo de Proctor

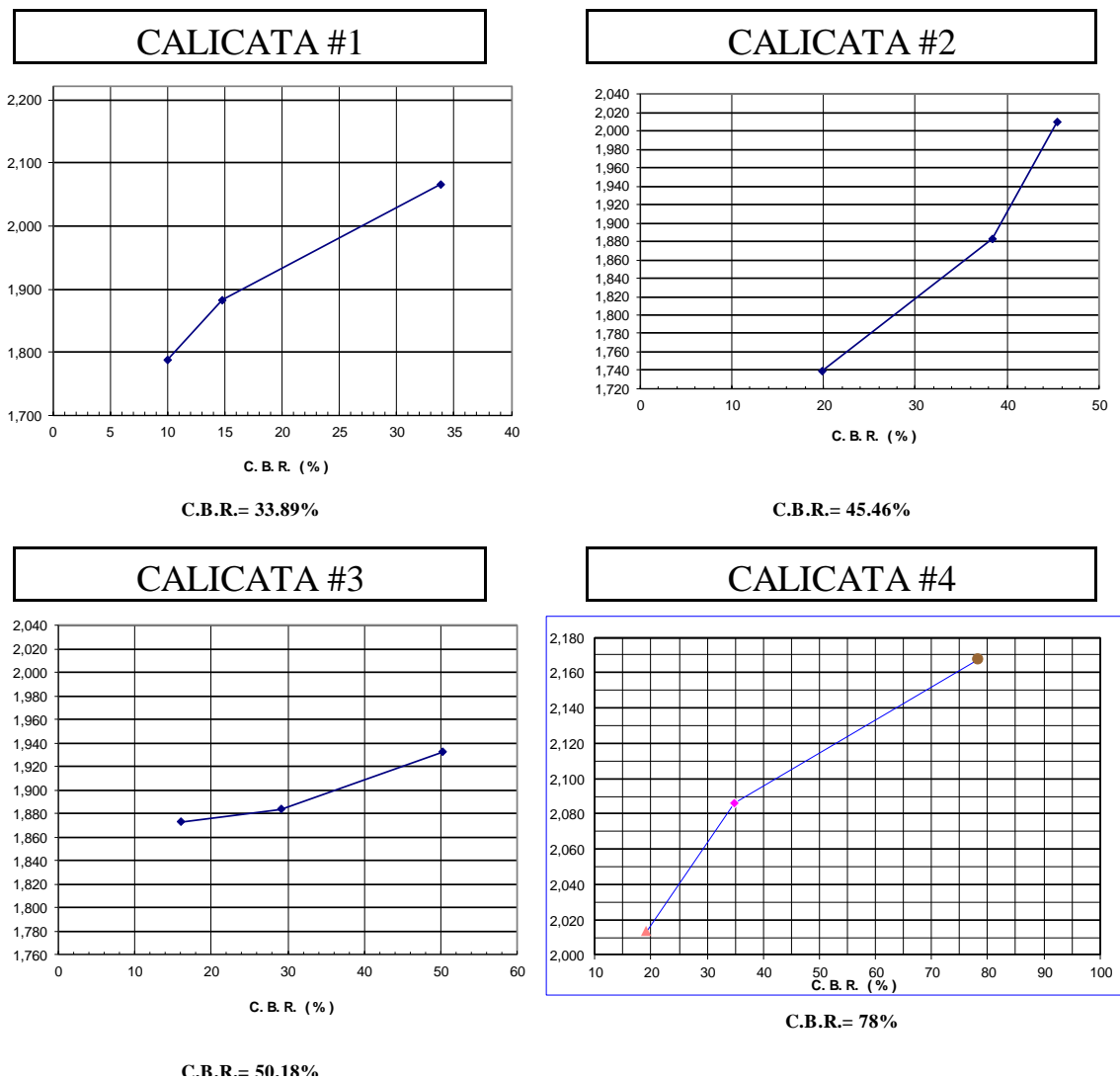


Fuente: Galo Ochoa Román

4.1.3.5 Resultados Del Ensayo De C.B.R.

Todos los ensayos de laboratorio realizados y datos obtenidos de la muestra para la prueba de compactación (CBR) se los adjunta en los anexos.

Figura 14: Resumen de resultados de ensayo de C.B.R.



Fuente: Galo Ochoa Román

El CBR de diseño está definido en el estudio de suelos de calicatas, el cual nos da un CBR de diseño de 36 %.

4.1.4 Resultados De Los Ejes Equivalentes.

Las cuales son calculadas para cada eje y se las determina en los anexos que detalla cada proceso de cálculo.

Tabla 24: Resumen de resultados de los ejes equivalente

EJES SIMPLES (TN)	%	Factor equivalente	615
< 3.6 ton	0.970874	0.032089	19.16
3.6 - 8.5 ton	0.029126	1.193014	21.37
Livianos	25580	0.0002	5.12
			45.65
		W ₁₈ para el periodo de diseño	16660.79561
			W ₁₈ = 1.66*105

Elaboración: Galo Ochoa Román

4.1.5 Resultados Del Diseño De Pavimento.

4.1.5.1 Confiabilidad.

Tabla 25: Confiabilidad escogida para el proyecto

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Carreteras de primer orden	80 - 99	75 - 95
Carreteras secundarias	80 - 95	75 - 95
Caminos vecinales	50 - 80	50 - 80

Fuente: AASHTO

En el presente diseño se escogió un nivel de confiabilidad del 95% ya que nuestra vía se encuentra en una zona urbana y se la clasifica como colector.

4.1.5.2 Desviación Estándar.

Tabla 26: Desviación estándar escogida para el proyecto

Confiabilidad	Zr
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.842
85	-1.037
90	-1.282
92	-1.405
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327

Fuente: AASHTO

4.1.5.2.1 Desviación Estándar Para Los Pavimentos Flexibles.

El rango de desviación estándar sugerido por AASHTO $0.40 < S_o < 0.50$ Se recomienda usar 0.50

4.1.5.3 Calculo Índice De Servicio.

$\Delta PSI = PSI \text{ inicial} - PSI \text{ final}$

$\Delta PSI = 4.2 - 2$

$\Delta PSI = 2.2$

4.1.5.4 Calculo Del Módulo Resiliente.

$M_r (\text{psi}) = \text{C.B.R.} * 1500$ (Según la norma de la MTOP)

$M_r = 54000 \text{ psi.}$

4.1.5.5 Cálculo De Los Espesores De Las Capas.

4.1.5.5.1 Valores De Los Coeficientes De Las Capas.

Los coeficientes a_1 , a_2 , a_3 obtenidos con los gráficos respectivos de detallan en los anexos.

$a_1 = 0.55$

$a_2 = 0.136$

a3=0.132

4.1.5.5.2 Valores De Los Coeficientes De Drenaje.

Tabla 27: Coeficientes de drenaje escogidos para el proyecto

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.			
	Menos del 1%	1 a 5 %	5 a 25 %	Más del 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
Malo	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: AASHTO

4.1.5.5.3 Cálculos de Los Valores D1, D2 Y D3.

- **Cálculo de espesor de la carpeta asfáltica:**

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D_1 = \frac{1.12}{0.55}$$

$$D_1 = 2.0 \text{ pulg.}$$

Espesor de capa de rodadura= 2.0 pulg.

$$SN_1 = a_1 * D_1$$

$$SN_1 = 0.55 * 2.0$$

$$SN_1 = 1.10$$

- **Cálculo del espesor de la base granular:**

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1}{m_2 * a_2}$$

$$D_2 = \frac{2.3 - 1.12}{1.2 * 0.136}$$

$$D_2 = 7.2 \text{ pulg.}$$

Espesor de la capa de Base= 7.2 pulg.

$$SN_2 = a_2 * D_2 * m_2$$

$$SN_2 = 0.136 * 7.2 * 1.2$$

$$SN_2 = 1.18$$

- **Cálculo del espesor de la capa de Sub-base granular:**

$$D_3 = \frac{SN_3 - (SN_2 - SN_1)}{a_3 * m_3}$$

$$D_3 = \frac{4.3 - (2.3 - 1.12)}{0.132 * 1.35}$$

$$D_3 = 18 \text{ pulg.}$$

Espesor de la capa de Sub-base= 18 pulg.

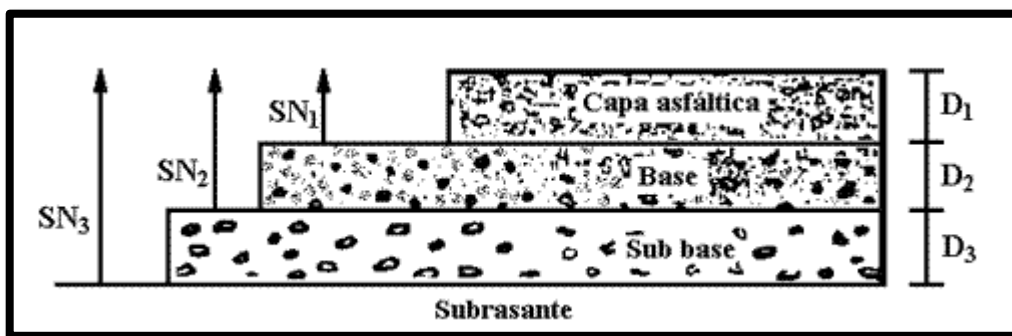
$$SN_3 = a_3 * D_3 * m_3$$

$$SN_3 = 0.132 * 17.5 * 1.35$$

$$SN_3 = 3.12$$

Resumen de valores del diseño de pavimento.

Figura 15: Resumen diseño de pavimento flexible



Fuente: AASHTO

LOS ESPESORES DE LAS DIFERENTES CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO SON:

CAPA DE RODADURA	=	D ₁	=	2.00 pulg.	=	5.08 cm	=	5.00 cm
BASE GRANULAR CLASE II	=	D ₂	=	7.23 pulg.	=	18.37 cm	=	20 cm
SUB BASE GRANULAR CLASE II	=	D ₃	=	17.5 pulg.	=	44.47 cm	=	45 cm
TOTAL PAQUETE ESTRUCTURAL				27.0 pulg.	=	68.58 cm	=	70 cm

5. CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusión

1. En el estudio de tránsito realizado por la calle Juan José Flores desde la Avenida La Huada hasta la calle Juan León Mera, se obtiene un total de 515 vehículos por 5 días, el tráfico futuro es de 2459 vehículos, se obtiene un factor de Cargas Equivalentes por eje (ESAL) de 16660.79561 KN.
2. El tipo de suelo es (CL) arcilla de baja plasticidad con arena, mediante la clasificación SUCS. Por otro lado, en la metodología AASHTO se identifica un tipo de suelo (A-2(0)), debido a que más del 22.66% pasa por el tamiz N° 200. El CBR obtenido al 95% es de 36% considerándose un suelo regular – bueno.
3. Aplicando el método AASHTO 93, se obtiene los diferentes espesores del pavimento flexible el cual estará compuesta por: Carpeta asfáltica de 5cm, la base granular de 20cm y la sub base granular de 45cm, dando un total de 70 cm.

5.2 Recomendación

1. Realizar un buen estudio de tráfico, debido a que del conteo vehicular se obtiene el Índice Medio Diario Anual, el cual es un valor fundamental en el cálculo del Factor de Cargas Equivalentes (ESAL), que es un factor primordial a la hora de diseñar el espesor del pavimento.
2. Emplear el CBR mínimo, si tus resultados obtenidos del CBR de las muestras de las calicatas no varían mucho, debido a que es el más desfavorable y esto brinda un mayor margen de seguridad.
3. Enfatizar en un análisis de forma más factible y económica al momento de calcular los diferentes espesores que componen las capas del pavimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, S., Fernández, W., & Reyes, F. (2022). Periodo de desempeño de mezclas asfálticas prefabricadas almacenadas para actividades de parcheo en Bogotá D.C. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 32(1), 25-41. doi:<https://doi.org/10.18359/rcin.5294>
- Alarcón, J., Camacho, D., & Herreño, I. (2019). Viabilidad de uso del asfalto caucho en la región de Tunja, Colombia. *Revista Espacios*, 40(34), 12-19. Obtenido de <https://revistaespacios.com/a19v40n34/19403412.html>
- Ariza-Zabala, D., Sánchez-Mejía, C., & Carreño-García, K. (2022). Propiedades volumétricas de mezclas asfálticas en caliente con inclusión de asfalto natural “MAPIA” y grano de caucho reciclado como llenante mineral. *Revista Ingenio*, 19(1), 38-44. doi:<https://doi.org/10.22463/2011642X.3051>
- Baque-Solis, B. (2020). Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí. *Dominio de las Ciencias*, 6(2), 203-228. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7398457.pdf>
- Barreto, S., Banguera, J., & Córdova, J. (2018). Análisis comparativo de ejes equivalentes obtenidos mediante método AASHTO 93 y los proporcionados por pesaje en balanza fija de vehículos. *Universidad y Sociedad*, 10(1), 59-68. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v10n1/2218-3620-rus-10-01-59.pdf>
- Bojorque-Iñiguez, J. (2021). Análisis de esfuerzos en pavimentos de concreto tipo whitetopping: caso de estudio vía Biblián-Zhud. *Maskana*, 12(2), 80-87. doi:<https://doi.org/10.18537/mskn.12.02.09>
- Castro-Vásquez, M., Castro-Vásquez, L., & Castro-Vásquez, P. (2020). Aplicación práctica del método AASHTO-93 para el diseño de pavimento rígido. *Polo del Conocimiento*, 5(9), 640-663. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/pc.v5i9.1717>
- Cortés, R. (2018). ¿Qué tan competitivos son los países miembros de la Alianza del Pacífico en infraestructura de transporte? *Revista EAN*(85), 143-162. doi:<https://doi.org/10.21158/01208160.n85.2018.2055>

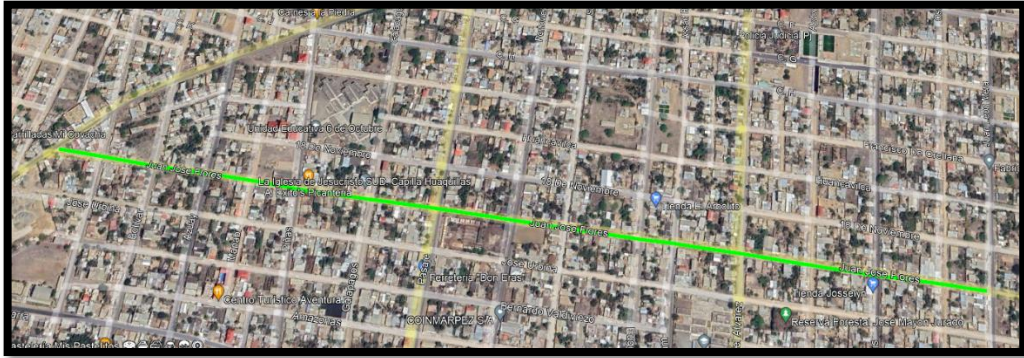
- De La Cruz, S., & Paredes, G. (2021). Diseño de infraestructura vial con pavimento flexible para mejora de transitabilidad de la avenida Industrial, Lurín, Lima. *ingenieria*(21), 108-114. doi:<https://doi.org/10.36561/ING.21.9>
- De La Cruz, S., Ibañez, C., & Coaquira, D. (2022). Determinación de índice de serviciabilidad y capacidad resistente. Caso práctico: pavimentos en Azángaro, Puno, Perú. *Revista Infraestructura Vial* , 24(43), 1-8. doi:<https://doi.org/10.15517/iv.v24i43.48563>
- Delgado-Castro, C., & Lucas-Alay, C. (2019). Protecciones laterales vehiculares en puentes del Cantón Manta. Aplicabilidad de las Normas AASHTO. *Dominio de las Ciencias*, 5(1), 587-601. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v5i1.1062>
- Ferrari, T., & Barbosa, H. (2021). Efecto de las variaciones en los espesores de capa y el módulo de resiliencia sobre el comportamiento de los pavimentos flexibles. *Research, Society and Development*, 10(8), 1-15. doi:<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17466>
- Figueroa, A., & Fonseca, E. (2020). Desempeño del pavimento con mezcla reciclada-RAP y grano de caucho reciclado-GCR. *Infraestructura Vial*, 22(39), 20-28. doi:<https://doi.org/10.15517/iv.v22i39.41205>
- Frida. (20 de Febrero de 2011). *Metodologia flores magon*. Obtenido de <https://metodologiafloresmagon.blogspot.com/2011/02/1.html>
- León, A. (2021). Relación de severidad de los deterioros de los pavimentos flexibles con la transitabilidad. *Big Bang Faustiniiano*, 10(2), 33-39. doi:<https://doi.org/10.51431/bbf.v10i2.683>
- Melchor, J., Chávez, C., Morales, L., Alarcón, J., & Cremades, I. (2020). Implementación de un modelo climático un sistema probabilístico de diseño de pavimentación flexibles empírico-mecanista. *Asfalto y Pavimentación*, 10(36), 13-23. Obtenido de <https://asefma.es/wp-content/uploads/2020/03/Revista-Asfalto-y-Pavimentaci%C3%B3n-36.pdf>
- Navarro, S., & Acuña, J. (2021). Determination of the average daily annual traffic growth rates in Nicaragua based on macroeconomic data. *Revista Ciencia Y Tecnología El Higo*, 11(2), 70-83. doi:<https://doi.org/10.5377/elhigo.v11i2.13033>

- Oblitas-Gastelo, B., Medina-Cardozo, I., & Paredes-Asalde, C. (2021). Índice de regularidad internacional e índice de condición de pavimento para definir niveles de serviciabilidad de pavimentos. *Iteckne*, 18(2), 170-175. doi:<https://doi.org/10.15332/iteckne.v18i2.2616>
- Odar, G., Chavez, D., & Silvera, M. (2019). Método de estabilización con cal en subrasantes para pavimentos rígidos diseñados por AASHTO 93 en proyectos viales con presencia de bofedales. *LACCEI Proceedings*, 1-7. doi:<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.60>
- Palomo, B. (23 de Abril de 2021). *QuestionPro*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/modelos-de-investigacion/#:~:text=Modelo%20de%20investigaci%C3%B3n%20b%C3%A1sica,casos%20pr%C3%A1cticos%20de%20ning%C3%BAAn%20modo.>
- Parra, F., Espinoza, P., Fernández, L., Zambrano, H., & Cando, W. (2020). Correlación analítica-técnica entre ensayos de laboratorio de módulo resiliente y California Bearing Ratio de la mina Copeto. *infoANALÍTICA*, 8(1), 139-152. doi:<https://doi.org/10.26807/ia.v8i1.123>
- Quevedo-Pesántez, F., Ávila-Calle, M., & Calle-Castro, C. (2021). Análisis de costos entre estabilización suelo cemento y el mantenimiento periódico de vías rurales en la Provincia del Cañar. *Dominio de las Ciencias*, 7(1), 804-821. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8231656.pdf>
- Rivera-Rhon, R., & Bravo-Grijalva, C. (2020). Crimen organizado y cadenas de valor: el ascenso estratégico del Ecuador en la economía del narcotráfico. *Revista Latinoamericana de Estudios de Seguridad*(28), 8-24. doi:<https://doi.org/10.17141/urvio.28.2020.4410>
- Rojas, A., Torres, Y., Parejas, M., & Hinojosa, R. (2021). Acción del agua y la temperatura ambiental extrema sobre pavimento flexible. *GnosisWisdom*, 1(2), 39-48. doi:<https://doi.org/10.54556/gnosiswisdom.v1i2.15>
- Sornoza, J., Crespo, C., Reyes, G., & Cortez, J. (2018). Parámetros que influyen en el congestionamiento vehicular. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 24(4), 1440-1455. Obtenido de <https://www.issr->

journals.org/links/papers.php?journal=ijias&application=pdf&article=IJIAS-18-147-01

- Tello-Cifuentes, L., Aguirre-Sánchez, M., Díaz-Paz, J., & Hernández, F. (2021). Evaluación de daños en pavimento flexible usando fotogrametría terrestre y redes neuronales. *TecnoLógicas*, 24(50), 1-13. doi:<https://doi.org/10.22430/22565337.1686>
- Veronese, G., & Fardin, H. (2020). Dimensionamento de pavimentos semirrígidos: identificação de fatores influentes na deflexão máxima. *Revista Nacional De Gerenciamento De Cidades*, 8(63), 70-86. doi:<https://doi.org/10.17271/2318847286320202466>
- Zambrano, M., Tejeda, E., & Alonso, A. (2020). Materiales granulares mejorados con emulsión asfáltica catiónica para subbases de pavimentos. *Infraestructura Vial*, 22(39), 29-42. doi:<http://dx.doi.org/10.15517/iv.v22i39.41574>

ANEXOS



Anexo 1: Vista aérea de la carretera objeto de estudio

EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



Anexo 2: Realizando el ensayo de contenido de humedad



Anexo 3: Compactando la muestra en el ensayo de Proctor.



Anexo 4: Toma de calicata en la vía





Anexo 5: Comienzo de la excavación de la calicata#1



Anexo 6: Toma de calicata #2 en la vía

ENSAYOS DE SUELOS

		UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CARRERA DE INGENIERIA CIVIL										
Elaborado: Galo Ochoa Román		Curso: Decimo "A"										
LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS												
PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"												
CONTENIDO DE HUMEDAD												
CALICATA N°1		ABSCISA: 0+000		Perforación N°.			1		Profundidad :		0.50	
Muestra N°.		Peso	1	2	3	4	5	PROM.				
Recipiente N°.			R5	T65	D5	C65	G7					
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (m1)		gr	42.150	43.250	53.260	59.360	42.150					
Peso de Suelo Seco + Recipiente (m2)		gr	38.250	39.250	48.000	53.250	38.250					
Peso de Recipiente (m3)		gr	9.650	9.650	9.650	9.650	9.650					
Peso del Agua (m1 - m2)		gr	3.900	4.000	5.260	6.110	3.900					
Peso de Suelo Seco (m2 - m3)		gr	28.600	29.600	38.350	43.600	28.600					
Contenido de Humedad W% = (m1-m2)/(m2-m3)		%	13.636	13.514	13.716	14.014	13.636	13.70				
CALICATA N°1		ABSCISA: 0+000		Perforación N°.			1		Profundidad :		1.00	
Muestra N°.		Peso	1	2	3	4	5					
Recipiente N°.			8U	Y6	G6	V6	D54					
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (m1)		gr	48.250	47.650	45.250	42.560	41.360					
Peso de Suelo Seco + Recipiente (m2)		gr	40.360	40.120	37.990	36.250	34.250					
Peso de Recipiente (m3)		gr	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000					
Peso del Agua (m1 - m2)		gr	7.890	7.530	7.260	6.310	7.110					
Peso de Suelo Seco (m2 - m3)		gr	30.360	30.120	27.990	26.250	24.250					
Contenido de Humedad W% = (m1-m2)/(m2-m3)		%	25.988	25.000	25.938	24.038	29.320	26.06				
CALICATA N°1		ABSCISA: 0+000		Perforación N°.			1		Profundidad :		1.50	
Muestra N°.		Peso	1	2	3	4	5					
Recipiente N°.			R5	F65	S3	C65	B76					
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (m1)		gr	55.250	61.230	61.000	64.860	68.020					
Peso de Suelo Seco + Recipiente (m2)		gr	48.860	53.260	53.050	57.000	59.680					
Peso de Recipiente (m3)		gr	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00					
Peso del Agua (m1 - m2)		gr	6.390	7.970	7.950	7.860	8.340					
Peso de Suelo Seco (m2 - m3)		gr	37.860	42.260	42.050	46.000	48.680					
Contenido de Humedad W% = (m1-m2)/(m2-m3)		%	16.878	18.859	18.906	17.087	17.132	17.77				

Anexo 7: Tabla de contenido de húmeda calicata #1-prof. 0.5m-Abcisa 0-000



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

CONTENIDO DE HUMEDAD

CALICATA N°2		ABSCISA: 0+500		Perforación N°.			2		Profundidad :			0.50	
Muestra N°.	Peso	1	2	3	4	5	PROM						
Recipiente N°.		E43	T5	E44	T6	E45							
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (m1)	gr	57.010	63.080	63.100	67.153	70.198							
Peso de Suelo Seco + Recipiente (m2)	gr	52.000	57.250	57.000	61.200	64.250							
Peso de Recipiente (m3)	gr	11.60	9.65	9.66	10.30	10.25							
Peso del Agua (m1 - m2)	gr	5.010	5.830	6.100	5.953	5.948							
Peso de Suelo Seco (m2 - m3)	gr	40.400	47.605	47.340	50.900	54.000							
Contenido de Humedad W% = (m1-m2)/(m2-m3)	%	12.401	12.247	12.886	11.696	11.015	12.05						
CALICATA N°2		ABSCISA: 0+500		Perforación N°.			2		Profundidad :			1.00	
Muestra N°.	Peso	1	2	3	4	5	PROM						
Recipiente N°.		R5	E3	S43	G76	AQ2							
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (m1)	gr	85.250	86.250	88.650	89.250	90.250							
Peso de Suelo Seco + Recipiente (m2)	gr	74.000	74.250	77.000	76.250	77.250							
Peso de Recipiente (m3)	gr	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000							
Peso del Agua (m1 - m2)	gr	11.250	12.000	11.650	13.000	13.000							
Peso de Suelo Seco (m2 - m3)	gr	64.000	64.250	67.000	66.250	67.250							
Contenido de Humedad W% = (m1-m2)/(m2-m3)	%	17.578	18.677	17.388	19.623	19.331	18.52						
CALICATA N°2		ABSCISA: 0+500		Perforación N°.			2		Profundidad :			1.50	
Muestra N°.	Peso	1	2	3	4	5	PROM						
Recipiente N°.		R4	A2	Z4	X43	V65							
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (m1)	gr	53.360	56.240	54.650	55.650	58.690							
Peso de Suelo Seco + Recipiente (m2)	gr	47.000	48.560	47.850	48.200	50.000							
Peso de Recipiente (m3)	gr	8.630	5.360	9.676	10.000	7.250							
Peso del Agua (m1 - m2)	gr	6.360	7.680	6.800	7.450	8.690							
Peso de Suelo Seco (m2 - m3)	gr	38.370	43.200	38.174	38.200	42.750							
Contenido de Humedad W% = (m1-m2)/(m2-m3)	%	16.575	17.778	17.813	19.503	20.327	18.40						

Anexo 8: Tabla de contenido de húmeda calicata #2-prof. 0.5m-Abscisa 0-500



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

CONTENIDO DE HUMEDAD

CALICATA N°3	ABSCISA: 1+000	Perforación N°.			Profundidad :		
		3			0.50		
Muestra N°.	Peso	1	2	3	4	5	PROM
Recipiente N°.		G6	4E	R54	S43	B67	
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (m1)	gr	89.360	83.250	91.250	89.980	91.250	
Peso de Suelo Seco + Recipiente (m2)	gr	81.200	76.000	83.560	82.250	82.000	
Peso de Recipiente (m3)	gr	9.250	9.250	9.250	9.551	9.512	
Peso del Agua (m1 - m2)	gr	8.160	7.250	7.690	7.730	9.250	
Peso de Suelo Seco (m2 - m3)	gr	71.950	66.750	74.310	72.699	72.488	
Contenido de Humedad W% = (m1-m2)/(m2-m3)	%	11.341	10.861	10.349	10.633	12.761	11.19
CALICATA N°3	ABSCISA: 1+000	Perforación N°.			Profundidad :		
		3			1.00		
Muestra N°.	Peso	1	2	3	4	5	
Recipiente N°.		P9	T65	X54	R65	7G	
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (m1)	gr	102.000	89.000	103.500	98.250	98.650	
Peso de Suelo Seco + Recipiente (m2)	gr	93.250	81.250	94.560	89.350	88.630	
Peso de Recipiente (m3)	gr	9.650	9.850	9.360	9.480	9.650	
Peso del Agua (m1 - m2)	gr	8.750	7.750	8.940	8.900	10.020	
Peso de Suelo Seco (m2 - m3)	gr	83.600	71.400	85.200	79.870	78.980	
Contenido de Humedad W% = (m1-m2)/(m2-m3)	%	10.467	10.854	10.493	11.143	12.687	11.13
CALICATA N°3	ABSCISA: 1+000	Perforación N°.			Profundidad :		
		3			1.50		
Muestra N°.	Peso	1	2	3	4	5	
Recipiente N°.		S43	A23	Q32	R54	H76	
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (m1)	gr	95.360	91.250	85.360	79.250	75.250	
Peso de Suelo Seco + Recipiente (m2)	gr	86.250	82.150	77.150	72.000	68.590	
Peso de Recipiente (m3)	gr	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	
Peso del Agua (m1 - m2)	gr	9.110	9.100	8.210	7.250	6.660	
Peso de Suelo Seco (m2 - m3)	gr	76.250	72.150	67.150	62.000	58.590	
Contenido de Humedad W% = (m1-m2)/(m2-m3)	%	11.948	12.613	12.226	11.694	11.367	11.97

Anexo 9: Tabla de contenido de húmeda calicata #3-prof. 0.5m-Abcisa 1-000



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

CONTENIDO DE HUMEDAD

CALICATA N° 4	ABSCISA: 1+400	Perforación N°.	4			Profundidad :	0.50	
Muestra N°.		Peso	1	2	3	4	5	PROM
Recipiente N°.			J7	G65	F65	V7	J9	
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (m1)		gr	92.250	85.250	93.560	91.540	93.540	
Peso de Suelo Seco + Recipiente (m2)		gr	80.650	76.980	84.000	83.250	83.540	
Peso de Recipiente (m3)		gr	9.580	9.680	9.840	9.870	9.320	
Peso del Agua (m1 - m2)		gr	11.600	8.270	9.560	8.290	10.000	
Peso de Suelo Seco (m2 - m3)		gr	71.070	67.300	74.160	73.380	74.220	
Contenido de Humedad W% = (m1-m2)/(m2-m3)		%	16.322	12.288	12.891	11.297	13.473	13.25
CALICATA N° 4	ABSCISA: 1+400	Perforación N°.	4			Profundidad :	1.00	
Muestra N°.		Peso	1	2	3	4	5	
Recipiente N°.			R54	T65	R23	H78	P0	
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (m1)		gr	106.250	105.250	104.590	106.250	108.250	
Peso de Suelo Seco + Recipiente (m2)		gr	95.250	94.250	94.560	95.250	97.250	
Peso de Recipiente (m3)		gr	9.650	9.850	9.360	9.480	9.650	
Peso del Agua (m1 - m2)		gr	11.000	11.000	10.030	11.000	11.000	
Peso de Suelo Seco (m2 - m3)		gr	85.600	84.400	85.200	85.770	87.600	
Contenido de Humedad W% = (m1-m2)/(m2-m3)		%	12.850	13.033	11.772	12.825	12.557	12.61
CALICATA N° 4	ABSCISA: 1+400	Perforación N°.	4			Profundidad :	1.50	
Muestra N°.		Peso	1	2	3	4	5	
Recipiente N°.			H87	G76	I87	Y76	R65	
Peso del Suelo Humedo + Recipiente (m1)		gr	98.250	96.250	97.150	96.250	98.680	
Peso de Suelo Seco + Recipiente (m2)		gr	85.250	84.250	83.250	82.560	85.250	
Peso de Recipiente (m3)		gr	9.680	9.680	9.680	9.680	9.680	
Peso del Agua (m1 - m2)		gr	13.000	12.000	13.900	13.690	13.430	
Peso de Suelo Seco (m2 - m3)		gr	75.570	74.570	73.570	72.880	75.570	
Contenido de Humedad W% = (m1-m2)/(m2-m3)		%	17.203	16.092	18.894	18.784	17.772	17.75

Anexo 10: Tabla de contenido de húmeda calicata #4-prof. 0.5m-Abcisa 1-500



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

ENSAYO N°.: CAPA 1
PROFUNDIDAD : 0.5 m

LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

FECHA : ENERO DEL 2023

LIMITE LIQUIDO :

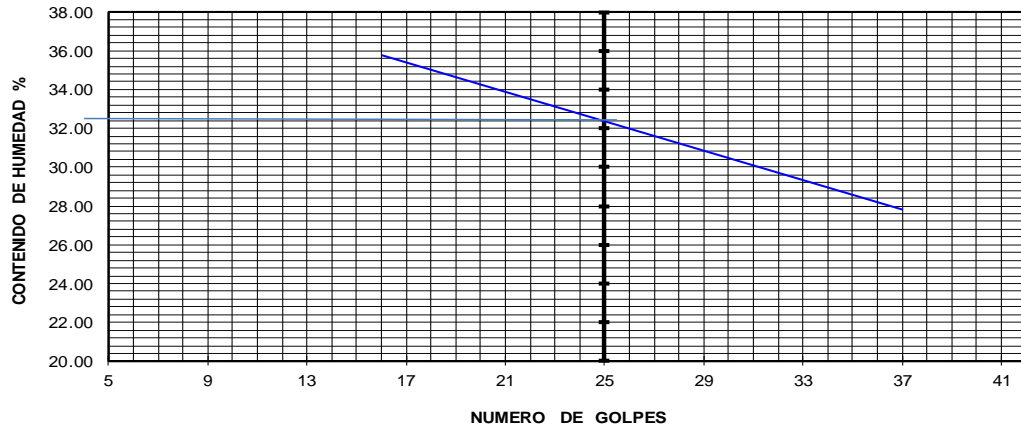
PRUEBA N°.	CAPSULA N°.	NUMERO DE GOLPES	PESO CAP. + SUELO HUMEDO (gr.)	PESO CAP. + SUELO SECO (gr.)	PESO DE AGUA (gr.)	PESO DE CAPSULA (gr.)	PESO DE SUELO SECO (gr.)	CONTENIDO DE HUMEDAD %
1	A3	36	25.000	22.000	3.000	9.650	12.350	24.29
2	R5	30	25.300	21.3	4.000	9.850	11.450	34.93
3	Q2	24	25.650	21.53	4.120	9.750	11.780	34.97
4	X54	17	28.200	23.65	4.550	9.680	13.970	32.57

LIMITE PLASTICO :

1	G6	-----	40.250	34.000	6.250	8.660	25.340	24.66
2	D4	-----	42.000	36.000	6.000	8.91	27.090	22.15
3	C5	-----	34.000	28.000	6.000	6	22.000	27.27
4	RX3	-----	34.000	27.250	6.750	10.000	17.250	39.13

Z3

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL : 13.70 %
 LIMITE LIQUIDO : 32.10 %
 LIMITE PLASTICO : 28.30 %
 INDICE DE PLASTICIDAD : 3.80 %
 CLASIFICACION S.U.C.S. : CL



OBSERVACIONES : MATERIAL DE FUNDACION

Anexo 11: Tabla de límites de consistencia calicata #1-prof. 0.5m-Abcisa 0-000



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

ENSAYO N°.: CAPA 2
PROFUNDIDAD : 1.00 m

LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

FECHA : ENERO DEL 2023

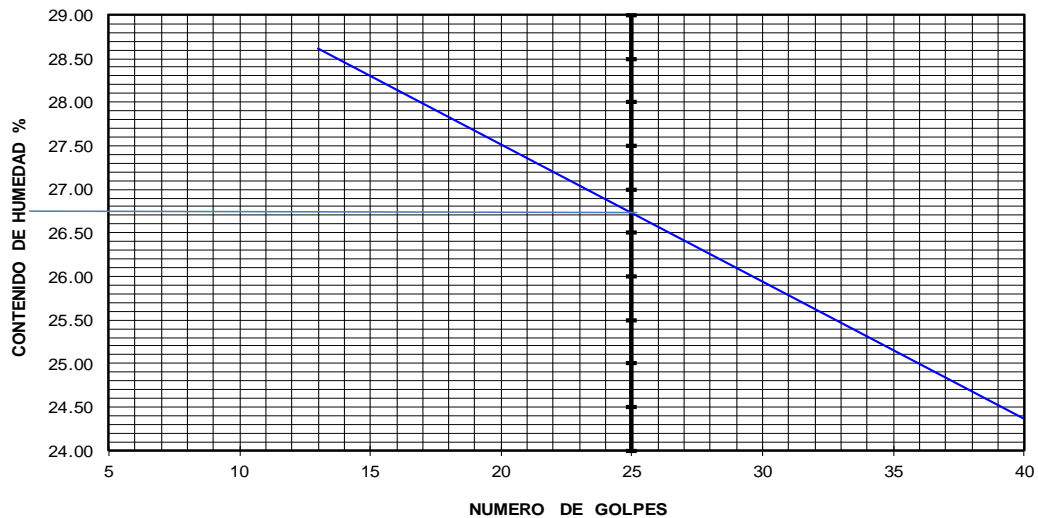
LIMITE LIQUIDO :

PRUEBA N°.	CAPSULA N°.	NUMERO DE GOLPES	PESO CAP. + SUELO HUMEDO (gr.)	PESO CAP. + SUELO SECO (gr.)	PESO DE AGUA (gr.)	PESO DE CAPSULA (gr.)	PESO DE SUELO SECO (gr.)	CONTENIDO DE HUMEDAD %
1	1	14	22.00	19.36	2.64	10.00	9.36	28.21
2	2	23	23.00	20.00	3.00	9.00	11.00	27.27
3	3	29	26.00	22.30	3.70	8.25	14.05	26.33
4	4	39	24.00	21.00	3.00	8.65	12.35	24.29

LIMITE PLASTICO :

1	R5	-----	10.10	9.56	0.54	6.55	3.01	17.94
2	D6	-----	10.14	9.58	0.56	6.59	2.99	18.73
3	R6	-----	10.02	9.52	0.50	6.58	2.94	17.01
4	D7	-----	10.15	9.50	0.65	6.61	2.89	22.49

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL : 26.06 %
 LIMITE LIQUIDO : 26.75 %
 LIMITE PLASTICO : 19.04 %
 INDICE DE PLASTICIDAD : 7.71 %
 CLSIFICACION S.U.C.S. : CL



OBSERVACIONES : MATERIAL BUENO PARA FUNDACION

Anexo 12: Tabla de límites de consistencia calicata #1-prof. 1m-Abcisa 0-000



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

ENSAYO N°.: CAPA 3
PROFUNDIDAD : 1.50 m

LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

FECHA : ENERO DEL 2023

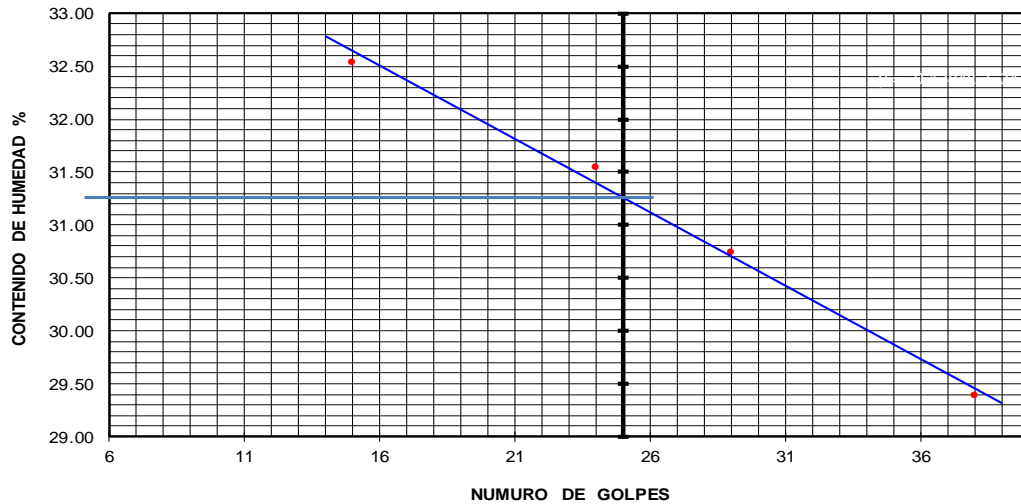
LIMITE LIQUIDO :

PRUEBA N°.	CAPSULA N°.	NUMERO DE GOLPES	PESO CAP. + SUELO HUMEDO (gr.)	PESO CAP. + SUELO SECO (gr.)	PESO DE AGUA (gr.)	PESO DE CAPSULA (gr.)	PESO DE SUELO SECO (gr.)	CONTENIDO DE HUMEDAD %
1	F5	15	20.55	17.83	2.72	9.47	8.36	32.54
2	E4	24	21.84	18.90	2.94	9.58	9.32	31.55
3	F6	29	21.04	18.36	2.68	9.64	8.72	30.73
4	ER2	38	21.43	18.73	2.70	9.54	9.19	29.38

LIMITE PLASTICO :

1	R5	-----	9.97	9.40	0.57	7.25	2.15	26.51
2	W32	-----	9.99	9.46	0.53	7.28	2.18	24.31
3	1Q2	-----	9.75	9.24	0.51	7.32	1.92	26.56
4	R54	-----	9.80	9.23	0.57	7.24	1.99	28.64

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL : 17.77 %
 LIMITE LIQUIDO : 31.40 %
 LIMITE PLASTICO : 26.51 %
 INDICE DE PLASTICIDAD : 4.89 %
 CLASIFICACION S.U.C.S. : CL



OBSERVACIONES : _____

Anexo 13: Tabla de límites de consistencia calicata #1-prof. 1.5m-Abcisa 0-000



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

ENSAYO N°:

PROFUNDIDAD : 0.5 m

LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

FECHA : ENERO DEL 2023

LIMITE LIQUIDO :

PRUEBA N°.	CAPSULA N°.	NUMERO DE GOLPES	PESO CAP. + SUELO HUMEDO (gr.)	PESO CAP. + SUELO SECO (gr.)	PESO DE AGUA (gr.)	PESO DE CAPSULA (gr.)	PESO DE SUELO SECO (gr.)	CONTENIDO DE HUMEDAD %
1	T56	42	22.75	20.00	2.75	9.36	10.64	25.85
2	W32	35	19.27	16.98	2.29	9.58	7.40	30.95
3	X4	22	21.89	19.00	2.89	9.38	9.62	30.04
4	W2	15	22.17	18.24	3.93	9.42	8.82	44.56

LIMITE PLASTICO :

1	A3	-----	19.25	17.00	2.25	8.00	9.00	25.00
2	W32	-----	20.65	18.00	2.65	8.00	10.00	26.50
3	1Q2	-----	22.12	19.00	3.12	8.00	11.00	28.36
4	D54	-----	21.39	18.65	2.74	8.00	10.65	25.73

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL :

12.05 %

LIMITE LIQUIDO :

35.00 %

LIMITE PLASTICO :

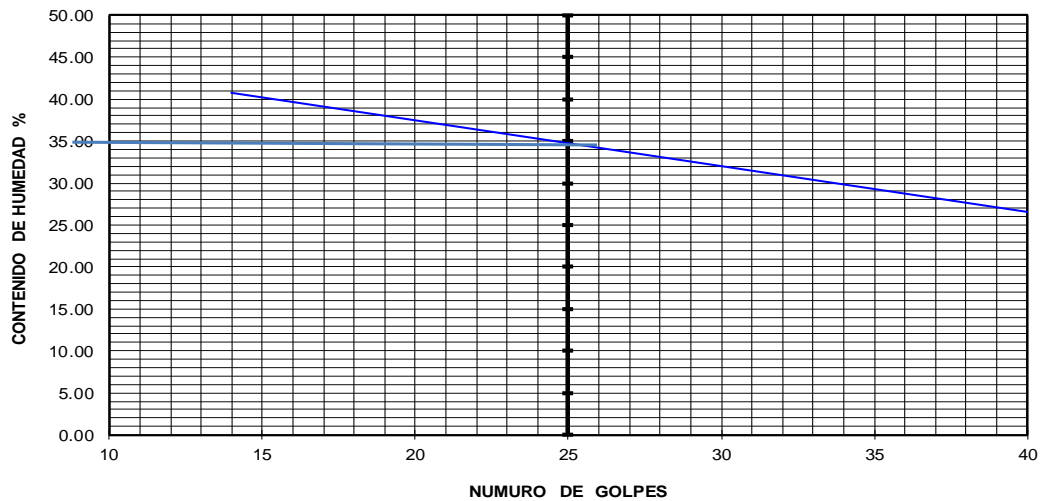
26.40 %

INDICE DE PLASTICIDAD :

8.60 %

CLASIFICACION S.U.C.S. :

CL



OBSERVACIONES : MATERIAL DE FUNDACION

Anexo 14: Tabla de límites de consistencia calicata #2-prof. 0.5m-Abcisa 0-500



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

ENSAYO N°.: CAPA 2
PROFUNDIDAD : 1.00 m

LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

FECHA : ENERO DEL 2023

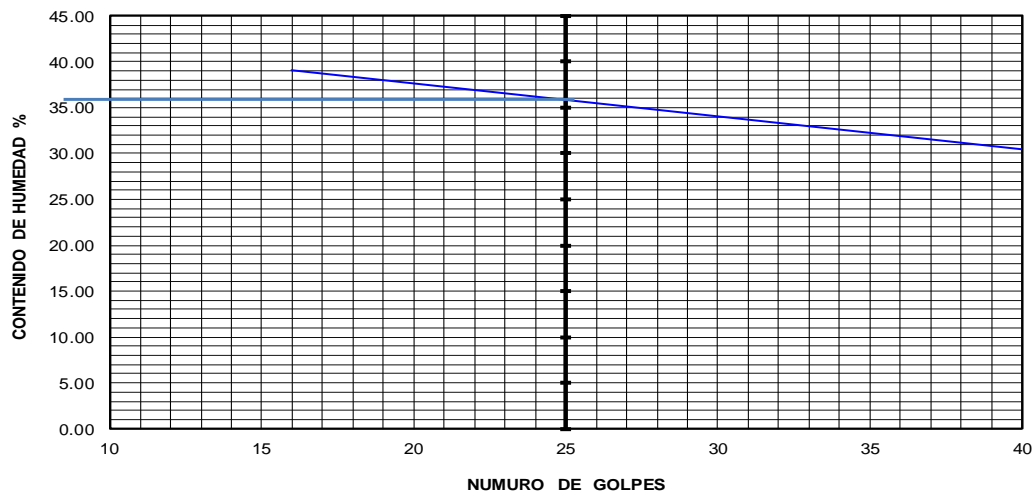
LIMITE LIQUIDO :

PRUEBA N°.	CAPSULA N°.	NUMERO DE GOLPES	PESO CAP. + SUELO HUMEDO (gr.)	PESO CAP. + SUELO SECO (gr.)	PESO DE AGUA (gr.)	PESO DE CAPSULA (gr.)	PESO DE SUELO SECO (gr.)	CONTENIDO DE HUMEDAD %
1	B7	17	20.01	17.00	3.01	9.36	7.64	39.45
2	C54	22	18.25	16.00	2.25	9.54	6.46	34.83
3	X43	38	20.14	17.20	2.94	9.45	7.75	37.94
4	A3	41	21.25	18.90	2.35	9.38	9.52	24.68

LIMITE PLASTICO :

1	T5	-----	12.36	11.29	1.07	7.21	4.08	26.23
2	E34	-----	12.25	11.12	1.13	7.50	3.62	31.22
3	4E	-----	12.68	11.56	1.12	7.20	4.36	25.69
4	Q3	-----	12.39	11.24	1.15	7.25	3.99	28.82

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL : 18.52 %
 LIMITE LIQUIDO : 36.00 %
 LIMITE PLASTICO : 27.99 %
 INDICE DE PLASTICIDAD : 8.01 %
 CLSIFICACION S.U.C.S. : CL



OBSERVACIONES : MATERIAL DE FUNDACION

Anexo 15: Tabla de límites de consistencia calicata #2-prof. 1m-Abcisa 0-500



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

ENSAYO N°.: CAPA 3
PROFUNDIDAD : 1.50

LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

FECHA : ENERO DEL 2023

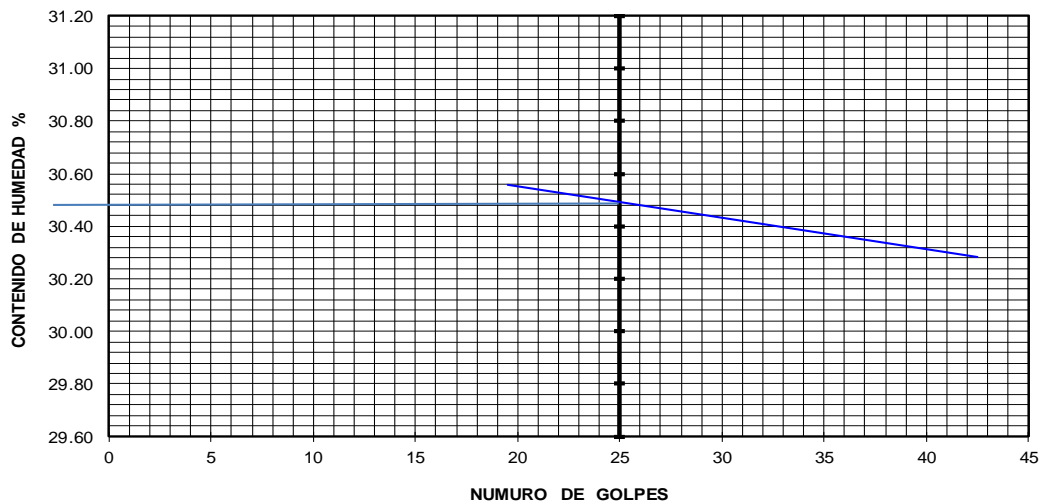
LIMITE LIQUIDO :

PRUEBA N°.	CAPSULA N°.	NUMERO DE GOLPES	PESO CAP. + SUELO HUMEDO (gr.)	PESO CAP. + SUELO SECO (gr.)	PESO DE AGUA (gr.)	PESO DE CAPSULA (gr.)	PESO DE SUELO SECO (gr.)	CONTENIDO DE HUMEDAD %
1	G7	22	18.85	16.00	2.85	6.50	9.50	30.00
2	65	20	17.63	15.00	2.63	6.55	8.45	31.12
3	R54	38	19.00	16.14	2.86	6.55	9.59	29.82
4	D5	42	21.50	18.00	3.50	6.62	11.38	30.76

LIMITE PLASTICO :

1	F5	-----	12.24	11.31	0.93	7.10	4.21	22.09
2	E4	-----	11.99	11.10	0.89	7.10	4.00	22.25
3	2WE	-----	12.54	11.48	1.06	7.10	4.38	24.20
4	F5	-----	12.22	11.26	0.96	7.10	4.16	23.08

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL : 18.40 %
 LIMITE LIQUIDO : 30.50 %
 LIMITE PLASTICO : 22.90 %
 INDICE DE PLASTICIDAD : 7.60 %
 CLSIFICACION S.U.C.S. : CL



OBSERVACIONES : MATERIAL DE FUNDACION

Anexo 16: Tabla de límites de consistencia calicata #2-prof. 1.5m-Abcisa 0-500



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

CALICATA N°3

ABSCISA: 1+000

ENSAYO N°.: :

CAPA 1

PROFUNDIDAD :

0.50

LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

FECHA : ENERO DEL 2023

LIMITE LIQUIDO :

PRUEBA N°.	CAPSULA N°.	NUMERO DE GOLPES	PESO CAP. + SUELO HUMEDO (gr.)	PESO CAP. + SUELO SECO (gr.)	PESO DE AGUA (gr.)	PESO DE CAPSULA (gr.)	PESO DE SUELO SECO (gr.)	CONTENIDO DE HUMEDAD %
1	R54	38	18.39	16.00	2.39	8.60	7.40	32.30
2	W32	22	21.64	18.00	3.64	8.60	9.40	38.72
3	X43	30	18.16	16.00	2.16	8.60	7.40	29.19
4	R45	21	16.13	14.00	2.13	8.60	5.40	39.44

LIMITE PLASTICO :

1	T5	-----	11.03	10.32	0.71	8.00	2.32	30.60
2	ER4	-----	11.12	10.38	0.74	8.00	2.38	31.09
3	W32	-----	12.24	11.23	1.01	8.00	3.23	31.27
4	D45	-----	11.12	10.29	0.83	8.00	2.29	36.24

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL :

11.19 %

LIMITE LIQUIDO :

37.00 %

LIMITE PLASTICO :

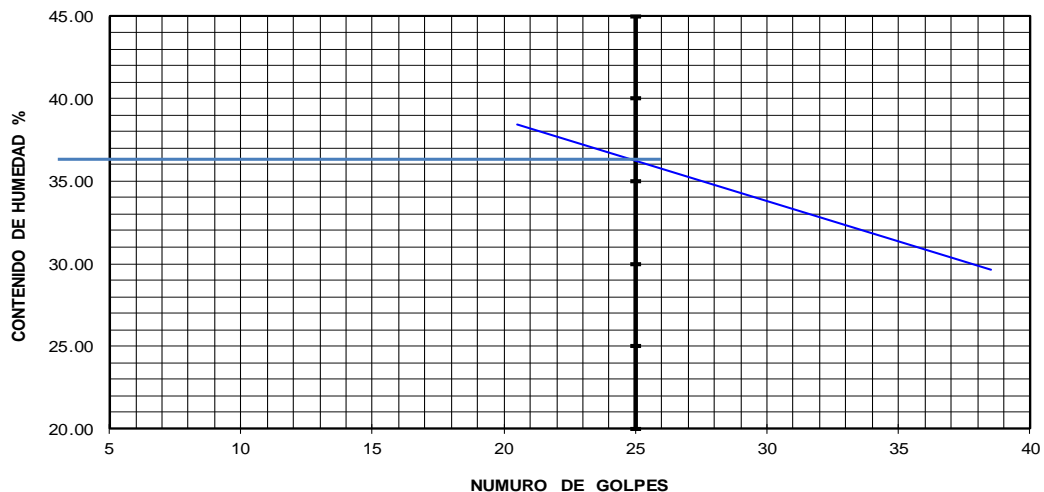
32.30 %

INDICE DE PLASTICIDAD :

4.70 %

CLASIFICACION S.U.C.S. :

CL



OBSERVACIONES :

Anexo 17: Tabla de límites de consistencia calicata #3-prof. 0.5m-Abcisa 1-000



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

CALICATA N°3

ABSCISA: 1+000

ENSAYO N°:

CAPA 2

PROFUNDIDAD :

1.00

LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

FECHA : ENERO DEL 2023

LIMITE LIQUIDO :

PRUEBA N°.	CAPSULA N°.	NUMERO DE GOLPES	PESO CAP. + SUELO HUMEDO (gr.)	PESO CAP. + SUELO SECO (gr.)	PESO DE AGUA (gr.)	PESO DE CAPSULA (gr.)	PESO DE SUELO SECO (gr.)	CONTENIDO DE HUMEDAD %
1	G67	22	17.00	15.25	1.75	9.00	6.25	28.00
2	R44	42	17.10	15.35	1.75	9.00	6.35	27.56
3	X43	30	19.25	17.36	1.89	9.00	8.36	22.61
4	W43	14	17.00	15.00	2.00	9.00	6.00	33.33

LIMITE PLASTICO :

1	R33	-----	14.11	12.46	1.65	5	7.46	22.12
2	R590X	-----	15.58	13.52	2.06	5	8.52	24.18
3	X10	-----	14.23	12.5	1.73	5	7.50	23.07
4	R05	-----	13.11	11.67	1.44	5	6.67	21.59

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL :

11.13 %

LIMITE LIQUIDO :

28.00 %

LIMITE PLASTICO :

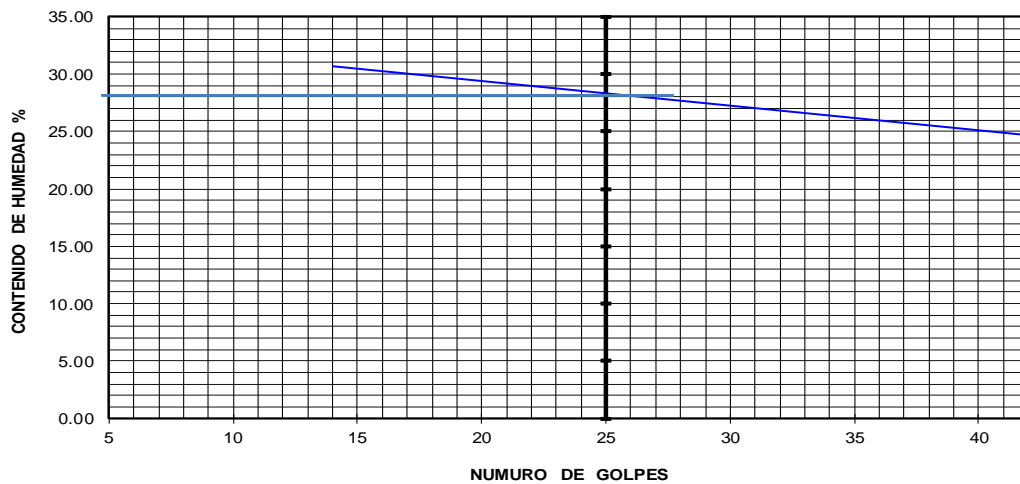
22.74 %

INDICE DE PLASTICIDAD :

5.26 %

CLASIFICACION S.U.C.S. :

CL



OBSERVACIONES : MATERIAL DE FUNDACION

Anexo 18: Tabla de límites de consistencia calicata #3-prof. 1m-Abcisa 1-000



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

CALICATA N°3 ABCISIA: 1+000
ENSAYO N°.: CAPA 3
PROFUNDIDAD : 1,50 m

LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

FECHA : ENERO DEL 2023

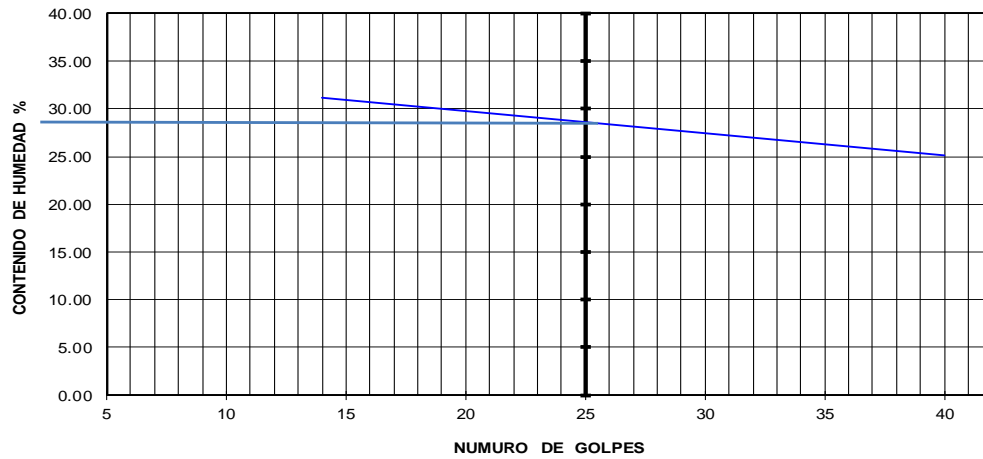
LIMITE LIQUIDO :

PRUEBA N°.	CAPSULA N°.	NUMERO DE GOLPES	PESO CAP. + SUELO HUMEDO (gr.)	PESO CAP. + SUELO SECO (gr.)	PESO DE AGUA (gr.)	PESO DE CAPSULA (gr.)	PESO DE SUELO SECO (gr.)	CONTENIDO DE HUMEDAD %
1	T3	14	18.33	15.35	2.98	5.00	10.35	28.79
2	E3	40	17.52	14.96	2.56	5.00	9.96	25.70
3	5T	22	16.86	14.35	2.51	5.00	9.35	26.84
4	X43	15	14.86	12.30	2.56	5.00	7.30	35.07
6								

LIMITE PLASTICO :

1	R4	-----	11.01	9.92	1.09	5.25	4.67	23.34
2	R54	-----	10.28	9.38	0.90	5.25	4.13	21.79
3	S43	-----	11.99	10.66	1.33	5.25	5.41	24.58
4	R54	-----	11.76	10.36	1.40	5.25	5.11	27.40

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL : 11.97 %
LIMITE LIQUIDO : 28.00 %
LIMITE PLASTICO : 24.28 %
INDICE DE PLASTICIDAD : 3.72 %
CLASIFICACION S.U.C.S. : CL



OBSERVACIONES :

Anexo 19: Tabla de límites de consistencia calicata #3-prof. 1.5m-Abcisa 1-000



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

CALICATA N° 4

ABSCISA: 1+400

ENSAYO N°.: 1

CAPA 1

PROFUNDIDAD :

0.50

LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

FECHA : ENERO DEL 2023

LIMITE LIQUIDO :

PRUEBA N°.	CAPSULA N°.	NUMERO DE GOLPES	PESO CAP. + SUELO HUMEDO (gr.)	PESO CAP. + SUELO SECO (gr.)	PESO DE AGUA (gr.)	PESO DE CAPSULA (gr.)	PESO DE SUELO SECO (gr.)	CONTENIDO DE HUMEDAD %
1	T5	33	21.10	18.00	3.10	7.00	11.00	28.18
2	5R	35	20.32	17.52	2.80	7.00	10.52	26.62
3	D43	20	20.67	17.60	3.07	7.00	10.60	28.96
4	X54	13	19.25	16.21	3.04	7.00	9.21	33.01
6								

LIMITE PLASTICO :

1	Y87	-----	9.98	9.28	0.70	6.00	3.28	21.34
2	T65	-----	9.85	9.16	0.69	6.00	3.16	21.84
3	R54	-----	9.91	9.20	0.71	6.00	3.20	22.19
4	X65	-----	10.00	9.33	0.67	6.00	3.33	20.12

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL :

13.25 %

LIMITE LIQUIDO :

29.10 %

LIMITE PLASTICO :

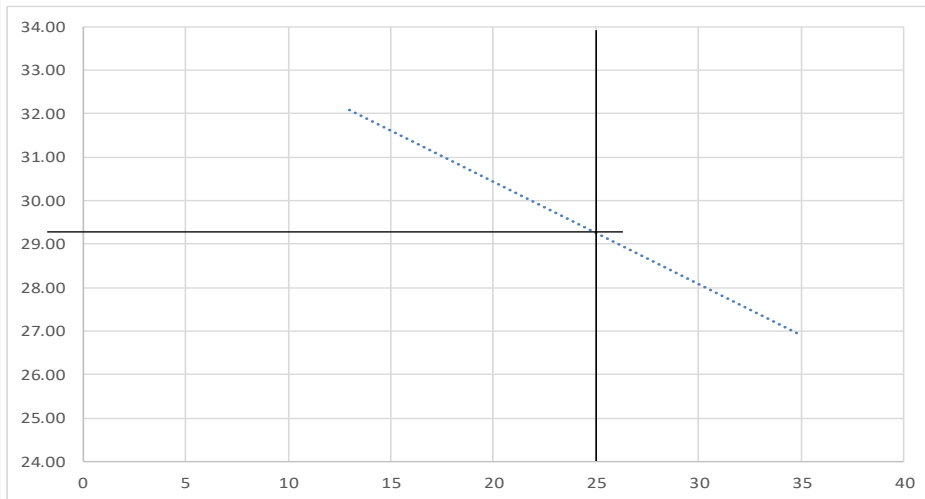
21.37 %

INDICE DE PLASTICIDAD :

7.73 %

CLASIFICACION S.U.C.S. :

CL



OBSERVACIONES : MATERIAL DE FUNDACION

Anexo 20: Tabla de límites de consistencia calicata #4-prof. 0.5m-Abcisa 1-500



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

ENSAYO N°.: CAPA 2
PROFUNDIDAD : 1.00

LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

FECHA : ENERO DEL 2023

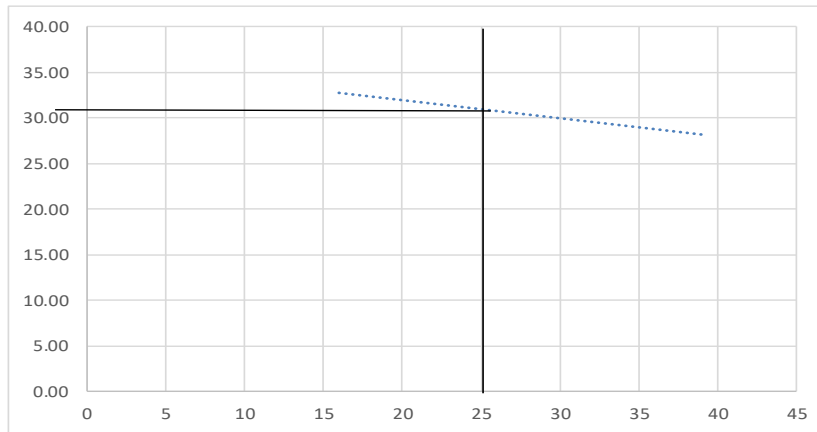
LIMITE LIQUIDO :

PRUEBA N°.	CAPSULA N°.	NUMERO DE GOLPES	PESO CAP. + SUELO HUMEDO (gr.)	PESO CAP. + SUELO SECO (gr.)	PESO DE AGUA (gr.)	PESO DE CAPSULA (gr.)	PESO DE SUELO SECO (gr.)	CONTENIDO DE HUMEDAD %
1	T5	36	19.00	16.00	3.00	5.00	11.00	27.27
2	R54	39	18.00	14.96	3.04	5.00	9.96	30.52
3	X43	23	17.00	14.35	2.65	5.00	9.35	28.34
4	W3	16	15.00	12.40	2.60	5.00	7.40	35.14
6								

LIMITE PLASTICO :

1	Y6	-----	10.00	9.50	0.50	8.00	1.50	33.33
2	R54	-----	10.36	9.86	0.50	8.00	1.86	26.88
3	D5	-----	10.85	10.30	0.55	8.00	2.30	23.91
4	C5	-----	11.76	11.12	0.64	8.00	3.12	20.51

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL : 12.61 %
 LIMITE LIQUIDO : 31.00 %
 LIMITE PLASTICO : 26.16 %
 INDICE DE PLASTICIDAD : 4.84 %
 CLSIFICACION S.U.C.S. : **GW**



OBSERVACIONES : MATERIAL DE FUNDACION

Anexo 21: Tabla de límites de consistencia calicata #4-prof. 1m-Abcisa 1-500



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

ENSAYO N°.: CAPA 3
PROFUNDIDAD : 1,50 m

LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

FECHA : ENERO DEL 2023

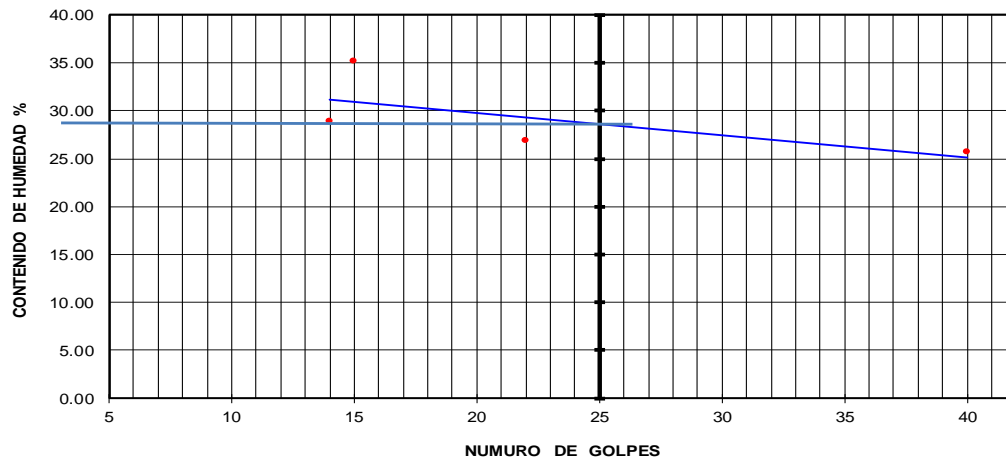
LIMITE LIQUIDO :

PRUEBA N°.	CAPSULA N°.	NUMERO DE GOLPES	PESO CAP. + SUELO HUMEDO (gr.)	PESO CAP. + SUELO SECO (gr.)	PESO DE AGUA (gr.)	PESO DE CAPSULA (gr.)	PESO DE SUELO SECO (gr.)	CONTENIDO DE HUMEDAD %
1	T3	14	18.33	15.35	2.98	8.63	6.72	44.35
2	E3	40	17.52	14.96	2.56	8.52	6.44	39.75
3	5T	22	16.86	14.35	2.51	8.42	5.93	42.33
4	X43	15	14.86	12.30	2.56	7.00	5.30	48.30
6								

LIMITE PLASTICO :

1	R4	-----	11.01	9.92	1.09	5.00	4.92	22.15
2	R54	-----	10.28	9.38	0.90	5.00	4.38	20.55
3	S43	-----	11.99	10.66	1.33	5.00	5.66	23.50
4	R54	-----	11.76	10.36	1.40	5.00	5.36	26.12

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL : 17.75 %
 LIMITE LIQUIDO : 29.00 %
 LIMITE PLASTICO : 23.08 %
 INDICE DE PLASTICIDAD : 5.92 %
 CLSIFICACION S.U.C.S. : CL



OBSERVACIONES : MATERIAL DE FUNDACION

Anexo 22: Tabla de límites de consistencia calicata #4-prof. 1.5m-Abcisa 1-500



UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

MUESTRA N°.	ABSCISAS	h (m)	GRANULOMETRIA				LIMITES DE CONSISTENCIA			CLASIFICACION			COMPACTACION		% CBR DE DISEÑO
			% DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ				L.L.	LP	IP	S. U. C. S.	ASSHTO	I G	W. optima %	D. max Kg/m ³	
			N°. 4	N°. 10	N°. 40	N°. 200									
01	0+000	0.50	99.73	99.13	96.97	22.66	32.10	28.30	3.80	CL	A-2	0	9.80	2200.00	33.89
		1.00	99.13	97.51	88.75	17.37	26.75	19.04	7.71	CL	A-2	0			
		1.50	100.00	98.43	87.03	10.00	31.40	26.51	4.89	CL	A-2	0			
02	0+500	0.50	98.95	97.28	86.10	19.09	35.00	26.40	8.60	CL	A-2	0	9.50	2140.00	45.46
		1.00	100.00	99.30	90.99	17.47	36.00	27.99	8.01	CL	A-2	0			
		1.50	100.00	99.62	91.72	5.83	30.50	22.90	7.60	CL	A-2	0			
03	1+000	0.50	100.00	99.67	85.19	12.50	37.00	32.30	4.70	CL	A-2	0	10.00	2190.00	50.18
		1.00	98.39	97.55	84.35	13.63	28.00	22.74	5.26	CL	A-2	0			
		1.50	98.19	97.25	83.27	15.07	28.00	24.28	3.72	CL	A-2	0			
04	1+500	0.50	98.63	97.01	86.14	14.25	29.10	21.37	7.73	CL	A-2	0	8.40	2167.00	78.00
		1.00	100.00	99.16	85.87	12.14	31.00	26.16	4.84	CL	A-2	0			
		1.50	100.00	98.35	79.54	5.83	29.00	23.08	5.92	CL	A-2	0			

Anexo 23: Tabla de resumen de ensayos de granulometría, límites de consistencia, clasificación según la S.U.C.S y AASHTO.



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO T-180

PROYECTO: " Calle Juan Jose Flores"

FUENTE: CALICATA # 1 a 1.50 mt.

Fecha: Enero del 2023

Descripción: MATERIAL DE FUNDACION

Peso del martillo:

ABSCISA: 0+000

Altura de caída: 18"

Volumen: 2124.47

N° de capas: 5

Peso: 5200

Golpes por capa: 25

REVISO:

Operador:

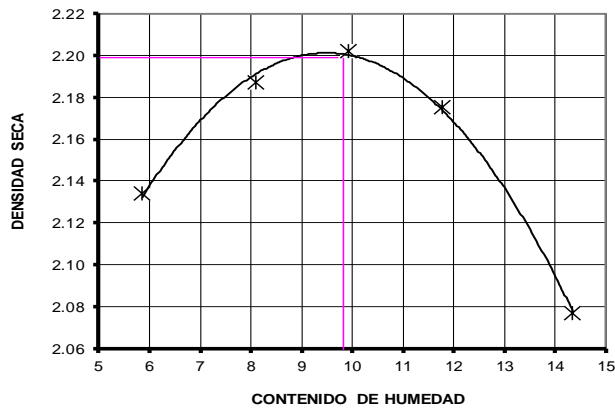
DATOS PARA LA CURVA

Muestra N°		1	2	3	4	5
Peso del molde + Suelo humedo	Kg	9999	10223	10342	10365	10245
Peso del suelo humedo	Kg	4799	5023	5142	5165	5045
Humedad calculada	%	5.86	8.10	9.91	11.78	14.34
Densidad humeda	gr/cm3	2.259	2.364	2.420	2.431	2.375
Densidad seca	gr/cm3	2.134	2.187	2.202	2.175	2.077

CONTENIDO DE HUMEDAD

Muestra N°	1		2		3		4		5	
Recipiente N°	C5	D3	C6	D4	C7	D5	C8	D6	C9	D7
Recp + Suelo humedo	103.99	102.12	94.16	101.42	112.59	106.31	98.78	80.49	100.08	104.33
Recp + Suelo seco	98.79	97.02	87.84	94.59	103.30	97.66	89.43	73.06	88.72	92.56
Peso del recipiente	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Peso del agua	5.20	5.10	6.32	6.83	9.29	8.65	9.35	7.43	11.36	11.77
Peso del suelo seco	88.79	87.020	77.84	84.59	93.3	87.66	79.43	63.06	78.72	82.56
Contenido de Humedad	5.86	5.86	8.12	8.07	9.96	9.87	11.77	11.78	14.43	14.26
Humedad promedio	5.86		8.10		9.91		11.78		14.34	

PROCTOR T 180



Densidad máxima:
2.200 Kg/m3

Humedad óptima:
9.80%

Anexo 24: Tabla de ensayo de proctor modificado T-180 calicata #1



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO T-180

PROYECTO: " Calle Juan Jose Flores"

FUENTE: CALICATA # 2 a 1.50 mt.
Descripción: MATERIAL LIMO ARCILLOSO
ABSCISA: 0+500
Volumen: 2124.47
Peso: 5321
REVISO:

Fecha: ENERO DEL 2023
Peso del martillo:
Altura de caída: 18"
N° de capas: 5
Golpes por capa: 25
Operador:

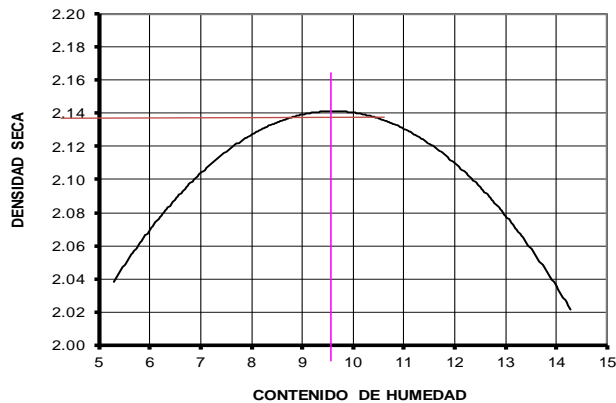
DATOS PARA LA CURVA

Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso del molde + Suelo humedo Kg	9856	10223	10342	10365	10245
Peso del suelo humedo Kg	4535	4902	5021	5044	4924
Humedad calculada %	5.28	10.52	8.48	11.71	14.28
Densidad humeda gr/cm3	2.135	2.307	2.363	2.374	2.318
Densidad seca gr/cm3	2.028	2.088	2.179	2.125	2.028

CONTENIDO DE HUMEDAD

Muestra N°	1		2		3		4		5	
Recipiente N°	Z34	F45	A4	Z35	F46	A5	Z36	F47	A6	Z37
Recp + Suelo humedo	103.00	102.12	98.00	101.42	105.00	111.00	98.78	80.49	100.08	104.33
Recp + Suelo seco	98.79	97.02	87.84	94.59	103.30	97.66	89.43	73.06	88.72	92.56
Peso del recipiente	9.65	9.65	9.670	9.65	9.66	9.55	9.52	9.650	9.62	9.630
Peso del agua	4.21	5.10	10.16	6.83	1.70	13.34	9.35	7.43	11.36	11.77
Peso del suelo seco	89.14	87.370	78.17	84.94	93.64	88.11	79.91	63.41	79.1	82.93
Contenido de Humedad	4.72	5.84	13.00	8.04	1.82	15.14	11.70	11.72	14.36	14.19
Humedad promedio	5.28		10.52		8.48		11.71		14.28	

PROCTOR T 180



Densidad máxima:
2.140 Kg/m3

Humedad óptima:
9.50%

Anexo 25: Tabla de ensayo de proctor modificado T-180 calicata #2



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO T-180

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

FUENTE: CALICATA # 3 a 1.50 mt.

Fecha: ENERO DEL 2023

Descripción: MATERIAL ARCILLOSO

Peso del martillo:

CALICATA N°3

Altura de caída: 18"

Volumen: 2124.47

N° de capas: 5

Peso: 5100

Golpes por capa: 25

REVISO:

Operador:

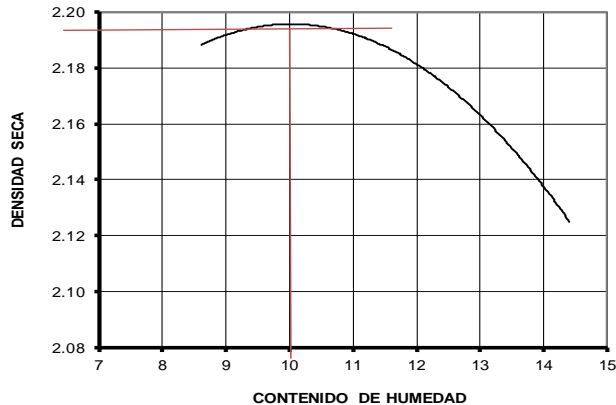
DATOS PARA LA CURVA

Muestra N°		1	2	3	4	5
Peso del molde + Suelo humedo	Kg	10214	10223	10342	10365	10245
Peso del suelo humedo	Kg	5114	5123	5242	5265	5145
Humedad calculada	%	8.89	10.70	8.62	11.95	14.40
Densidad humeda	gr/cm3	2.407	2.411	2.467	2.478	2.422
Densidad seca	gr/cm3	2.100	2.178	2.272	2.214	2.117

CONTENIDO DE HUMEDAD

Muestra N°	1		2		3		4		5	
	V6	X5	R3	V7	X6	R4	V8	X7	R5	R59
Recp + Suelo humedo	102.00	102.12	98.00	101.42	105.00	111.00	98.78	80.49	100.08	104.33
Recp + Suelo seco	95.00	94.25	87.84	94.59	103.30	97.66	89.43	73.06	88.72	92.56
Peso del recipiente	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	9.630
Peso del agua	7.00	7.87	10.16	6.83	1.70	13.34	9.35	7.43	11.36	11.77
Peso del suelo seco	84.00	83.250	76.84	83.59	92.3	86.66	78.43	62.06	77.72	82.93
Contenido de Humedad	8.33	9.45	13.22	8.17	1.84	15.39	11.92	11.97	14.62	14.19
Humedad promedio	8.89		10.70		8.62		11.95		14.40	

PROCTOR T 180



Densidad máxima:
2.190 Kg/m3

Humedad óptima:
10.00%

Anexo 26: Tabla de ensayo de proctor modificado T-180 calicata #3



LABORATORIO DE DE SUELOS & PAVIMENTOS

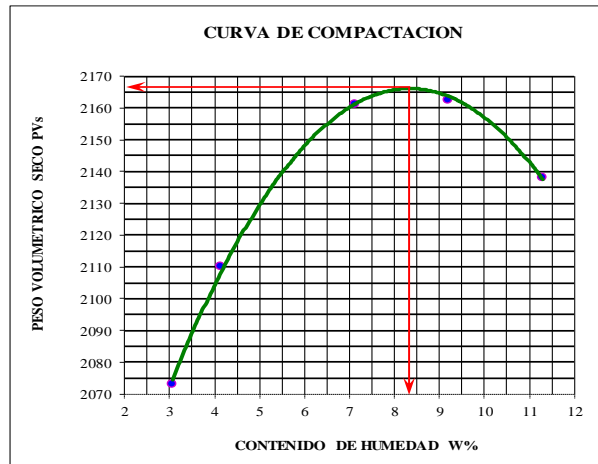
PROYECTO: "CALLE JUAN JOSE FLORES"

METODO DE ASSHTO T-180	PRUEBA PROCTOR	ESTANDAR ()	MODIFICADO (x)
OPERADOR:		REVISAD:	
DESCRIPCION DEL MATERIAL: GRAVA, ARENA Y FINOS		FECHA: ENE. 2023	
PESO CILINDRO:(10) 4.299 Kg	VOLUMEN CILINDRO (sin collar) $V=PI \cdot D^2 \cdot h/4$	933.32 cm ³ /10 ⁶	0.00093332 m ³
PESO MARTILLO: 10 lb.	ALTURA DE CAIDA : 18 pulg	No. GOLPES: 25	No. CAPAS: 5

PRUE N°	PORCENT DE AGUA %	CANTID. DE MUESTR DEAGUA g	CANTIDA DEAGUA A MEZCLAR cm ³	RECIP. No.	PESO TIERRA HUMEDA	PESO TIERRA SECA	PESO DEL RECP	PESO DEL AGUA	PESO SECO	W CONTENI DEAGUA %	PESO TIERRA HUMEDA + CILIND	PESO TIERRA HUMEDA PT	PESO ESPECIFICO SECO 1+(W/100)	PESO TIERRA SECA PS	PESO VOLUMET SECO PVS	
					+. RECIP g	+. RECIP g	g	g	g							
1(S)	3	3000	90	GT	184.55	179.37	9.65	5.2	169.7	3.1	3.1	6.293	1.99	1.031	1.93	2073.0
					Q	175.97	171.02	9.68	4.9							
2(S)	5	3000	150	3E	144.85	139.44	9.65	5.4	129.8	4.1	4.1	6.35	2.05	1.041	1.97	2110.3
					E	120.35	115.99	9.63	4.4							
3(S)	7	3000	210	2Q	135.49	127.08	9.65	8.4	117.4	7.1	7.1	6.460	2.16	1.071	2.02	2161.2
					C5	166.19	155.79	9.54	10.4							
4(S)	9	3000	270	4RR	153.30	141.14	9.68	12.2	131.5	9.2	9.2	6.503	2.20	1.092	2.02	2162.5
					E4	142.46	131.32	9.60	11.1							
5(S)	11	3000	330	5T	129.44	117.32	9.59	12.1	107.7	11.3	11.3	6.520	2.22	1.113	2.00	2138.1
					WE	124.96	113.21	9.66	11.8							

PRUE No.	W CONT. DEAGUA %	PESO VOLUMET. SECO PVS Kg/m ³
1	3.1	2073
2	4.1	2110
3	7.1	2161
4	9.2	2163
5	11.3	2138

DENSIDAD SECA MAXIMA:
2167 Kg/m³
HUMEDAD OPTIMA:
8.40 %



OBSERVACIONES: MATERIAL DE FUNDACION EXCELENTE

Anexo 27: Tabla de ensayo de proctor modificado T-180 calicata #4



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

PROYECTO: " Calle Juan Jose Flores "

Descripción del Material :		MATERIAL DE FUNDACION						Fecha :		Enero del 2023			
CALICATA N°1			MUESTRAN° :				Profundidad :		1,5 m.				
C. B. R.													
MOLDE N°.	1				2				3				
N°. DE GOLPES POR CAPA	56				25				12				
CONDICION DE MUESTRA	ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		
PESO MUEST. HUM. + MOLDE gr	11767		11849		11848		11990		12343		12525		
PESO MOLDE gr	7000		7144		7500		7500		8189		8189		
PESO MUESTRA HUMEDA gr	4767		4705		4348		4490		4154		4336		
VOLUMEN MUESTRA cm ³	2106.7		2106.7		2120.6		2120.6		2134.5		2134.5		
DENSIDAD HUMEDAD gr/cm ³	2.26		2.23		2.05		2.12		1.95		2.03		
HUMEDAD													
	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	
RECIPIENTE N°.	H7	C7	R54	H8	C8	R55	H9	C9	R56	H10	C10	R25C	
PESO RECIPIENTE gr	6.650	6.610	6.570	6.680	6.620	6.560	6.580	6.550	6.690	57.540	6.600	6.650	
P. MUEST. HUM. + REC. gr	39.54	40.78	45.18	44.89	50.30	50.49	58.05	58.09	51.84	92.76	44.05	48.83	
P. MUEST. SECA + REC. gr	36.54	37.94	39.78	40.42	46.74	46.91	49.53	51.20	48.12	89.93	39.80	42.59	
PESO DE AGUA gr	3.00	2.84	5.40	4.47	3.56	3.58	8.52	6.89	3.72	2.83	4.25	6.24	
PESO MUESTRA SECA gr	29.9	31.3	33.2	33.7	40.1	40.4	43.0	44.7	41.4	32.4	33.2	35.9	
CONT. DE HUMEDAD %	10.04	9.06	16.3	13.25	8.87	8.87	19.84	15.43	8.98	8.74	12.80	17.36	
HUMEDAD PROMEDIO %	9.55		14.75		8.87		17.63		8.86		15.08		
DENSIDAD SECA gr/cm ³	2.065		1.946		1.883		1.800		1.788		1.765		

PORCENTAJE DE AGUA ABSORVIDA

MOLDE N°.	1				2				3			
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE DESP. SATURAR	11849				11990				12525			
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE ANTES SATURAR	11767				11848				12343			
PESO AGUA ABSORVIDA	82				142				182			
PORCENTAJE AGUA ABSORVIDA	0.70				1.20				1.47			

ESPONJAMIENTO		Li: 10 mm x 10 ⁻²			Li: 3 mm x 10 ⁻²			Li: 17 mm x 10 ⁻²		
FECHA Y HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
		LECT. DIAL mm x 10 ⁻²	CAMBIO LONGITUD	ESPONJAMIENTO %	LECT. DIAL mm x 10 ⁻²	CAMBIO LONGITUD	ESPONJAMIENTO %	LECT. DIAL mm x 10 ⁻²	CAMBIO LONGITUD	ESPONJAMIENTO %
	1									
	2									
	3									
	4									

PENETRACION

Cte. Anillo de Carga : 1.338E-01 Kg / cm²

PENETA. EN mm	CARGAS TIPO Kg / cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
0		LECT. DIAL mm ² x 10 ⁻³	PRESION Kg / cm ²	C.B.R. CORREG.	LECT. DIAL mm ² x 10 ⁻³	PRESION Kg / cm ²	C.B.R. CORREG.	LECT. DIAL mm ² x 10 ⁻³	PRESION Kg / cm ²	C.B.R. CORREG.
0.64		120.0	16.1		80.0	10.7		50.0	6.7	
1.27		158.0	21.1		89.0	11.9		59.0	7.9	
1.91		218.0	29.2		92.0	12.3		68.0	9.1	
2.54	76	254.0	34.0	44.8	96.0	12.8	16.9	75.0	10.0	13.22
3.81		268.0	35.9		105.0	14.0		79.0	10.6	
5.08	113	287.0	38.4	33.9	125.0	16.7	14.8	85.0	11.4	10.0
7.62	144	299.0	40.0		135.0	18.1		95.0	12.7	
10.16	175	314.0	42.0		142.0	19.0		98.0	13.1	
12.70	197	325.0	43.5		148.0	19.8		102.0	13.6	

Anexo 28: Tabla de ensayo de C.B.R. calicata #1



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

PROYECTO: " Calle Juan Jose Flores"

Descripción del Material : MATERIAL DE FUNDACION | Fecha : ENERO DEL 2023
CALICATA N°2 | MUESTRAN°.: | Profundidad : 1,5 m.

C. B. R.

MOLDE N°.	1				2				3			
N°. DE GOLPES POR CAPA	56				25				12			
CONDICION DE MUESTRA	ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.	
PESO MUEST. HUM. + MOLDE gr	11790		11852		11847		11985		12541		12552	
PESO MOLDE gr	7150		7144		7500		7500		8500		8500	
PESO MUESTRA HUMEDA gr	4640		4708		4347		4485		4041		4052	
VOLUMEN MUESTRA cm ³	2106.7		2106.7		2120.6		2120.6		2134.5		2134.5	
DENSIDAD HUMEDAD gr/cm ³	2.20		2.23		2.05		2.11		1.89		1.90	
HUMEDAD												
RECIPIENTE N°.	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
B7	Z45	B8	Z46	B9	Z47	B10	Z48	B11	Z49	Y11	H89	
PESO RECIPIENTE gr	7.000	6.610	6.570	6.680	6.620	6.560	6.580	6.550	6.690	57.540	6.600	6.650
P. MUEST. HUM. + REC. gr	39.54	40.78	45.18	44.89	50.30	50.49	58.05	58.09	51.84	92.76	44.05	48.83
P. MUEST. SECA + REC. gr	36.54	37.94	39.78	40.42	46.74	46.91	49.53	51.20	48.12	89.93	39.80	42.59
PESO DE AGUA gr	3.00	2.84	5.40	4.47	3.56	3.58	8.52	6.89	3.72	2.83	4.25	6.24
PESO MUESTRA SECA gr	29.5	31.3	33.2	33.7	40.1	40.4	43.0	44.7	41.4	32.4	33.2	35.9
CONT. DE HUMEDAD %	10.16	9.06	16.3	13.25	8.87	8.87	19.84	15.43	8.98	8.74	12.80	17.36
HUMEDAD PROMEDIO %	9.61		14.75		8.87		17.63		8.86		15.08	
DENSIDAD SECA gr/cm ³	2.009		1.947		1.883		1.798		1.739		1.650	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORVIDA

MOLDE N°.	1	2	3
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE DESP. SATURAR	11852	11985	12552
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE ANTES SATURAR	11790	11847	12541
PESO AGUA ABSORVIDA	62	138	11
PORCENTAJE AGUA ABSORVIDA	0.53	1.16	0.09

ESPONJAMIENTO

FECHA Y HORA	TIEMPO EN DIAS	Li: 10 mm x 10 ⁻²			Li: 3 mm x 10 ⁻²			Li: 17 mm x 10 ⁻²					
		MOLDE N°.	LECT. DIAL mm x 10 ⁻²	CAMBIO LONGITUD	ESPONJAMIENTO %	MOLDE N°.	LECT. DIAL mm x 10 ⁻²	CAMBIO LONGITUD	ESPONJAMIENTO %	MOLDE N°.	LECT. DIAL mm x 10 ⁻²	CAMBIO LONGITUD	ESPONJAMIENTO %
	1												
	2												
	3												
	4												

PENETRACION

Cte. Anillo de Carga : 1.338E-01 Kg / cm²

PENETA. EN mm	CARGAS TIPO Kg / cm ²	MOLDE N°. 1			MOLDE N°. 2			MOLDE N°. 3		
		LECT. DIAL mm ² x 10 ⁻³	PRESION Kg / cm ²	C.B.R. CORREG.	LECT. DIAL mm ² x 10 ⁻³	PRESION Kg / cm ²	C.B.R. CORREG.	LECT. DIAL mm ² x 10 ⁻³	PRESION Kg / cm ²	C.B.R. CORREG.
0.64		198	26.49		175	23.41		85	11.37	
1.27		215	28.76		192	25.69		95	12.71	
1.91		235	31.44		245	32.78		102	13.65	
2.54	76	245	32.78		285	38.13		125	16.72	
3.81		298	39.87		314	42.01		139	18.60	
5.08	113	385	51.51	45	325	43.48	38.4	168	22.48	19.8
7.62	144	390	52.18		335	44.82		185	24.75	
10.16	175	425	56.86		345	46.16		214	28.63	
12.70	197	452	60.47		365	48.83		224	29.97	

Anexo 29: Tabla de ensayo de C.B.R. calicata #2



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

Descripción del Material : MATERIAL DE FUNDACION Fecha : ENERO DEL 2023

CALICATA N°3 MUESTRAN° 3 Profundidad : 1,5 m.

C. B. R.

MOLDE N°.	1				2				3			
N° DE GOLPES POR CAPA	56				25				12			
CONDICION DE MUESTRA	ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.	
PESO MUEST. HUM. + MOLDE gr	11600		11700		11847		11985		12541		12525	
PESO MOLDE gr	7144		7144		7500		7500		8189		8189	
PESO MUESTRA HUMEDA gr	4456		4556		4347		4485		4352		4336	
VOLUMEN MUESTRA cm ³	2106.7		2106.7		2120.6		2120.6		2134.5		2134.5	
DENSIDAD HUMEDAD gr/cm ³	2.12		2.16		2.05		2.11		2.04		2.03	
HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE N°.	GT6	R24J	GT7	R24J	GT8	R24J	GT9	R24J	GT10	R24J	GT11	76Y
PESO RECIPIENTE gr	6.300	6.610	6.570	6.300	6.620	6.560	6.580	6.550	6.690	57.540	6.600	6.650
P. MUEST. HUM. + REC. gr	39.54	40.78	45.18	44.89	50.30	50.49	58.05	58.09	51.84	92.76	44.05	48.83
P. MUEST. SECA + REC.gr	36.54	37.94	39.78	40.42	46.74	46.91	49.53	51.20	48.12	89.93	39.80	42.59
PESO DE AGUA gr	3.00	2.84	5.40	4.47	3.56	3.58	8.52	6.89	3.72	2.83	4.25	6.24
PESO MUESTRA SECA gr	30.2	31.3	33.2	34.1	40.1	40.4	43.0	44.7	41.4	32.4	33.2	35.9
CONT. DE HUMEDAD %	9.92	9.06	16.3	13.10	8.87	8.87	19.84	15.43	8.98	8.74	12.80	17.36
HUMEDAD PROMEDIO %	9.49		14.68		8.87		17.63		8.86		15.08	
DENSIDAD SECA gr/cm ³	1.932		1.886		1.883		1.798		1.873		1.765	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORVIDA

MOLDE N°.	1	2	3
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE DESP. SATURAR	11700	11985	12525
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE ANTES SATURAR	11600	11847	12541
PESO AGUA ABSORVIDA	100	138	-16
PORCENTAJE AGUA ABSORVIDA	0.86	1.16	-0.13

ESPONJAMIENTO

FECHA Y HORA	TIEMPO EN DIAS	Li: 11 mm x 10 ⁻²			Li: 3 mm x 10 ⁻²			Li: 17 mm x 10 ⁻²		
		MOLDE N°.	LECT. DIAL mm x 10 ⁻²	ESPONJAMIENTO %	MOLDE N°.	LECT. DIAL mm x 10 ⁻²	ESPONJAMIENTO %	MOLDE N°.	LECT. DIAL mm x 10 ⁻²	ESPONJAMIENTO %
	1									
	2									
	3									
	4									

PENETRACION

Cte. Anillo de Carga : 1.338E-01 Kg / cm²

PENETA. EN mm	CARGAS TIPO Kg / cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
		LECT. DIAL mm ² x 10 ⁻³	PRESION Kg / cm ²	C.B.R. CORREG.	LECT. DIAL mm ² x 10 ⁻³	PRESION Kg / cm ²	C.B.R. CORREG.	LECT. DIAL mm ² x 10 ⁻³	PRESION Kg / cm ²	C.B.R. CORREG.
0.64		185	24.75		102	13.65		58	7.76	
1.27		195	26.09		124	16.59		98	13.11	
1.91		215	28.76		135	18.06		102	13.65	
2.54	76	285	38.13		185	24.75		114	15.25	
3.81		314	42.01		195	26.09		125	16.72	
5.08	113	425	56.86	50.2	247	33.05	29.2	135	18.06	15.9
7.62	144	435	58.25		265	35.45		142	19.00	
10.16	175	442	62.54		285	38.13		154	20.60	
12.70	197	452	65.21		321	42.95		165	22.07	

Anexo 30: Tabla de ensayo de C.B.R. calicata #3



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

C. B. R.

PROYECTO: "CALLE JUAN JOSE FLORES"

		Descripción del Material:				GRAVA, ARENA Y FINOS						
Fecha:	ENE. 2023	Profundidad:		1.5		Función: MATERIAL DE FUNDACION						
Operador:						Revisó:						
N°. DE GOLPES POR CAPA	56				25				12			
CONDICION DE MUESTRA	ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.	
PESO MUEST. HUM. + MOLDE g	10374		10402		9971		10053		10468		10592	
PESO MOLDE g	5246		5246		5029		5029		5671		5671	
PESO MUESTRA HUMEDA g	5128		5156		4942		5024		4797		4921	
VOLUMEN MUESTRA(- DISCO) cm ³	2183		2183		2184		2184		2194		2194	
DENSIDAD HUMEDA g/cm ³	2.349		2.362		2.263		2.301		2.186		2.243	
HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPiente N°.	R187	X8	R50	R45X	R58	R33	R52	R11A	R5	D64	R30J	K5
PESO RECIPIENTE gr.	9.58	9.66	9.64	9.65	9.66	9.66	9.53	9.68	9.7	9.64	9.64	9.56
P. MUEST. HUM. + REC., g	97.69	106.07	131.02	120.97	108.14	114.3	136.41	119.68	94.32	107.07	135.53	132.76
P. MUEST. SECA + REC., g	91.02	98.46	120.7	111.4	100.47	106.07	123.85	109.52	87.7	99.3	122.1	119.53
PESO DE AGUA g	6.67	7.61	10.32	9.57	7.67	8.23	12.56	10.16	6.62	7.77	13.43	13.23
PESO MUESTRA SECA g	81.44	88.8	111.06	101.75	90.81	96.41	114.32	99.84	78	89.66	112.46	109.97
CONT. DE HUMEDAD %	8.190	8.570	9.29227	9.40541	8.446	8.536	10.987	10.176	8.487	8.666	11.942	12.031
HUMEDAD PROMED (W) %	8.380		9.349		8.491		10.581		8.577		11.986	
DENSIDAD SECA g/cm ³	2.168		2.160		2.086		2.081		2.014		2.003	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE N°.	1	2	3
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE DESP. SATURAR	10402	10053	10592
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE ANTES SATURAR	10374	9971	10468
PESO AGUA ABSORVIDA g	28	82	124
PORCENTAJE AGUA ABSORVIDA %	0.27	0.82	1.18

ESPONJAMIENTO		Li: mm x 10 ⁻³			Li: mm x 10 ⁻³			Li: mm x 10 ⁻³		
FECHA Y HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE N°.			MOLDE N°.			MOLDE N°.		
		LECT. DIAL	CAMB. LONG.	ESPONJAMIENTO	LECT. DIAL	CAMB. LONG.	ESPONJAMIENTO	LECT. DIAL	CAMB. LONG.	ESPONJAMIENTO
		mm x 10 ⁻²	mm	%	mm x 10 ⁻²	mm	%	mm x 10 ⁻²	mm	%
	1		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00
	2		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00
	3		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00
	4		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00

PENETRACION		Cte. Anillo de Carga = (D) 2.589E+00 Kg / cm ² Area del pistón cm ² = (19.09								
PENETRAC. EN mm	CARGAS TIPO Kg / cm ²	MOLDE N°.			MOLDE N°.			MOLDE N°.		
		LECT. DIAL	PRESION	C.B.R.	LECT. DIAL	PRESION	C.B.R.	LECT. DIAL	PRESION	C.B.R.
		mm ² x 10 ⁻³	Kg / cm ²	CORREG.	mm ² x 10 ⁻³	Kg / cm ²	CORREG.	mm ² x 10 ⁻³	Kg / cm ²	CORREG.
0.64		48	6.51		29	3.93		15	2.03	
1.27		130	17.63		56	7.59		35	4.75	
1.91		215	29.16		98	13.29		76	10.31	
2.54	76	300	40.68	53.53	140	18.98	24.98	92	12.48	16.42
3.81		472	64.01		211	28.61		130	17.63	
5.08	113	653	88.55	78.36	290	39.33	34.80	161	21.83	19.32
7.62	144	821	111.33		390	52.89		215	29.16	
10.16	175	925	125.43		480	65.09		265	35.94	
12.70	197	1045	141.71		510	69.16		318	43.12	

Anexo 31: Tabla de ensayo de C.B.R. calicata #4



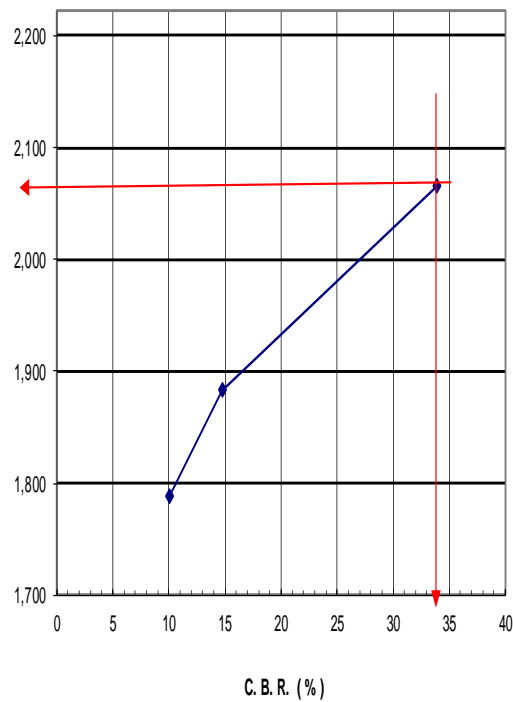
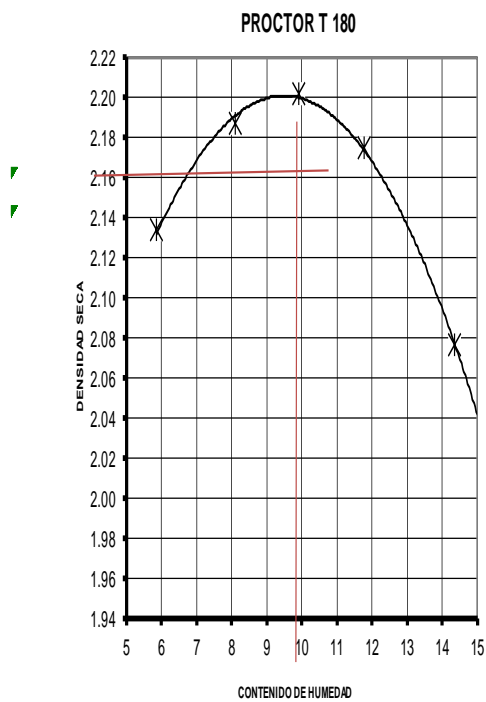
Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

PROYECTO: " Calle Juan Jose Flores"

FECHA : ENERO DEL 2023



COMPACTACIÓN : 95.0 %

DENSIDAD MÁXIMA : 2.200 Kg / m³

DENSIDAD : 2.090 Kg / m³

C. B. R. : 33.89 %

OBSERVACIONES :

Anexo 32: Tabla de graficas de ensayo de Proctor modificado T-180 y C.B.R. calicata #1



Elaborado: Galo Ochoa Román

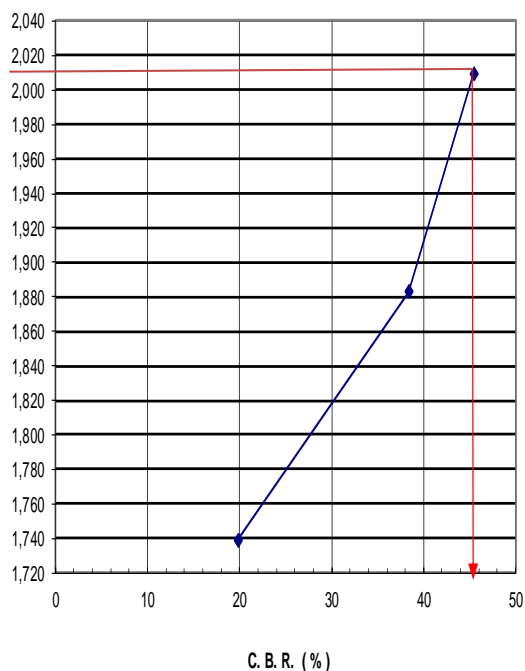
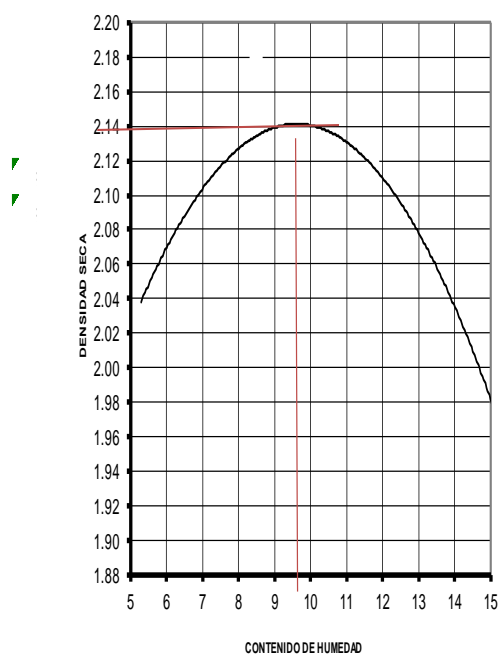
Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

PROYECTO: " Calle Juan Jose Flores"

FECHA : ENERO DEL 2023

PROCTOR T 180



COMPACTACIÓN : 95.0 %

DENSIDAD MÁXIMA : 2.140 Kg / m³

DENSIDAD : 2.033 Kg / m³

C. B. R. : 45.46 %

OBSERVACIONES :

Anexo 33: Tabla de graficas de ensayo de Proctor modificado T-180 y C.B.R. calicata #2



Elaborado: Galo Ochoa Román

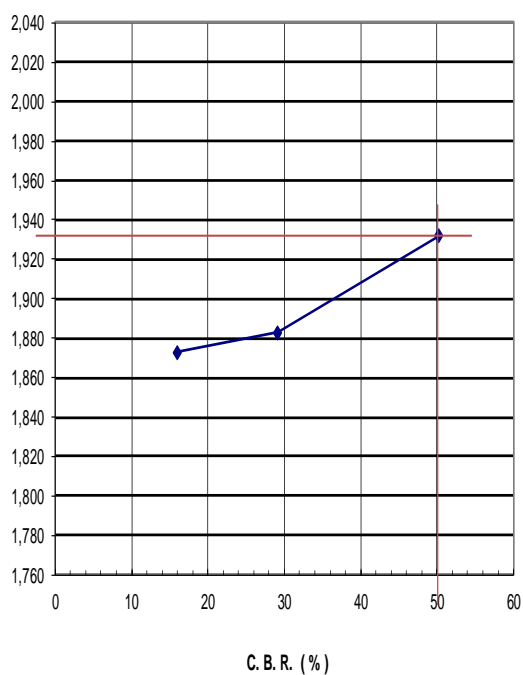
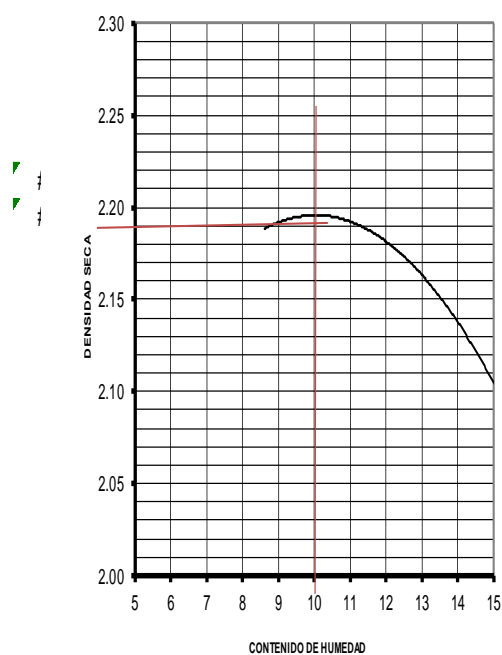
Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

PROYECTO: " CALLE JUAN JOSE FLORES"

FECHA : ENERO DEL 2023

PROCTOR T 180



COMPACTACIÓN : 95.0 %

DENSIDAD MÁXIMA : 2.190 Kg / m³

DENSIDAD : 2.081 Kg / m³

C. B. R. : 50.18 %

OBSERVACIONES :

Anexo 34: Tabla de graficas de ensayo de Proctor modificado T-180 y C.B.R. calicata #3



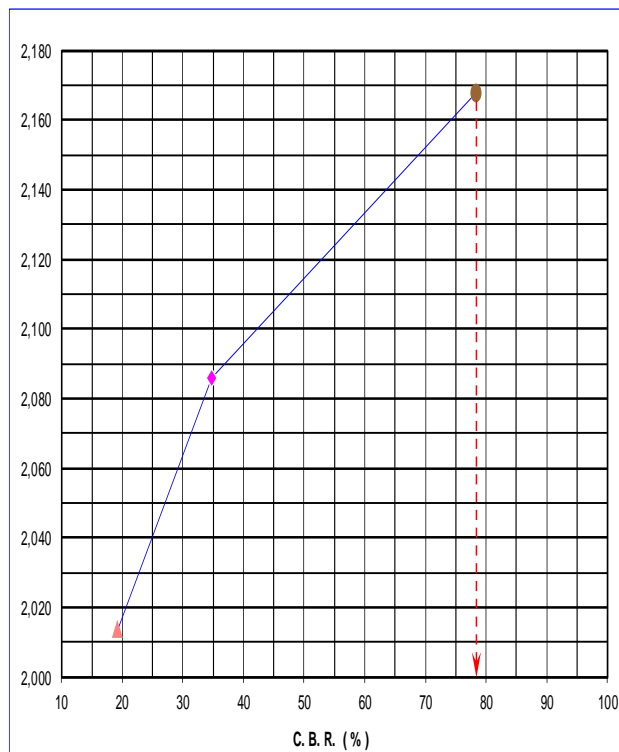
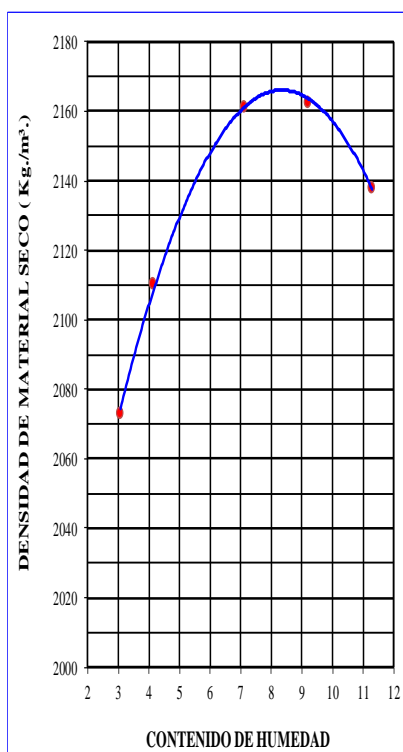
Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS
C. B. R.

PROYECTO: "CALLE JUAN JOSE FLORES"

	Descripción del Material:	GRAVA, ARENA Y FINOS	Profundidad:	
Operador:	Revisó:	Función:	MATERIAL DE FUNDACION	Fecha:
				ENE. 2023



COMPACTACION: %

DENSIDAD MAXIMA: **2167** Kg / m³

DENSIDAD = 100% DENS. SECA MAX **2059** Kg / m³

C. B. R. de DISEÑO: %

OBSERVACIONES: MATERIAL DE FUNDACION EXCELENTE

Anexo 35: Tabla de graficas de ensayo de Proctor modificado T-180 y C.B.R. calicata #4

PAQUETE ESTRUCTURAL

Ejes comerciales: $1030 - 1000 = 30$

CALCULO DE VEHÍCULOS Y EJES DURANTE LA VIDA UTIL PREVISTA PARA EL PAVIMENTO (22 AÑOS).

a) Ejes livianos diarios por trocha: $0.5 * 1000 = 500$

b) Ejes comerciales simple por trocha: $0.5 * 30 = 15$

Ejes Livianos:

$$\text{Nº Ejes Acumulados} = \frac{500 * ((1 + 0.09)^{20} - 1)}{0.09}$$

$$\text{Nº Ejes Acumulados} = 25580$$

Ejes Simples Comerciales:

$$\text{Nº Ejes Acumulados} = \frac{15 * ((1 + 0.07)^{20} - 1)}{0.07}$$

$$\text{Nº Ejes Acumulados} = 615$$

CALCULO DE PERDIDA DE SERVICIABILIDAD:

$$\Delta \text{ PSI} = p_o - p_t$$

$$\Delta \text{ PSI} = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta \text{ PSI} = 2.2$$

CALCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL SN.

		SN = 3	
EJES SIMPLES (TN)	%	Factor equivalente	615
< 3.6 ton	0.970874	0.035010	20.90
3.6 - 8.5 ton	0.029126	1.196524	21.43
Livianos	25580	0.0002	5.12
			47.45
W ₁₈ para el periodo de diseño			17320.28848
			W ₁₈ = 1.73*10 ⁵

		SN = 4	
EJES SIMPLES (TN)	%	Factor equivalente	615
< 3.6 ton	0.970874	0.032089	19.16
3.6 - 8.5 ton	0.029126	1.193014	21.37
Livianos	25580	0.0002	5.12
			45.65
W ₁₈ para el periodo de diseño			16660.79561
			W ₁₈ = 1.66*10 ⁵

		SN = 5	
EJES SIMPLES (TN)	%	Factor equivalente	615
< 3.6 ton	0.970874	0.030129	17.99
3.6 - 8.5 ton	0.029126	1.200033	21.50
Livianos	25580	0.0002	5.12
			44.60
W ₁₈ para el periodo de diseño			16279.44201
			W ₁₈ = 1.62*10 ⁵

C.B.R. DE DISEÑO.

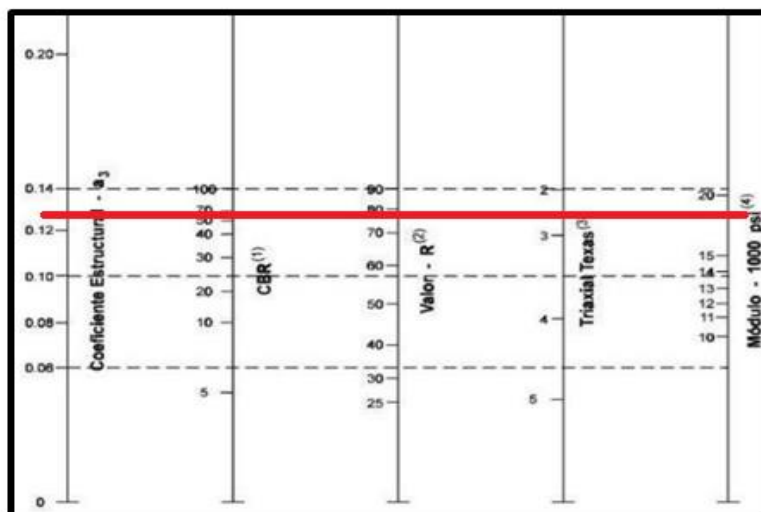
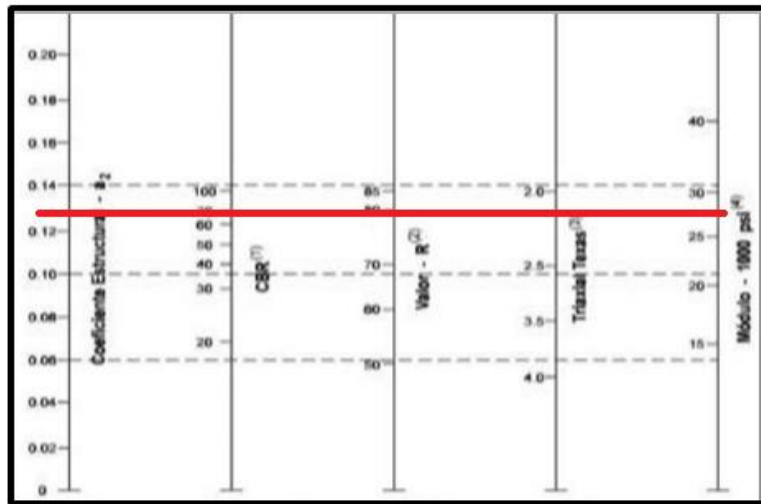
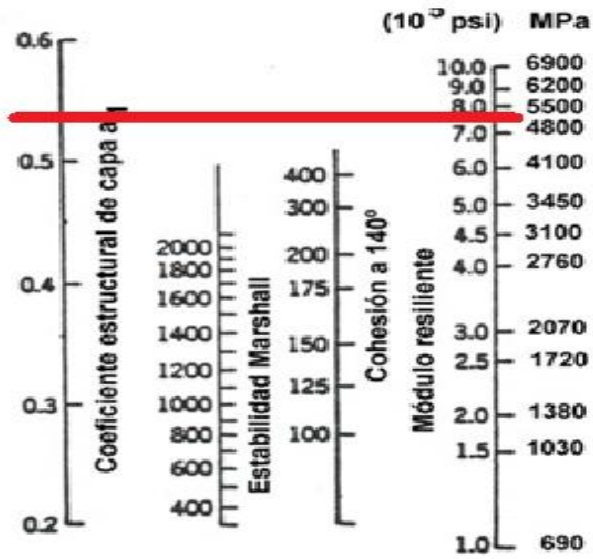
El CBR de diseño esta definido en el estudio de suelos de calicatas, el cual nos da un CBR de diseño de 36 %

CBR*1500 NORMAS MTOP

Mr = 54000 psi

Verificación del número estructural

Confiabilidad	NUMERO ESTRUCTURAL ASUMIDO		
	SN = 3	SN = 4	SN = 5
70 %	2.15	2.20	2.35
80 %	2.19	2.24	2.39
90 %	2.20	2.29	2.16



Calculamos el porcentaje del tiempo en que el pavimento permanece en niveles próximos a la saturación (P)

$$P = (S + R) * \frac{100}{365}$$

◆ **DE DONDE:**

- S días de deshielo en primavera
- R días de lluvia al año

Para nuestro estudio no consideramos S porque en nuestro medio no hay nevadas:

$$P = R * \frac{100}{365}$$

R por ser el tiempo "t" menor a 24 horas = 30 * días

En un mes llueve 10 días en 3 meses llueve 30 días

$$R = 30 * 0.08 \text{ días}$$

$$R = 2.40 \text{ días}$$

$$P = 2.40 * \frac{100}{365}$$

$$P = 0.66 \%$$

TABLA: % DE TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD PRÓXIMOS A LA SATURACION

CALIDAD DE DRENAJE	% DE TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVLES DE HUMEDAD PRÓXIMOS A LA SATURACION			
	< 1%	1 – 5 %	5 – 25 %	> 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

◆ **Coficiente de drenaje para Sub base**

Con el porcentaje de tiempo P y la calidad de drenaje EXCELENTE vamos a la tabla anterior y obtenemos el coeficiente de drenaje m_3

$$m_3 = 1.35$$

Calculamos el porcentaje del tiempo en que el pavimento permanece en niveles próximos a la saturación (P)

$$P = (S + R) * \frac{100}{365}$$

◆ **DE DONDE:**

S = días de deshielo en primavera

R = días de lluvia al año

Para nuestro estudio no consideramos S porque en nuestro medio no hay nevadas:

$$P = R * \frac{100}{365}$$

R = por ser el tiempo "t" menor a 24 horas = 30 * días

En un mes llueve 10 días en 3 meses llueve 30 días

$$R = 30 * 0.09 \text{ días}$$

R = 2.80 días El Tiempo de Drenaje es < 24 horas; entonces:

$$P = 30 * \frac{100}{365}$$

P = 8.22 %

TABLA: % DE TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD PRÓXIMOS A LA SATURACION

CALIDAD DE DRENAJE	% DE TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVLES DE HUMEDAD PRÓXIMOS A LA SATURACION			
	< 1%	1 - 5 %	5 - 25 %	> 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

◆ **Coficiente de drenaje para la base**

Con el porcentaje de tiempo P y la calidad de drenaje BUENO vamos a la tabla anterior y obtenemos el coeficiente de drenaje m₃

$$m_2 = 1.2$$

DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO

El cálculo de los espesores de la capa que conforman el paquete estructural se obtiene mediante la siguiente expresión que liga al número estructural (SN).

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

◆ **DE DONDE:**

a_1, a_2, a_3 , son los coeficientes estructurales o de capa, en pulgadas

m_2, m_3 , son los coeficientes de drenaje

D_1, D_2, D_3 , son los espesores de las capas del pavimento, expresado en pulgadas.

Esta combinación no es la única, existen varias combinaciones de espesores que la pueden satisfacer.

ESTABILIDAD Y FACTIBILIDAD DE CONSTRUCCIÓN

No es práctico ni económico colocar capas con espesores menores que el mínimo requerido, por eso es conveniente poner capas de espesores mayor que el mínimo sugerido por el Método AASHTO/93 para dar mas seguridad.

ESPEORES MÍNIMOS DE CONCRETO ASFÁLTICO Y BASE GRANULAR		
NUMERO DE ESALS	CONCRETO ASFÁLTICO	BASE GRANULAR
Menos de 50 000	2.50 cm	10.00 cm
50 000 - 150 000	5.00 cm	10.00 cm
150 000 - 500 000	6.50 cm	10.00 cm
500 000 - 2000 000	7.50 cm	15.00 cm
2000 000 - 7000 000	9.00 cm	15.00 cm
Mas de 7000 000	10.00 cm	15.00 cm

En resumen, con los cálculos realizados; obtenemos las variables de diseño, que son:

CBR de diseño:

CBR SR = 36.00 % suelo de sub rasante de la vía

CBR SB = 78.00 % material de cantera LA MERCEDES (SUB BASE clase 2), se encuentra dentro de las especificaciones generales del MTOP que indican que debe ser mayor de 30%

CBR B = 89.00 % material de cantera LA MERCEDES (BASE clase 2), se encuentra dentro de las especificaciones generales del MTOP que indican que debe ser mayor de 80%

RESULTADOS:

Confiabilidad	R =	95 %	En función de la importancia de la vía
Coef. De Student	ZR =	0.53	Del valor de R
Desvió estándar	So =	0.49	Por variaciones en el tráfico
Serviciabilidad inicial	p _o =	4.20	Para Pavimentos Flexibles
Serviciabilidad final	p _t =	2.00	Por ser vía Colectora
Perdida de Servicios	ΔPSI =	2.20	ΔPSI = p _o - p _t
Cap. De soporte	CBR =	36.00 %	Análisis de suelos calicatas
Módulo resiliente	Mr =	54000 psi	Del monograma de AASHTO Figura d
# de cargas de 18 Kips previstas	W ₁₈ =	16660.79561	del conteo de volumen de tránsito
Número Estructural	SN =	4.00	Del monograma de AASHTO Figura e

Para capa de Rodadura		Marshall
Carpeta Asfáltica	Estabilidad	2500
Coef. Estructural	a ₁ (pulg. ⁻¹)	0.55
Módulo Resiliente	Mr	785254
Número Estructural	SN ₁	1.12

Para base se considera un material de las siguientes características

CBR		89 %
Limite Liquido		menor de 25%
Indice de Plasticidad		NP o menor de 6%
Desgaste de los Angeles		menor de 40%
Coef. Estructural	a ₂ (pulg. ⁻¹)	0.136
Coef. de Drenaje	m ₂	1.2
Módulo Resiliente	Mr	28900
Número Estructural	SN ₂	5

Para sub base se considera un material de las siguientes características

CBR		78 %
Limite Liquido		menor de 25%
Indice de Plasticidad		NP o menor de 6%
Desgaste de los Angeles		menor de 40%
Coef. Estructural	a ₃ (pulg. ⁻¹)	0.132
Coef. de Drenaje	m ₃	1.35
Módulo Resiliente	Mr	19100
Número Estructural	SN ₃	4

Modulo Resiliente		Número Estructural		Coeficiente Estructural	
Estabilidad Marshall	= 2500	SN ₁	= 1.12	Capa de Rod.	a ₁ = 0.55
Mr (Base)	= 28900	SN ₂	= 2.3	Base	a ₂ = 0.136
Mr (Sub-base)	= 19100	SN ₃	= 4.3	Sub Base	a ₃ = 0.132
Mr (Subrasante)	= 54000	SN	= 4.00	Sub Rasante	

CALCULO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO

FORMULA GENERAL

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Calculo de espesor de la carpeta asfáltica:

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D_1 = \frac{1.12}{0.55}$$

$$D_1 = 2.0 \text{ pulg.}$$

$$\text{Espesor de Capa de Rodadura} = 2.0 \text{ pulg.}$$

$$SN_1 = a_1 * D_1$$

$$SN_1 = 0.55 * 2.0$$

$$SN_1 = 1.10$$

Calculo del espesor de la base granular:

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1}{m_2 * a_2}$$

$$D_2 = \frac{2.3 - 1.12}{1.2 * 0.136}$$

$$D_2 = 7.2 \text{ pulg.}$$

$$\text{Espesor de la capa de Base} = 7.2 \text{ pulg.}$$

$$SN_2 = a_2 * D_2 * m_2$$

$$SN_2 = 0.136 * 7.2 * 1.2$$

$$SN_2 = 1.18$$

Calculo del espesor de la capa de Sub-base granular:

$$D_3 = \frac{SN_3 - (SN_2 - SN_1)}{a_3 * m_3}$$

$$D_3 = \frac{4.3 - (2.3 - 1.12)}{0.13 * 1.35}$$

$$D_3 = 18 \text{ pulg.}$$

Espesor de la capa de Sub-Base = 18 pulg.

$$SN_3 = a_3 * D_3 * m_3$$

$$SN_3 = 0.132 * 17.5 * 1.35$$

$$SN_3 = 3.12$$

Comprobación del Número Estructural SN:

$$SN = SN_1 + SN_2 + SN_3$$

$$SN = 1.10 + 1.18 + 3.12$$



$$SN = 5.4 \approx 5.0 \quad \text{Verificación Correcta}$$

Los espesores obtenidos se los resume en el siguiente cuadro:

CAPA DE RODADURA	=	D ₁	=	2.00 pulg.	=	5.08 cm	=	5.00 cm
BASE GRANULAR CLASE II	=	D ₂	=	7.23 pulg.	=	18.37 cm	=	20 cm
SUB BASE GRANULAR CLASE II	=	D ₃	=	17.5 pulg.	=	44.47 cm	=	45 cm
TOTAL PAQUETE ESTRUCTURAL				27.0 pulg.	=	68.58 cm	=	70 cm

Anexo 36: Resultados de los espesores del paquete estructural

ENSAYO DE MARSHALL

	UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
Elaborado: Galo Ochoa Román		Curso: Decimo "A"

ALTURA, DIAMETRO, VOLUMEN, Y PESO ESPECIFICO DE LAS BRIQUETAS

ENSAYO N° 1									
CEMENTO ASFALTICO AL 5.00 %									
N° MUESTRA	PESO (gr)	ALTURAS (cm)			ALTURA PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (Pulg)	DIAMETRO (cm)	VOLUMEN (cm ³)	PESO ESPECIFICO (gr/cm ³)
		H 1	H 2	H 3					
1	0	6.260	6.310	6.380	6.317	2.487	10.16	512.112	0.000
2	1249.8	6.770	6.38	6.53	6.560	2.583	10.16	531.840	2.350
3	1296.24	6.73	6.64	6.9	6.757	2.660	10.16	547.785	2.366

ENSAYO N° 2									
CEMENTO ASFALTICO AL 5.50 %									
N° MUESTRA	PESO (gr)	ALTURAS (cm)			ALTURA PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (Pulg)	DIAMETRO (cm)	VOLUMEN (cm ³)	PESO ESPECIFICO (gr/cm ³)
		H 1	H 2	H 3					
1	0	6.080	6.240	6.290	6.203	2.442	10.16	502.924	0.000
2	1121.78	6.080	6.1	5.86	6.013	2.367	10.16	487.520	2.301
3	1278.7	6.520	6.54	6.91	6.657	2.621	10.16	539.677	2.369

ENSAYO N° 3									
CEMENTO ASFALTICO AL 6.00 %									
N° MUESTRA	PESO (gr)	ALTURAS (cm)			ALTURA PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (Pulg)	DIAMETRO (cm)	VOLUMEN (cm ³)	PESO ESPECIFICO (gr/cm ³)
		H 1	H 2	H 3					
1	0	6.730	6.720	6.530	6.660	2.622	10.16	539.947	0.000
2	1251.61	6.320	6.75	6.67	6.580	2.591	10.16	533.462	2.346
3	1280.11	6.710	6.67	6.39	6.590	2.594	10.16	534.272	2.396

ENSAYO N° 4									
CEMENTO ASFALTICO AL 6.50 %									
N° MUESTRA	PESO (gr)	ALTURAS (cm)			ALTURA PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (Pulg)	DIAMETRO (cm)	VOLUMEN (cm ³)	PESO ESPECIFICO (gr/cm ³)
		H 1	H 2	H 3					
1	0	6.650	6.820	6.750	6.740	2.654	10.16	546.433	0.000
2	1310.24	6.660	6.9	6.84	6.800	2.677	10.16	551.298	2.377
3	1209.64	6.280	6.34	6.07	6.230	2.453	10.16	505.086	2.395

ENSAYO N° 5									
CEMENTO ASFALTICO AL 7.00 %									
N° MUESTRA	PESO (gr)	ALTURAS (cm)			ALTURA PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (Pulg)	DIAMETRO (cm)	VOLUMEN (cm ³)	PESO ESPECIFICO (gr/cm ³)
		H 1	H 2	H 3					
1	0	6.860	6.880	7.170	6.970	2.744	10.16	565.080	0.000
2	1363.22	7.080	7.15	6.9	7.043	2.773	10.16	571.026	2.387
3	1242.91	6.480	6.47	6.6	6.517	2.566	10.16	528.327	2.353

ENSAYO N° 6									
CEMENTO ASFALTICO AL 7.50 %									
N° MUESTRA	PESO (gr)	ALTURAS (cm)			ALTURA PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (Pulg)	DIAMETRO (cm)	VOLUMEN (cm ³)	PESO ESPECIFICO (gr/cm ³)
		H 1	H 2	H 3					
1	0	6.850	6.750	6.570	6.723	2.647	10.16	545.082	0.000
2	1306.7	6.760	6.87	6.95	6.860	2.701	10.16	556.162	2.349
3	1197.67	6.330	6.43	6.2	6.320	2.488	10.16	512.383	2.337

Anexo 37: Tabla de la altura, diámetro, volumen y peso específico de las briquetas



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS
GRAVEDAD MAXIMA MEDIDA (RICE)

"DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE JUAN JOSE FLORES

Proyecto:

Muestra:

Operador:

Fuente:

Reviso:

Fecha: ENERO DEL 2023

Calculo:

Formula: $Gmm (RICE) = B / (B + A - C)$

" A " Peso del recipiente + Placa de vidrio + Agua = 1780 gr

ENSAYO N° 1
CEMENTO ASFALTICO AL 5.00 %

" B " Peso de muestra = 600 gr

" C " Peso del recipiente + Placa de vidrio + Muestra + Agua = 2130 gr

Gmm (RICE) = 2.398 gr/cm3

ENSAYO N° 2
CEMENTO ASFALTICO AL 5.50 %

" B " Peso de muestra = 612 gr

" C " Peso del recipiente + Placa de vidrio + Muestra + Agua = 2139 gr

Gmm (RICE) = 2.417 gr/cm3

ENSAYO N° 3
CEMENTO ASFALTICO AL 6.00 %

" B " Peso de muestra = 620 gr

" C " Peso del recipiente + Placa de vidrio + Muestra + Agua = 2147 gr

Gmm (RICE) = 2.448 gr/cm3

ENSAYO N° 4
CEMENTO ASFALTICO AL 6.50 %

" B " Peso de muestra = 600 gr

" C " Peso del recipiente + Placa de vidrio + Muestra + Agua = 2136 gr

Gmm (RICE) = 2.456 gr/cm3

ENSAYO N° 5
CEMENTO ASFALTICO AL 7.00 %

" B " Peso de muestra = 610 gr

" C " Peso del recipiente + Placa de vidrio + Muestra + Agua = 2139 gr

Gmm (RICE) = 2.428 gr/cm3

ENSAYO N° 6
CEMENTO ASFALTICO AL 7.50 %

" B " Peso de muestra = 620 gr

" C " Peso del recipiente + Placa de vidrio + Muestra + Agua = 2157 gr

Gmm (RICE) = 2.549 gr/cm3

ENSAYO N° 7
CEMENTO ASFALTICO AL 8.00 %

" B " Peso de muestra = 600 gr

" C " Peso del recipiente + Placa de vidrio + Muestra + Agua = 2165 gr

Gmm (RICE) = 2.787 gr/cm3

Anexo 38: Tabla de gravedad máxima medida (RICE)



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

DENSIDAD ESPECIFICA DE LOS AGREGADOS

"DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE JUAN JOSE FLORES

Proyecto:

Muestra: 3/4

Operador:

Fuente:

Reviso:

Fecha: ENERO DEL 2023

Calculo:

DENSIDAD ESPECIFICA DE LOS AGREGADO GRUESOS MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ 3/4" Y ES RETENIDO EN EL TAMIZ 3/8"

MUESTRA N°		1	2
Peso del recipiente (gr)	P1	0.00	
Rec + agregado sss (gr)	P2	2000.16	
Rec + agregado seco (gr)	P3	1991.26	
Peso de la canastilla sumergida (gr)	P4	1014.50	
Peso de la canast.+agreg. sumergido (gr)	P5	2315.00	
Peso del agregado sss (gr)	A = P2 - P1	2000.16	
Peso del agregado sumergido (gr)	B = P5 - P4	1300.50	
Volumen del agregado (cm3)	C = A - B	699.66	
Peso del agregado seco (gr)	D = P3 - P1	1991.26	
Densidad del agregado SSS (gr/cm3)	D _{sss} = A / C	2.859	
Densidad del agregado MASA (gr/cm3)	D _{masa} = D / C	2.846	
Densidad del agregado APARENTE (gr/cm3)	D _{ap} = D / (D - B)	2.883	
Porcentaje de Absorción %	Abs % = ((A - D) / D) * 100	0.447	
Densidad del agreg. SSS (gr/cm3)	PROMEDIO	2.859	
Densidad del agreg. MASA (gr/cm3)	PROMEDIO	2.846	
Densidad del agreg. APARENTE (gr/cm3)	PROMEDIO	2.883	
Porcentaje de Absorción %	PROMEDIO	0.447	

OBSERVACIONES:

El agregado que se utiliza para el ensayo debe estar saturado por 24 horas.

Anexo 39: Tabla de densidad especifica de los agregados ¾"



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS
DENSIDAD ESPECIFICA DE LOS AGREGADOS

Proyecto: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE JUAN JOSE FLORES"

Muestra: 3/8+POLVO DE ROCA

Operador:

Fuente:

Reviso:

Fecha: ENERO DEL 2023

Calculo:

DENSIDAD ESPECIFICA DE LOS AGREGADO FINOS
MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 4 Y ES RETENIDO EN EL TAMIZ N° 200

MUESTRA N°		1	2
Peso del recipiente (gr)	P1	0.00	
Rec + agregado sss (gr)	P2	300.00	
Peso del agregado sss (gr)	$A = P2 - P1$	300.00	
Volumen inicial del frasco (cm ³)	V_o	400.00	
Volumen final del frasco (cm ³)	V_f	520.00	
Volumen final del agregado (cm ³)	$C = V_f - V_o$	120.00	
Peso del agregado seco (gr)	W	282.07	
Densidad del agregado SSS (gr/cm ³)	$D_{sss} = A / C$	2.500	
Densidad del agregado MASA (gr/cm ³)	$D_{masa} = W / C$	2.351	
Densidad del agregado APARENTE (gr/cm ³)	$D_{ap} = W / (C - (A - W))$	2.763	
Porcentaje de Absorción %	$Abs \% = ((A - W) / W) * 100$	6.357	
Densidad del agreg. SSS (gr/cm ³)	PROMEDIO	2.500	
Densidad del agreg. MASA (gr/cm ³)	PROMEDIO	2.351	
Densidad del agreg. APARENTE (gr/cm ³)	PROMEDIO	2.763	
Porcentaje de Absorción %	PROMEDIO	6.357	

OBSERVACIONES:

El agregado que se utiliza para el ensayo debe estar saturado por 24 horas.

DENSIDAD ESPECIFICA DE LA MEZCLA DE AGREGADOS

MEZCLA DE AGREGADOS			
MUESTRA:	PORCENTAJES	SIMBOLOGIA	DENSIDAD
TOLVA 3/4"	50 %	D1	2.846 gr/cm ³
TOLVA 3/8"	20 %	D2	2.351 gr/cm ³
ARENA	30 %	D3	2.351 gr/cm ³
Densidad de agregados (gr/cm ³)	$D_{agr} = 100 / (50/D1 + 20/D2 + 30/D3)$		Dagr. = 2.575 gr/cm³

Anexo 40: Tabla de densidad especifica de los agregados 3/8"



Elaborado: Galo Ochoa Román

Curso: Decimo "A"

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

DENSIDAD ESPECIFICA DE LOS AGREGADOS

Proyecto: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE JUAN JOSE FLORES"

Muestra: Arena	Operador:
Fuente:	Reviso:
Fecha:	Calculo:

DENSIDAD ESPECIFICA DE LOS AGREGADO FINOS MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 4 Y ES RETENIDO EN EL TAMIZ N° 200

MUESTRA N°		1	2
Peso del recipiente (gr)	P1	0.00	
Rec + agregado sss (gr)	P2	300.00	
Peso del agregado sss (gr)	A = P2 - P1	300.00	
Volumen inicial del frasco (cm3)	Vo	400.00	
Volumen final del frasco (cm3)	Vf	530.00	
Volumen final del agregado (cm3)	C = Vf - Vo	130.00	
Peso del agregado seco (gr)	W	287.39	
Densidad del agregado SSS (gr/cm3)	Dsss = A / C	2.308	
Densidad del agregado MASA (gr/cm3)	Dmasa = W / C	2.211	
Densidad del agregado APARENTE (gr/cm3)	Dap = W / (C - (A - W))	2.448	
Porcentaje de Absorción %	Abs % = ((A - W) / W) * 100	4.388	
Densidad del agreg. SSS (gr/cm3)	PROMEDIO	2.308	
Densidad del agreg. MASA (gr/cm3)	PROMEDIO	2.211	
Densidad del agreg. APARENTE (gr/cm3)	PROMEDIO	2.448	
Porcentaje de Absorción %	PROMEDIO	4.388	

OBSERVACIONES:

El agregado que se utiliza para el ensayo debe estar saturado por 24 horas.

DENSIDAD ESPECIFICA DE LA MEZCLA DE AGREGADOS

MEZCLA DE AGREGADOS			
MUESTRA:	PORCENTAJES	SIMBOLOGIA	DENSIDAD
TOLVA 3/4"	50 %	D1	2.846 gr/cm3
TOLVA 3/8" +POLVO DE ROCA	20 %	D2	2.351 gr/cm3
ARENA	30 %	D3	2.211 gr/cm3
Densidad de agregados (gr/cm3)	Dagr = 100/(50/D1+20/D2+30/D3)		Dagr. = 2.522 gr/cm3

Anexo 41: Tabla de densidad especifica de la arena



LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS
DISEÑO DE MEZCLA BITUMINOSA POR EL METODO MARSHALL

Proyecto: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE JUAN JOSE FLORES

Fuente: TAHUIN - JUBONES

Grado del cemento asfáltico: 60 - 70

Gagr. = 2.522 gr/cm3 Peso específico de agregados para diseño

G asf. = 1.012 gr/cm3 Peso específico del cemento asfáltico

Nº de golpes: 75 golpes por cara de briqueta

Cortante del anillo: 10.455

Fecha: ENERO DEL 2023

MEZCLA	% ASF.	ESPOSOR BRIQUETAS (Pulg)	PESO EN GRAMOS			PESO ESPECIFICO (gr/cm3)			% ASF. ABSOR.	VOLUMEN % TOTAL			VACIOS EN AGREGADOS MINERALES	% ASFALTO EFECTIVO	PESO UNITARIO Lb/pie³	ESTABILIDAD (Lb)		FLUJO 0.01"	
			SECO	SSS	AGUA	BULK	Gmt MAX TEORICO	Gmm - RICE MAX MEDIDO		AGREGADOS	VACIOS CON AIRE	ASFALTO EFECTIVO				MEDIDA	CORREGIDA	CORREGIDA	MEDIDA
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
1	5.00																		
		2.583	1249.8	1256.22	699	2.243										328.00	3257.78	8.400	210.00
		2.660	1296.24	1302.17	725	2.246										340.00	3199.23	8.640	216.00
PROMEDIO						2.244	2.347	2.398	0.954	84.535	6.390	9.075	15.465	0.906	140.050	334.00	3228.50	8.520	213.00
2	5.50																		
		2.367	1121.78	1126.8	652	2.363										208.00	2370.36	9.400	235.00
		2.621	1278.7	1285.73	725	2.280										312.00	3033.62	9.400	235.00
PROMEDIO						2.322	2.331	2.417	1.627	86.980	3.933	9.087	13.020	1.537	144.863	260.00	2701.99	9.400	235.00
3	6.00																		
		2.591	1251.61	1256.88	714	2.306										347.00	3410.21	11.400	285.00
		2.594	1280.11	1284.19	750.4	2.398										365.00	3587.11	12.400	310.00
PROMEDIO						2.352	2.315	2.448	2.529	87.649	3.935	8.416	12.351	2.377	146.754	356.00	3498.66	11.900	297.50
4	6.50																		
		2.677	1310.24	1312.42	735	2.269										406.00	3735.36	12.480	312.00
		2.453	1209.64	1212.33	710	2.408										337.00	3558.57	11.840	296.00
PROMEDIO						2.339	2.299	2.456	3.013	86.692	4.800	8.508	13.308	2.817	145.928	371.50	3646.97	12.160	304.00
5	7.00																		
		2.773	1363.22	1364.71	752	2.225										343.00	3012.29	11.920	298.00
		2.566	1242.91	1244.7	727.9	2.405										398.00	3994.65	12.560	314.00
PROMEDIO						2.315	2.284	2.428	2.828	85.357	4.650	9.993	14.643	2.630	144.453	370.50	3503.47	12.240	306.00
6	7.50																		
		2.701	1306.7	1308.79	773.8	2.442										263.00	2474.70	11.800	295.00
		2.488	1197.67	1198.88	693.4	2.369										217.00	2246.05	13.200	330.00
PROMEDIO						2.406	2.269	2.549	5.306	88.234	5.606	6.160	11.766	4.908	150.130	240.00	2360.37	12.500	312.50

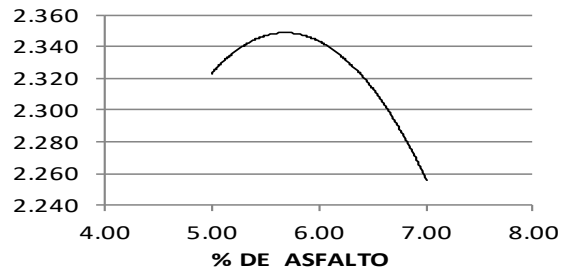
Anexo 42: Tabla del diseño de mezcla bituminosa por el método Marshall



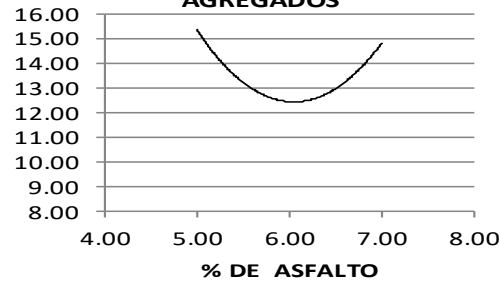
LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA BITUMINOSA POR EL METODO MARSHALL

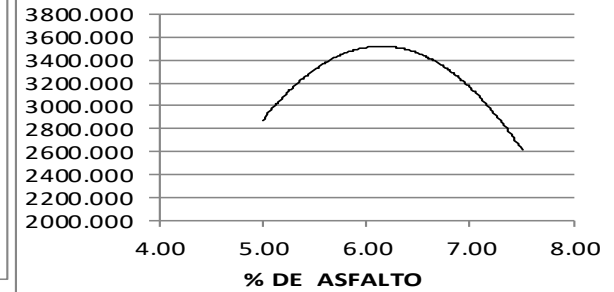
PESO ESPECIFICO BULK



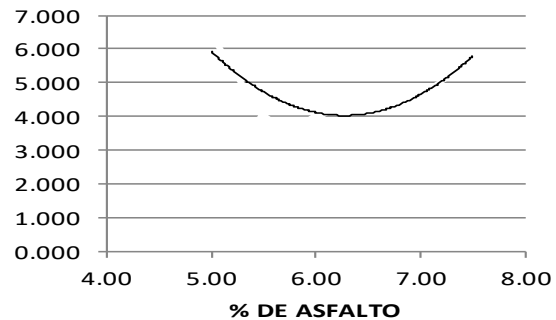
% DE VACIOS EN LOS AGREGADOS



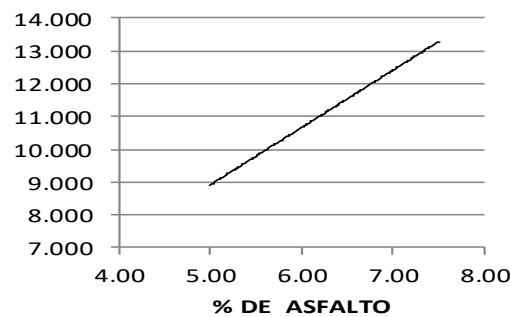
ESTABILIDAD



% DE VACIOS CON AIRE



FLUJO



% EN DENSIDAD BULK	6.20
% EN ESTABILIDAD	6.20
% EN VACIOS	6.20
% OPTIMO DE ASFALTO	6.20

COMPROBAR LOS RESULTADOS
 CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS
 PARAR MEZCLAS ASFALTICAS

DISEÑO DE CARRETERA	ESTABILIDAD MAXIMA	% OPTIMO DE ASFALTO
	3500	6.20 %

PROYECTO:

"DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE JUAN JOSE FLORES

REVISO: _____

CALCULO: _____

Anexo 43: Graficas del diseño de la mezcla bituminosa por el método Marshall