



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**DISEÑO DE BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO PARA EL
MEJORAMIENTO DE VÍA LOCAL DEL RECINTO TRES
CERRITOS**

TUTOR

MSC. ING. JULY HERRERA VALENCIA.

AUTORES

EDGAR OSWALDO TITUANA BRIONES

PATRICIO EDUARDO VIDAL FERRUZOLA

GUAYAQUIL

AÑO 2024



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

AUTOR/ES:

Tituana Briones Edgar Oswaldo
Vidal Ferruzola Patricio Eduardo

TUTOR:

Mgtr. July Herrera

INSTITUCIÓN:

**Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil**

Grado obtenido:

Tercer Nivel

FACULTAD:

INGENIERIA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN

CARRERA:

INGENIERIA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2024

N. DE PÁGS:

110

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción.

PALABRAS CLAVE: Cemento, Norma, Viabilidad de los medios, Beneficio, Análisis Comparativo

RESUMEN:

Suelos blandos en la etapa constructiva vial, los cuales carecen de las propiedades necesarias para servir como base de suelo ante cargas pesadas, debido a su composición de elementos como arcilla, limo y partículas finas, lo que los hace susceptibles a problemas como asentamiento, expansión volumétrica y baja capacidad portante.

Se señala que en la región costera abundan los suelos blandos compuestos principalmente por elementos arcillosos y limosos, que son aptos para actividades agrícolas y pecuarias, pero no son ideales para la construcción de infraestructuras estables. Se menciona un caso particular en la provincia de Guayas, donde la composición inestable del suelo afecta la estructura de las vías de acceso, interrumpiendo el tránsito vehicular y afectando las operaciones agrícolas.

La aplicación de base estabilizadora suelo-cemento y el uso de normativas como AASHTO para mejorar la calidad y estabilidad de los suelos, especialmente en áreas afectadas por fuertes lluvias. Se destaca el ejemplo de la mejora de la vía de acceso al recinto Tres Cerritos en el Cantón Naranjal como una medida de rehabilitación frente a los problemas de suelo mencionados.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Vidal Ferruzola Patricio Eduardo Tituana Briones Edgar Oswaldo	Teléfono: 0986565697 0992838874	E-mail: pvidalf@ulvr.edu.ec etituanab@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	PhD. Marcial Sebastián Calero Amores Decano de Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción Teléfono: 2596500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Mgtr. Jorge Torres Rodriguez Director de Carrera de Ingeniería Civil Teléfono: 2596500 Ext. 242 E-mail: jtorresr@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

911813457-TESIS PATRICIO VIDAL - PLAGIO (1).pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.ulvr.edu.ec

Fuente de Internet

8%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado PATRICIO EDUARDO VIDAL FERRUZOLA, declara bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, Diseño de base estabilizada con cemento para el mejoramiento de vía local del recinto Tres Cerrito corresponde totalmente a él suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor

Firma:

A handwritten signature in blue ink that reads "Patricio Vidal Ferruzola". The signature is written over a horizontal blue line.

PATRICIO EDUARDO VIDAL FERRUZOLA

C.I. 0953396249

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado TITUANA BRIONES EDGAR OSWALDO, declara bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, Diseño de base estabilizada con cemento para el mejoramiento de vía local del recinto Tres Cerrito corresponde totalmente a él suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor

Firma:



TITUANA BRIONES EDGAR OSWALDO

C.I. 0704934496

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación Diseño de base estabilizada con cemento para el mejoramiento de vía local del recinto Tres Cerritos, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: Diseño de base estabilizada con cemento para el mejoramiento de vía local del recinto La Cerritos, presentado por el estudiante PATRICIO EDUARDO VIDAL FERRUZOLA y EDGAR OSWALDO TITUANA BRIONES como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:

July Herrera Valencia.

C.C.

AGRADECIMIENTO

Dedico mi tesis a mi madre Ingeniera Comercial. Tres Cerritos Ferruzola Vera, padre Ingeniero Civil Eduardo Vidal Bustillo, hermano Paolo Vida e hija Alice Vidal, los cuales son mis fuerzas y perseverancia para culminar mis estudios de tercer nivel.

Todas las personas que han confiado en mí proceso, capacidad y habilidades en función laborables las cuales las he realizado siempre de manera excelente y eficiente.

Patricio Eduardo Vidal Ferruzola

Dedico mi tesis a mi madre, padre, los cuales son mis fuerzas y perseverancia para culminar mis estudios de tercer nivel.

Todas las personas que han confiado en mí proceso, capacidad y habilidades en función laborables las cuales las he realizado siempre de manera excelente y eficiente.

Edgar Oswaldo Tituana Briones

DEDICATORIA

Le agradezco a mis padres, hermano e hija, siempre me dan fuerza para seguir adelante en todos mis objetivos que me propongo.

Mi familia por siempre brindarme el apoyo incondicional a pesar de las circunstancias que se presentan.

A Dios por ser mi aliento y siempre brindarme sabiduría para solventar las problemáticas de la vida que se presentan.

Patricio Eduardo Vidal Ferruzola

Le agradezco a mis padres, siempre me dan fuerza para seguir adelante en todos mis objetivos que me propongo.

A Dios por ser mi aliento y siempre brindarme sabiduría para solventar las problemáticas de la vida que se presentan.

Edgar Oswaldo Tituana Briones

RESUMEN

Suelos blandos en la etapa constructiva vial, los cuales carecen de las propiedades necesarias para servir como base de suelo ante cargas pesadas, debido a su composición de elementos como arcilla, limo y partículas finas, lo que los hace susceptibles a problemas como asentamiento, expansión volumétrica y baja capacidad portante.

Se señala que en la región costera abundan los suelos blandos compuestos principalmente por elementos arcillosos y limosos, que son aptos para actividades agrícolas y pecuarias, pero no son ideales para la construcción de infraestructuras estables. Se menciona un caso particular en la provincia de Guayas, donde la composición inestable del suelo afecta la estructura de las vías de acceso, interrumpiendo el tránsito vehicular y afectando las operaciones agrícolas.

La aplicación de base estabilizadora suelo-cemento y el uso de normativas como AASHTO para mejorar la calidad y estabilidad de los suelos, especialmente en áreas afectadas por fuertes lluvias. Se destaca el ejemplo de la mejora de la vía de acceso al recinto Tres Cerritos en el Cantón Naranjal como una medida de rehabilitación frente a los problemas de suelo mencionados.

Palabras Claves: Cemento, Norma, Viabilidad de los medios, beneficio, Análisis comparativo.

ABSTRACT

Soft soils in the road construction stage, which lack the necessary properties to serve as a soil base under heavy loads, due to their composition of elements such as clay, silt and fine particles, which makes them susceptible to problems such as settlement, expansion volumetric and low bearing capacity.

It is noted that in the coastal region there is an abundance of soft soils composed mainly of clay and silty elements, which are suitable for agricultural and livestock activities, but are not ideal for the construction of stable infrastructure. A particular case is mentioned in the province of Guayas, where the unstable composition of the soil affects the structure of access roads, interrupting vehicular traffic and affecting agricultural operations.

The application of soil-cement stabilizing base and the use of regulations such as AASHTO to improve the quality and stability of soils, especially in areas affected by heavy rains. The example of the improvement of the access road to the Tres Cerritos site in the Naranjal Canton stands out as a rehabilitation measure against the aforementioned soil problems.

Keywords: Cement, Standard, Viability of the means, benefit, Comparative analysis.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
ENFOQUE DE LA PROPUESTA	2
1.1 Tema:.....	2
1.2 Planteamiento del Problema:	2
1.3 Formulación del Problema:	3
1.4 Objetivo General	4
1.5 Objetivos Específicos	4
1.6 Hipótesis	4
1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.....	4
CAPÍTULO II	6
MARCO REFERENCIAL.....	6
2.1. Marco Teórico:	6
2.1.1. Suelo.....	8
2.1.2. Tipos de Suelo.....	8
2.1.3. Clasificación del suelo	10
2.1.4. Clasificación de los suelos para ser estabilizados	11
2.1.5. Propiedades del suelo	12
2.1.6. Propiedades mecánicas del suelo	13
2.1.7. Ensayos de suelo.....	16
2.1.7. Ensayo Limite Liquido.....	18
2.1.8. Prueba de limite plástico.....	18
2.1.9. Ensayo índice Plástico.....	19
2.1.10. Ensayo prueba de Proctor Modificado.....	19
2.1.11. Ensayo de resistencia a la compresión simple	19
2.1.12. Tierra - hormigón	19
2.1.13. Hormigón o Mortero	20
2.1.14. Tipos de Hormigón.....	21

2.1.15. Caminos o vías	22
2.1.16. Sistematización de la Senderos o Calles	22
2.1.17. Categorización de alianza con el prototipo de tierra	22
2.1.17. Clasificación en función al tráfico (TPDA).....	24
2.1.18. Clasificación en función de la superficie de desplazamiento	24
2.1.18.1. Clasificación de la Vías o Carreteras	24
2.1.18.2. Clasificación de acuerdo al tipo de suelo	25
2.1.18.3. Clasificación de acuerdo a su función jerárquica	26
2.1.18.4. Clasificación de acuerdo al tipo de suelo y capa de rodamiento	26
2.1.19. Tráfico	27
2.1.20. Tráfico medio diario anual.....	27
2.1.20.1. Tipos de conteo	28
2.1.20.2. Trafico futuro.....	29
2.1.20.3. California Bearing (CBR)	32
2.1.20.4. Determinación de CBR	33
2.1.20.5. Topografía.....	34
2.1.20.6. Curvas de Nivel.....	35
2.1.20.7. Tipo de Curvas de Nivel.....	35
2.1.20.8. Estudio de Suelos	35
2.1.21. Investigación de suelos.....	37
2.1.22. Diseño de caminos geométrica.....	38
2.1.23. Criterio de diseño.....	38
2.1.24. Factores de diseño	39
2.1.25. Velocidad de referencia	39
2.2. Marco Legal:	40
2.3 Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.....	41
2.4. Normas INEN.....	41
CAPÍTULO III	42
MARCO METODOLÓGICO	42
3.1. Metodología	42
3.2. Tipo de la investigación.....	42
3.3. Tipo de la investigación.....	42
3.4. Diseño de investigación	42

3.5. Enfoque cuantitativo.....	43
3.6 Alcance de la Investigación.....	43
3.7. Población	44
3.8. Muestra.....	44
3.9. Análisis y resultados	46
3.10. Metodologías e instrucciones de la investigación.	54
3.11.1 Instrumento que se realizaron para el ensayo	55
3.11.2. Granulometría de los suelos	55
3.11.3. Límites de Atterberg.....	55
3.12.4. Ensayo de compactación de Proctor	55
3.13.5. Análisis del suelo con cemento portland.....	56
3.14.6. Instrumentos para realizarlos ensayos Prueba de Proctor	56
3.16. Confiabilidad	56
3.17. Ubicación del proyecto o vía	56
3.18. Ubicación geográfica y topografía.....	58
CAPÍTULO IV	61
PROPUESTA O INFORME	61
4.1 Descripción de la propuesta.....	61
4.1.2 Trafico promedio diario anual	61
4.1.2. Calculo TPDA	63
4.1.3 Categorización del suelo.....	66
4.1.4 Límites de Atterberg.....	66
4.1.5 Prueba de compactación Proctor.....	71
4.1.6 Coste referente de soporte CBR.....	74
4.1.7. Pruebas de laboratorio sobre cemento y tierra	76
4.1.7.1. Diseño de base estabilizadora cemento 2.50%	77
4.1.7.2. Diseño de base estabilizadora cemento 6.00%	81
4.1.8 Mezclado de cemento y tierra – diseño de mezcla de suelo.....	84
CAPITULO V	86
CONCLUSIONES.....	86
RECOMENDACIONES	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
ANEXOS	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Línea de investigación.....	4
Tabla 2 Frecuencia con la que ejecutan compromisos de restitución de vías..	46
Tabla 3 Importancia de estudio para valorar el estado de la vía.	47
Tabla 4 Estabilización de suelo y cemento.	48
Tabla 5 Aplicación de técnica suelo –cemento como sistema de estabilización.	49
Tabla 6 Frecuencias y porcentajes.....	50
Tabla 7 Frecuencias y porcentajes.....	51
Tabla 8 Frecuencias y porcentajes.....	52
Tabla 9 Frecuencias y porcentajes.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Variedades de suelo.....	9
Figura 2 Sistematización de partículas del suelo	11
Figura 3 Clasificación de suelos para ser estabilizados	11
Figura 4. Gráfica de deformación en función del tiempo durante una consolidación para un incremento particular de la carga	14
Figura 5 Comparación de resultados de ensayos de compresión no confinada y ensayos sueltos no drenados sobre arcilla saturada.....	16
Figura 6 Equipos para Ensayo Granulométrico.....	17
Figura 7 Diámetro de Tamices para clasificar el tipo de suelo	17
Figura 8 Mecanismos para prueba de Limite Liquido.....	18
Figura 9 Tipologías de vías como su cargo.....	23
Figura 10 Tipologías de caminos según su TPA.....	24
Figura 11 Velocidades de acuerdo con el diseño y al terreno	40
Figura 12 Frecuencia de trabajo de rehabilitación vial	45
Figura 13 Frecuencia de compromisos de recuperación de vía	46
Figura 14 Estado en que se encuentra la vía.....	47
Figura 15 Estabilización del método de suelo cemento.	48
Figura 16 Aplicación de técnica suelo cemento.	49
Figura 17 Factor importante de la vía.....	50
Figura 18 Estabilización de vías.....	51
Figura 19 Tiempo y optimización de recursos económicos.....	52
Figura 20 Causas que sufre la vía por el invierno.	53

Figura 21 Mapa de señalamiento de vía	57
Figura 22 Coordenadas LL.....	58
Figura 23 Coordenadas y Rutas seccionado 1.....	58
Figura 24 Coordenadas y Rutas seccionado 2.....	59
Figura 25 Perfil de vía y Rutas seccionado 3.....	60
Figura 26 Clasificación de vía según su uso	62
Figura 27 Clasificación de vía según tpdá.....	62
Figura 28 TPDA de la vía El recinto Tres Cerritos.....	63
Figura 29 Factor diario – mensual – composición de tráfico	64
Figura 30 Proyección de TPDA existente.....	65
Figura 31 Clasificación de tierra existente y según su cuenca.....	66
Figura 32 Pruebas de estabilidad profundidad 0.50 m	67
Figura 33 Norma de límite de líquido.....	68
Figura 34 Límite de consistencia profundidad 0.50 m.....	68
Figura 35 Límite de consistencia profundidad 1.00 m.....	69
Figura 36 Ensayo de consistencia profundidad 1.00 m.....	69
Figura 37 Límite de consistencia profundidad 1.00 m.....	70
Figura 38 Ensayo de consistencia profundidad 1.50 m.....	70
Figura 39 Límite de consistencia profundidad 1.50 m.....	71
Figura 40 Volumen del molde – contenido de humedad natural	72
Figura 41 Volumen del molde.....	72
Figura 42 Contenido de humedad natural	72
Figura 43 Contenido de humedad natural	73
Figura 44 Densidad seca y humedad óptima.	73
Figura 45 Coste relativo de soporte CBR.....	74
Figura 46 Contenido de carga de agua	75
Figura 47 Esponjamiento – Presión Penetración	75
Figura 48 Densidad – CBR.....	76
Figura 49 Límites de estabildades en proporciones de 8% limite líquido	76
Figura 50 Límites de estabildades en proporciones de 8% limite plástico.....	77
Figura 51 Porcentaje de Cemento 2,50 %	77
Figura 52 Curva de Cemento 2,50 %	78
Figura 53 Grafico Curva de Cemento 2,50 %.....	78
Figura 54 Contenido humedad natural cemento 2,50 %	78
Figura 55 Contenido del agua con el suelo	79
Figura 56 Valor relativo de soporte CBR (ASTM D1883).....	79
Figura 57 Densidad – CBR.....	80
Figura 58 Densidad – CBR.....	80
Figura 59 Densidad – CBR.....	81
Figura 60 Cemento 6,00 %.....	82
Figura 61 Contenido de humedad natural Contenido de humedad natural	82
Figura 62 Densidad – CBR.....	83
Figura 63 Densidad – CBR.....	83
Figura 64 Perfil intervenido en muestra.....	84

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Análisis de resultados en rotura de cilindros en base estabilizadora. 93

INTRODUCCIÓN

Para comenzar, el suelo cemento se produce de la mezcla homogénea de suelo pulverizado con determinadas cantidades de cemento, esta técnica se emplea para el mantenimiento y mejora de vías existentes con suelos desfavorables como en sectores urbano y agrícolas, consiguiendo que sus capas tengan densidades altas obteniendo una mayor resistencia a los esfuerzos de compresión y al brusco cambio de temperatura al que están expuestas a soportar debido al clima actual del planeta obteniendo además estabilidad en la estructura del pavimento.

En la provincia del Guayas en cantón Naranjal recinto Tres Cerritos actualmente se encuentran en mal estado predominando el lodo y falta de canalización de agua lluvia. estos implican el mejoramiento de las vías con material de cascajo, pero sin embargo la durabilidad se desgata en poco tiempo causando problemas en la accesibilidad del sector acuícola a sus camaroneras que se encuentran en la zona.

El estado de las vías actual está deteriorado teniendo afectaciones de asentamiento en toda la vía y causando malestar en las comunas adyacente a la misma, la característica del suelo actual es arcilloso con alto índice de plasticidad y su estructura está conformada por lodo negro (suelo blando). La utilización del suelo cemento, representa el material de construcción más emblemático empleado por la humanidad a lo largo de su desarrollo histórico, y perdura hasta actualidad como una autentica opción de solución, para sectores de asentamientos irregulares, con el fin de mejorar la viabilidad del sector.

El suelo cemento es una de la alternativa aplicar para que la vía tenga mayor desempeño, sin reducir su capacidad estructural permitiendo así mejorar las propiedades del suelo existente a condiciones óptimas de tránsito de esta se puede adquirir un ahorro demostrativo en materia prima, lo que desarrolla el beneficio en su edificación tanto experimentados como en eficacia y coste que este brinda.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1 Tema:

Diseño de base estabilizada con cemento para el mejoramiento de vía local del recinto Tres Cerritos.

1.2 Planteamiento del Problema:

Con respecto a la etapa de la planificación, ejecución y construcción dentro del ámbito de obras civiles a nivel global, los profesionales de la carrera se enfrentan a problemas relacionados con las características del suelo, que si bien es cierto la ubicación, condiciones climatológicas, inciden negativamente en las propiedades físicas y mecánicas del suelo como la baja resistencia y capacidad portante, dicho de otra manera, según Justiniano & Mori (2021), “Los problemas y dificultades provenientes de dichas características tienen que ser resueltas minuciosamente y demandan la mayor atención de los proyectos” (p.23)

Dentro de la ingeniería civil, la etapa constructiva vial, existe la presencia de suelos blandos la cual no presenta las características adecuadas como base de suelo que cumpla las características mínimas de resistencia expuesta a cargas pesadas, es debido a que están estructurados de elementos como arcilla, limo, partículas finas entre otros componentes que la hacen susceptibles. (Santa Cruz, 2019)

Otros de los problemas en los que afecta la presencia de suelos blandos en infraestructuras viales, es el asentamiento, expansión volumétrica, baja capacidad portante. Debido a estos problemas, en la actualidad se puede observar que estos suelos son inestables y que presentan desgaste a nivel superficial, para que se den estas falencias algunas de las posibles causas puede ser la falta de mejoramiento de capa de suelo a nivel superficial, escasez de estudio físico y mecánico del tipo de suelo que se está observando como problema, contenido de agua, lo que hace

más susceptible a una baja resistencia, cargas externa que consolidan el suelo blando a compresión y deformaciones superficiales. (Santa Cruz, 2019)

Además en el Ecuador, específicamente nos indica que en la región costa, existe una gran cantidad de este tipo de suelo blando compuesto de elemento arcilloso, limoso, aluviales, que generalmente sus características físicas lo hacen compatible para uso de cultivo, actividades agropecuario, acuícola, ganadería y entre otras funciones que demandan positivismo para la economía local, pero que en casos particulares de obras de construcción sobre estos suelos, no son los más aptos para desarrollar infraestructuras estables. (Justianiano & Mori, 2021)

En el sector agrícola de la provincia de las guayas, la composición de los suelos son inestables son las más óptimas para la conformación de piscinas para sembrío de arroz, sin embargo, sus rutas de acceso para la transportación de este producto, no son las más apropiadas en temporada de invierno, ya que afectan y deterioran la estructura de la vía de acceso, de manera que se ven interrumpidas por la deformidad del suelo y asentamientos irregulares, impidiendo el tránsito vehicular para las operaciones de estos sectores, que dinamiza la economía de la comuna perteneciente al recinto La Cerritos, y que como consecuencia afecta la producción de aquellos.

Para ello, hoy en día existen varias alternativas que ayudan estabilizar y mejor la calidad de este tipo de suelo expansivo y cohesivo afectado por las fuertes lluvias, de eso desprende el optar, por aplicar base estabilizadora suelo cemento como medida de rehabilitación y el uso de la norma AASHTO, para mejora de la vía de acceso al recinto Tres Cerritos – Cantón Naranjal

1.3 Formulación del Problema:

¿Cómo influye las propiedades mecánicas del suelo cemento como base estabilizadora aplicado en suelos blandos?

1.4 Objetivo General

Proponer el diseño de base estabilizadora con cemento y aplicación en sitio para el mejoramiento en vía local del recinto Tres Cerritos – Naranjal.

1.5 Objetivos Específicos

- Clasificar tipo de suelo de la subrasante en vía local recinto Tres Cerritos – Naranjal.
- Analizar memoria de cálculo TPDA para diseño de suelo cemento base estabilizadora.
- Establecer parámetros de dosificación en base estabilizadora con cemento en el suelo existente de la vía local.

1.6 Hipótesis

La aplicación de base estabilizadora con cemento portland o cementos especializados en base vial, mejora las características físicas y mecánicas de los suelos existentes que conforman las vías de acceso al sector acuícola.

1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.

Tabla 1

Línea de investigación.

Dominios ULVR	Línea de Investigación Institucional	Línea de Investigación Facultad	Sub - Línea de Investigación Facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco - amigable, industria y desarrollo de energías renovables	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción	Territorio	Gestión urbana sostenible

Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, (2024)

El presente trabajo de titulación corresponde a la línea de investigación institucional de la facultad de ingeniería, industria y construcción es territorio, medio ambiente y materiales innovadores.

Este trabajo de grado corresponde a la dirección de investigación lo que es el territorio, medio ambiente y materiales innovadores (ULVR, 2023). Este proyecto se enfoca en el estudio de las propiedades del suelo blando, estabilizados con cemento en el sector agrícola, Provincia del Guayas-Naranjal , donde la estabilización de suelo con cemento afecta las propiedades mecánicas del suelo blando, la implementación de técnicas adecuadas reducen los costos a largo plazo, previniendo las reparaciones continuas de las vías, y que además, aumenta la capacidad de carga, en mayor eficiencia, viabilidad, productividad y que a su vez los resultados que se esperan, proporcionen información y recomendaciones fundamentales para el avance tecnológico y desarrollo socioeconómico de la región

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Teórico:

La implementación de base con cemento sobre suelos inestables aporta significativamente a las características naturales del suelo, mejorando las propiedades mecánicas, frente a lo cual Avila & Salazar (2012), afirman que “La estabilización con cemento generalmente se emplea para aumentar la resistencia del suelo y así mismo incrementar las cargas de tránsito y obtener mezclas con un mejor comportamiento ante la erosión y los cambios de temperatura”. (p.11).

En la actualidad, el área de desarrollo de vías ha buscado alternativas viables e innovadoras para la mejora de pavimentos Garcia (2019):

Entre ellas, destaca el método de estabilización de suelo con cemento, la cual ha sido de relevancia durante los últimos años, abordando en necesidades primordiales: mantenimiento y conservación del medio ambiente y durabilidad en caminos vecinales, que son fuentes viales de comunicación. (p.1)

Indudablemente, el uso de materiales cementantes a nivel general es beneficioso, sin embargo, dentro de la construcción, representa una contribución importante en la modificación de materiales a durables, viables y eficaces, que considerablemente aumentan su vida de utilidad Garcia (2019):

Es debido a esto, que permite a la accesibilidad de ser empleado en diferentes tipos de suelos, como material estructurado con propiedades artificiales, que mejoran las condiciones del suelo, ante la presencia de agentes climáticos, brindándoles características de resistencia y estabilidad durante su vida útil. Además, representa reducción de costó en construcción de pavimentos, y con la incorporación de cemento en suelos naturales, ayuda a reducir la explotación de material granular que son extraídos de canteras. (p.1)

La mejora de la estabilidad de suelo empleando cemento es un enfoque soluble que permite hacer uso del material marginal, cumple con la función de reducir el impacto negativo que se origina sobre el medio ambiente, y que además sus partículas cementantes reducen el agrietamiento y riegos de deformaciones horizontales, en el que Crispin & Helguero (2019):

Para optar la estrategia adecuada de sostenimiento o restauración, los expertos deben seleccionar varios factores: tiempo que llevarán las labores, gasto total, protección y bienestar de los trabajadores, incomodidades para terceros, longevidad y las implicaciones tanto sociales como medioambientales. Esto permitirá la optimización económica y ambiental de los niveles de servicio de las carreteras. (p.38)

En particular, el uso de suelo cemento resalta aspectos positivos, de los cuales pueden beneficiarse su resistencia y durabilidad, no son tan altos en costos como otros materiales de construcción que demandan mayor gasto de mantenimiento, sin embargo, es esencial considerar posibles limitaciones asociadas con el tipo de suelo utilizado, para considerar resultados de calidad.

La técnica de estabilización de suelo con cemento, son empleadas para dar características adecuadas que soporte el tráfico vehicular y obtener una compactación homogénea que resista la erosión del suelo la cuál es producto de incorporación de agua. (Gallardo & Aparicio, 2019)

Para mejorar el suelo se debe agregar o integrar cemento ya que la utilización de suelo cemento permite generar materiales estructuralmente estables y se utilizan como bases de las carreteras, así como en los pavimentos, se dice que el suelo a pesar de sus capacidades aislantes, inertes y resistente son reducidas por la humedad y sufren erosiones.

2.1.1. Suelo

El suelo es una sustancia sin estructura definida, constituida por un sin número de partículas naturales, sólidas, orgánicas, y la dimensión de las partículas pueden presentarse como combinaciones de minerales identificables que cubren la superficie terrestre. (Garcia, 2019)

La tierra se define como la sustancia de un sustrato no compacta compuesta de materiales sólidos, gravilla, arena, arcilla, y mezcla de escorias que fueron depositados por diversas actividades producidas por el ser humano. (Garcia, 2019)

El piso es una mezcla complicada de piedra nueva mezclada con roca desgastada, minerales mezclados y reubicados y trozos de piso que ya existían. Estos componentes se mezclan a causa de las acciones de caza de los animales, las acciones del hombre, la fuerza ejercida por las raíces de los vegetales y el desbocamiento del H₂O subterráneo. (Obando, 2021)

2.1.2. Tipos de Suelo

Es importante reconocer que diferentes categorías de suelos incluyen aquellos que presentan preocupaciones de cambio climático en términos de deformación horizontal, baja capacidad de resistencia y sensibilidad. Estas prioridades plantean desafíos importantes para el sector de la construcción. (Garcia, 2019)

Existen muchos tipos de piso que se singularizan por las particularidades de su constitución. La forma en que se representa la textura, por la suma de arena, limo y arcilla en el suelo, tiene importancia en la clase de suelo, la misma que se clasifica en dos clases mayores que es la composición y el procedimiento de la formación del mismo. (Tárela, 2021)

Aduciendo lo anterior, estos factores identifican el tamaño de los espacios vacíos en el suelo, que a su vez afectan la rapidez con la que el agua puede moverse a través de él. (Galistar, 2019)

Tanto la textura como la estructura influyen en el tamaño de los poros del suelo, regulando así su permeabilidad. En suelos de textura arcillosa, las partículas son pequeñas y llenan el espacio, lo que provoca compresión del suelo, privación de oxígeno de las raíces y tendencia a que el agua se estanque. (Galistar, 2019)

La forma en la textura tiene una influencia en la magnitud de los orificios en el terreno, esto hace que la tierra sea menos permeable o más gruesa. En los terrenos de textura arcillosa, los gránulos son pequeños y se llena el espacio, esto provoca que el suelo se comprima, no reciba más oxígeno que el H₂O se estanque. (Tárela, 2021)

La categorización de los suelos en parámetros de granulometría se fundamenta en características relacionadas con la capacidad de plasticidad y límites de Atterberg, estos factores nos brindan información sobre las cualidades de los suelos, ya sean de textura granular o más fina, mediante una combinación de dos letras, donde cada una de ellas denota una categoría o nivel específico. (Galistar, 2019)

Figura 1

Variedades de suelo

Variedades	Categorización	Sistematización	Representación
Suelo	GW	A - 1 - a	Grava bien agradada
	GP	A - 1 - b	Grava pobremente gradada
Gravoso	GM	A - 1 - a	Grava limosa
	GC	A - 1 - b	Grava arcillosa
	SW	A - 3	Arena bien agradada
Suelo arenoso	SP	A - 3	Arena pobremente agradada
	SM	A - 2 - 4	Arena limosa
	SC	A - 2 - 6	Arena arcillosa
	MH	A - 5	Limo de mediana y alta plasticidad
Suelo-limo arcilloso	CH	A - 7 - 6	Limo y arcillas orgánicas de mediana y alta plasticidad
Baja plasticidad	OH	A - 6	Suelo de alto contenido orgánico
Suelos Orgánicos	PT	Turba	No para para estabilizar

Fuente: Holcim, (2022)

2.1.2.1. Tierra Arcillosos y Orgánicos

Este tipo de suelo juega un papel importante en diferentes regiones, siendo la arcilla densa y capaz de retener agua. El suelo orgánico es la liberación de sustancias o elementos que han completado su ciclo de vida, aportando nutrientes al suelo y propensos a la compactación y retención de líquidos, ambos comunes en climas tropicales y utilizados con fines agrícolas. (Cevallos & Cuz, 2021)

2.1.2.2. Suelos expansivos

Este tipo de suelos experimentan un cambio en su estructura molecular cuando están expuestos al agua, este fenómeno se debe a la capacidad de absorción que poseen estas arcillas y que en respuesta influirá a un aumento volumétrico del suelo, y que en gran proporción las arcillas montmorillonita tienden a ser más expansivas. (Cevallos & Cuz, 2021)

2.1.2.3. Suelos Blando

Son suelos cuyas características físicas y mecánicas son alteradas por factores externos, lo que los hace precario, con una capacidad de carga muy limitada y que no pueden condensar adecuadamente, debido a su tendencia de modificar su forma y volumen cuando se exponen a una fuerza exterior. (Cevallos & Cuz, 2021)

2.1.3. Clasificación del suelo

La clasificación de los suelos se refiere a la composición de las partículas en el suelo, cuyas características ayudan a identificar, comprender su estructura y comportamiento para fines prácticos dentro de cualquier tipo de construcción. (Rivera, 2019)

Figura 2

Sistematización de partículas del suelo

Método Del Distrito De Agricultura		S.I
Fracción del suelo	Diámetros límites en mm	Diámetros límites en mm
Arena muy gruesa	2.00 – 1.00	
Arena Gruesa	1.00 – 0.50	2.00 – 0.20
Arena Media	0.50 – 0.25	
Arena fina	0.25 – 0.10	
Arena muy fina	0.10 – 0.05	0.20 – 0.002
Limos	0.05 – 0.002	0.02 – 0.002
Arcilla	Menos de 0.002	Menos de 0.002

Fuente: García, (2019)

2.1.4. Clasificación de los suelos para ser estabilizados

En la siguiente tabla, se muestra la necesidad usual de cemento varía dependiendo de los tipos de suelo presentes, excluyendo suelos orgánicos y aquellos de baja reactividad. En situaciones adversas podría ser necesario emplear cemento adicional.

Figura 3

Clasificación de suelos para ser estabilizados

Aashto	Astm (Sucs)	Rango Típico De Cemento (% En Peso)	Contenido Típico De Cemento Para Prueba De Humedad- Densidad (% En Peso)	Contenido Típico De Cemento Para Pruebas De Durabilidad (% En Peso)
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM	3-5	5	3-5-7
A-1-b	DW, GP, SM, SP	5-8	6	4-6-8
A-2	GM, GC, SM, SC	5-9	7	5-7-9
A-3	SP	7-11	9	7-9-11
A-4	CL, ML	7-12	10	8-10-12
A-5	ML, MH, CH	8-13	10	8-10-12
A-6	CL, CH	9-15	12	10-12-14
A-7	MH, CH	10-16	13	11-13-15

Fuente: García, (2019)

2.1.5. Propiedades del suelo

2.1.5.1. Estabilidad volumétrica

Hace énfasis a la capacidad del suelo en mantener sus volúmenes constantes, frente a la presencia de factores de carga, humedad y secado. Para evitar la alteración del suelo en presencia de agua, que son responsables de fenómenos como la deformación de los pavimentos, inestabilidad de taludes y postes, hundimientos de muros, ruptura de tuberías. (Cevallos & Cuz, 2021)

2.1.5.2. Resistencia mecánica

La estabilidad física de los suelos, para resistir fuerzas mecánicas determina la viabilidad y sostenibilidad, y que aseguran la resistencia de las estructuras que son expuestas a cargas por edificaciones, sin dañar su integridad estructural. (Cevallos & Cuz, 2021)

2.1.5.3. Permeabilidad

La permeabilidad, se refiere a la capacidad que tiene el suelo para permitir el flujo de fluidos líquidos a través de sus poros, sin embargo, la permeabilidad no solo interactúa entre el suelo y agua, sino que también influye en la formación deslizamientos, inundaciones, debido a un aumento de presión en los poros, y que además los suelos con una tasa baja de cohesión pueden originar, erosión de suelo, transportación de partículas sólidas u otro material granular. (Cevallos & Cuz, 2021)

2.1.5.4. Durabilidad

La longevidad, implica la habilidad del suelo para soportar cambios detonantes debido al transcurso del tiempo, condiciones ambientales y procesos de deterioro,

con el propósito de mantener su estructura, función, características y propiedades. (Cevallos & Cuz, 2021)

2.1.5.5. Compresibilidad

La compresibilidad en suelos se da por la aplicación de cargas externas y que en respuesta modifica su volumen. Cuando estas cargas ejercen sobre la superficie del suelo en estado humedecido, alteran las partículas de la superficie terrestre comprimiéndola, lo que puede afectar a la estabilidad de la estructura como asentamientos diferenciales, reducción de volumen y hundimientos no deseados. (Cevallos & Cuz, 2021)

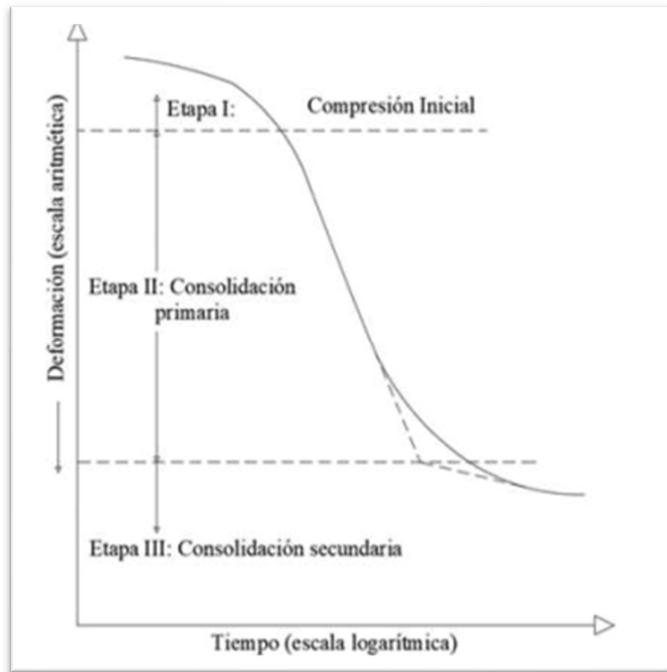
2.1.6. Propiedades mecánicas del suelo

2.1.6.1. Consolidación

La consolidación de un solo parámetro se utiliza largamente con el fin de calcular la magnitud del desplome en relación con la fecha. En el ensayo en cuestión, primero se contornea el piso en forma de aro de metal, de manera que el hundimiento y la evacuación de fluidos solo ocurra en dirección vertical, esto se asemeja bastante a las circunstancias en el sitio en la mayor parte de las ocasiones de porteo. (Hernandez, 2019)

Figura 4.

Gráfica de deformación en función del tiempo durante una consolidación para un incremento particular de la carga



Fuente: Jiménez & Yaguana, (2023)

Se puede apreciar la existencia de tres etapas, las cuales son:

- Etapa 1: La compresión inicial, que es la mayor parte de ella forzada por la precompresión.
- Etapa 2: En la etapa de consolidación primaria, el agua que tiene adentro se transforma en energía, por medio de la salida lenta de la fuerza de agua presente.
- Etapa 3: Se llama consolidación secundaria, y es luego de que el agua extraída del subsuelo por medio de la perforación se disipe por completo y se note una mayor deformación del ejemplare con relación a la superficie terrestre. (Jiménez & Yaguana, 2023)

2.1.6.3. Triaxial

Se trata de un estudio que tiene como propósito delimitar las características del suelo en términos de mecánica, haciendo una suposición de que las muestras del

suelo que se quieran evaluar son iguales y representan con exactitud las condiciones del material en su contexto original, las propiedades del suelo se pueden conseguir a través de las pruebas de triaxiales, ya sea de manera directa o a través de su entendimiento en base a una teoría. (Caparachin, 2021)

La prueba de corte triaxial es uno de los métodos más confiables para determinar los parámetros de resistencia al corte. Se utiliza ampliamente en investigaciones y pruebas de rutina. Se considera transferible por las siguientes razones: comparte información sobre el comportamiento tensión-deformación del suelo, comparte condiciones de tensión más uniformes que el ensayo de corte directo al concentrar la tensión a lo largo del plano de falla y permite tensiones mayores. Flexibilidad del camino de carga. (Caparachin, 2021)

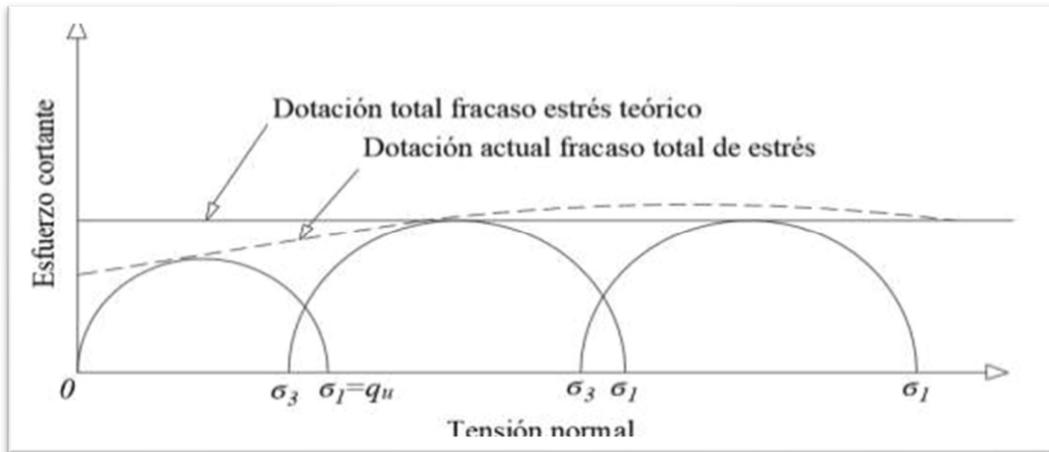
2.1.6.2. Presión simple

Se realizan pruebas de compresión libre para medir la resistencia a la compresión adecuada de suelos cohesivos y es fundamental que dicho equipo tenga una precisión aceptable con cargas bajas. En esta prueba se insertan muestras que típicamente tienen una relación de aspecto mayor a 2, las cuales se someten a compresión hasta su ruptura. (Caparachin, 2021)

Desde una perspectiva teórica, las pruebas de compresión no confinada y las pruebas triaxiales no consolidadas no drenadas, cuando se aplican a muestras de arcilla saturadas similares, deberían producir los mismos valores de resistencia no drenada de C_u , que se pueden dividir de las pruebas de compresión simples por. La resistencia a la compresión no confinada da como resultado: En la práctica, sin embargo, las pruebas de compresión o confinamiento de arcillas saturadas tienden a arrojar valores de cohesión ligeramente más bajos en comparación con los valores de cohesión obtenidos mediante pruebas sueltas. (Caparachin, 2021)

Figura 5

Comparación de resultados de ensayos de compresión no confinada y ensayos sueltos no drenados sobre arcilla saturada.



Fuente: Caparachin (2021)

2.1.7. Ensayos de suelo

2.1.6.1. Ensayo Granulométrico

Principalmente, este método se utiliza para valorar la excelencia de las sustancias empleadas como agregados en el hormigón o para posibles usos alternativos. Empleadas como elementos en el hormigón o para diversas intenciones, los resultados adquiridos sirven para determinar si las dimensiones de las partículas se ajustan a los criterios exigidos. Además, estos resultados proporcionan los datos esenciales para supervisar la fabricación de diversas variedades de áridos y amalgamas que incorporen estos elementos. Además, esta información puede aplicarse para establecer correlaciones que permitan estimar tanto la permeabilidad como la configuración de las partículas. (Rivera, 2019)

Se define a la granulometría, como la distribución de partículas sobre la superficie terrestre, que pueden superar o disminuir su tamaño, expresada en porcentajes que se enlaza con el peso completo de la muestra. Este concepto en el

ámbito de la ingeniería se utiliza para categorizar los materiales, en la construcción de carreteras y presas. (Rivera, 2019)

Figura 6

Equipos para Ensayo Granulométrico

EQUIOS PARA ENSAYO GRANULOMÉTRICO	
Juego de Tamices	
Horno: Que mantenga temperaturas constantes de 110 + - 5 °C.	
Recipientes para muestras	
Balanza con precisión de 0,01 g	
Balanza con precisión de 0,1 g	
Cepillo, brocha (limpieza de tamices)	

Fuente: Caparachin, (2021)

Figura 7

Diámetro de Tamices para clasificar el tipo de suelo

Tamiz N.º	Diámetro (mm)	Tipo de Suelo
4"	101.600	Grava
3"	76.200	
2 1/2"	63.500	
2"	50.800	
1 1/2"	36.100	
1"	25.400	
3/4"	19.050	
1/2"	12.700	
3/8"	9.520	
4"	4.750	Arena Guesa
10"	2.000	Arena Media
30"	0.600	
40"	0.425	
60"	0.250	Arena Fina
100"	0.150	
200"	0.074	

Fuente: Caparachin, (2021)

2.1.7. Ensayo Limite Liquido

Este procedimiento implica la medición del contenido de agua, presentado como un porcentaje relativo al peso seco del suelo. Este valor delimita la frontera entre los estados líquido y plástico. Se obtiene determinando el volumen de agua necesario para el surco en una muestra de suelo sometida a análisis dentro de un aparato significativo. El aparato consiste en un instrumento sustancial en el que se coloca el suelo y se somete a 25 golpes desde una altura de 10 mm, hasta que la ranura ya no puede cerrarse. (Rivera, 2019)

2.1.7.1. Instrumentos

Figura 8

Mecanismos para prueba de Limite Liquido

Mecanismos para prueba de Limite Liquido
Copa de casa grande
Maquina tipo ASTM, o plano
Balanza con aproximación de 0,01 g. Tamiz N°40 y bandeja
Mortero, pocillos, taras
Probeta graduada, para proveer cantidades controladas de agua
Horno: Que mantenga temperaturas constantes de 110+- 5 °C

Fuente: García, (2019)

2.1.8. Prueba de limite plástico

El límite plástico se define como el nivel de humedad entre el estado plástico y el estado semisólido, y se establece creando cilindros de suelo de aproximadamente 3 mm de espesor, en los cuales, cuando alcanzan un cierto nivel de humedad, comienzan a agrietarse y no pueden ser reinventado. (Jiménez & Yaguana, 2023)

Es el momento en el que el piso pasa de una conducta plástica a una conducta no plástica, en pisos de plástico, en este caso la fuerza de atracción que tiene el suelo es significativamente menor, por ejemplo 25 g/cm² en base al criterio de Atterberg. (Rivera, 2019)

2.1.9. Ensayo índice Plástico

El procedimiento se basa en generar figuras de pequeño tamaño sobre una superficie plana, estas figuras se pueden dividir en trozos de 6 mm cada uno, esto quiere decir que se llegó al límite de agua que requiere el polímero. (Rivera, 2019)

2.1.10. Ensayo prueba de Proctor Modificado

Se emplea para evaluar la correlación entre la densidad del material seco y el nivel de humedad necesario para la compactación. Este examen es especialmente aplicable a capas granulares gradadas o sólidas y desempeña un papel crucial en la supervisión de la calidad de los trabajos de compactación. (Rivera, 2019)

2.1.11. Ensayo de resistencia a la compresión simple

Se lleva a cabo para obtener la tensión máxima o la resistencia última del suelo cohesivo mediante pruebas de compresión no confinada. Este procedimiento consiste en aplicar una carga axial manteniendo el control de la deformación, utilizando una muestra de suelo de forma cilíndrica. (Rivera, 2019)

2.1.12. Tierra - hormigón

Además, se cree que el producto formado por la compactación de un mezclado de tierra, cemento y agua en cantidades fijadas y ejecutadas de manera correcta, es decir, dentro de los parámetros de la tierra en cuestión, es considerado como cementante. Terreno de cemento asfáltico. (Bardalez & Alexander, 2022)

El cemento permite una estructura fuerte y duradera, así como un nivel de humedad necesario para que el cemento se compacte e hidrate por completo. Cuando se compacta la mezcla se consigue una alta densidad. Al curar se produce un endurecimiento más efectivo, asegurando que el material resista fuerzas de compresión y tenga propiedades como resistencia a la penetración, estabilidad en el tiempo y aislamiento térmico. (Bardalez & Alexander, 2022)

El cemento permite una estructura fuerte y duradera, así como un nivel de humedad necesario para que el cemento se compacte e hidrate por completo. Cuando se compacta la mezcla se consigue una alta densidad. Al curar se produce un endurecimiento más efectivo, asegurando que el material resista fuerzas de compresión y tenga propiedades como resistencia a la penetración, estabilidad en el tiempo y aislamiento térmico. (Travez, 2023)

Es la base de las vías, calles y pasajes de aeropuertos, el uso de ella es por razones ambientales y económicas, debido a que es aconsejable utilizar la mayor porción posible de tierra en las obras, las realizadas en cemento y arcilla se fundan en una determinada por lo que es necesario utilizar un cemento o cal para asegurar su estabilidad y resistencia. (Travez, 2023)

Hay dos métodos para producir materiales, que se llaman "in-factory" y "in-situ", el primero es extender una capa de material mezclado con cemento sobre el terreno existente, y el segundo es compactar y esparcir la tierra, luego se mezcla con cemento a través de un mezclador que incorpora agua, agregando las cantidades apropiadas de coagulante y H₂O en función de las necesidades de la capa. (Travez, 2023)

2.1.13. Hormigón o Mortero

El cemento hidráulico es un material que no es orgánico, sino que está finamente disperso, denominado como tal, el cual, en la medida en que se añada agua, ya sea en forma de lluvia o mezclada con otro material, posee la capacidad de fraguar y endurecer, inclusive en el caso de que se encuentre sumergido, debido a reacciones químicas, durante la hidratación y, una vez que se ha endurecido, su

resistencia y estabilidad, el tiempo de fraguado está sujeto a las condiciones de temperatura del medio ambiente. (Travez, 2023)

El procedimiento de fraguado del hormigón es la reacción entre el cemento y el H₂O dentro de la mezcla de hormigón que genera una estructura firme y compacta, en tanto que el H₂O se absorbe, se forma un punto de espejos que relaciona a todos los componentes de la mezcla y transforma la mezcla en una masa compacta, pareciéndose a lo que sucede con el hormigón cuando pasa de ser una médula deducida a una piedra petrifica, durante el asunto de fraguado, es significativo fiscalizar la cuantía de H₂O dentro de la mezcla y la temperatura del ambiente, ya que estas dos variables pueden afectar la rapidez de secado, di hay poca agua, la mezcla puede demorarse más o puede ser menos firme, en cambio, si la calentura es muy descenso, el fraguado puede declinar y si es muy alta, puede desarrollar. (Travez, 2023)

2.1.14. Tipos de Hormigón

El cemento hidráulico se define como hormigón que fragua y fortifica mediante una resistencia artificial con agua, incluso bajo el agua. El cemento Portland se define como cemento hidráulico producido triturando Clinker. El componente principal es sales ácidas hidráulicas de calcio, silicio, que generalmente contienen una o más de los sucesivos compendios, como sulfato de calcio, hasta un 5% de cal y agregado de proceso NTE INEN 151. (Travez, 2023)

La norma NTE INEN 152 describe los requerimientos y propiedades del cemento Portland, en tanto que la NTE describe las exigencias de funcionamiento que deben conservar los hormigones hidráulicos y clasifica las calizas en base a sus peculiaridades sin tener en cuenta su estructura o las restricciones de su disposición. (Travez, 2023)

Además, la ley estipula que cuando no se especifica el tipo de cemento se presume que es tipo GU. La empresa Holcim produce diferentes tipos de concreto según la norma técnica ecuatoriana NTE equivalente a ASTM, pero el más ingerido

es el tipo Holcim Fuerte. GU, tipo utilizado en la construcción Cemento hidrofóbico, que está compuesto por Clinker de cemento Portland, sulfato de calcio y una variedad de aditivos naturales que aumentan la resistencia del cemento, cuya suma minimiza el impacto al medio ambiente y es consistente con el cemento Portland las emisiones de CO₂ se reducen en un treinta y cinco por ciento en comparación con. (Travez, 2023)

2.1.15. Caminos o vías

Se cree que una vía o autopista es un circuito de transporte público que está construido principalmente con el propósito de permitir que los automóviles fluyan de manera continua, brindando comodidad y seguridad, las vías son fundamentales para el desarrollo de un país ya que traspasando de ellas las individuos que pretenden corregir su carencia de conmovir de un lugar a otro, esto hace que la comunicación entre las zonas campestres y la ciudad sea más fácil y por lo tanto más importante para la economía Servicio. (Ochoa & Rojas, 2019)

2.1.16. Sistematización de la Senderos o Calles

La clasificación por jurisdicción señala que la red de carreteras de todo el país está formada por vías de primera y segunda clase, las cuales están operadas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, además la clasificación por provincia señala que la red de carreteras de esa zona está formada por vías de tercera clase, las cuales están bajo la administración de la gobernación de la región y del gobierno federal, se compone de tres partes: urbana, suburbana y rural , y está regida por el gobierno municipal . (Ochoa & Rojas, 2019)

2.1.17. Categorización de alianza con el prototipo de tierra

Terreno plano, la pendiente de la vía en dirección longitudinal es inferior a 5°, esto quiere decir que la pendiente es ligeramente ascendente, de modo que los vehículos de mayor peso puedan moverse a la misma velocidad que los de menor peso. Está compuesto por reglas de dirección horizontal y verticales las cuales

requieren que la velocidad de los vehículos de peso sea elocuentemente inferior a la de los carros de convenio leve. (Quezada, 2019)

La propiedad de cordilleras está combinada por importantes ascensiones y bajas que tienen un ángulo de 13° a 40°, estas pendientes requieren un gran movimiento de tierras durante la edificación, por lo que presentan problemas en el rasgo, sus pendientes se hallan entre el 6% y el 8%, y el terreno escarpado, este estilo de vía tiene una pendiente mayor a 40° que se encuentra transversales al eje de la vía. Su edificación requiere de extensos arranques sobre el terreno, con recorridos preestablecidos por zonas de agua y que generalmente tienen un pendiente de arriba del 8%. (Quezada, 2019)

A pesar de que clasifican a los corredores arteriales en base a sus funciones de grado, estos corredores se consideran como vías distintas, estas tienen una gran intervención sobre el tráfico y el camino íntegro a su calidad y la insuficiencia que tienen, por ejemplo, de modo que pertenecen a las categorías I y II. Las vías colectoras se consideran en base a sus grados de importancia y fin, estos pertenecen a la categoría IV y V, que incluyen todos los caminos no relacionados con la agricultura. (Quezada, 2019)

Figura 9

Tipologías de vías como su cargo

Función	Clases de carreteras	Tráfico proyectado (TPDA)
Corredor vial	R-I ó R-II	Más de 8000 vehículos
	I	De 3000 a 8000 vehículos
	II	De 1000 a 3000 vehículos
Arterial colectora	I	De 3000 a 8000 vehículos
	II	De 1000 a 3000 vehículos
	III	De 300 a 1000 vehículos
Vecinal	IV	De 100 a 300 vehículos
	IV	De 100 a 300 vehículos
	V	Menos de 100 vehículos

Fuente: Bernal & Molina, (2023)

2.1.17. Clasificación en función al tráfico (TPDA)

Se sugiere la sistematización con analogía al augurio de circulación para la falta que obtiene de 15 a 20 años. (Quezada, 2019)

Figura 10

Tipologías de caminos según su TPA

Clases de carreteras	Trafico proyectado (TPDA)
R-I ó R-II	Más de 8000 vehículos
I	De 3000 a 8000 vehículos
II	De 1000 a 3000 vehículos
I	De 3000 a 8000 vehículos
II	De 1000 a 3000 vehículos
III	De 300 a 1000 vehículos
IV	De 100 a 300 vehículos
IV	De 100 a 300 vehículos
V	Menos de 100 vehículos

Fuente: Bernal & Molina, (2023)

2.1.18. Clasificación en función de la superficie de desplazamiento

El piso flexible está formado por uniones de hormigón hidráulico, una capa rodante de H₂O, cemento, arena y grava, y en base a su estructura es posible que tenga apoyos adicionales, todo esto depende del tipo de piso. (Quezada, 2019)

2.1.18.1. Clasificación de la Vías o Carreteras

Clasificación de acuerdo su jurisdicción.

- Red Vial Estatal. - Está conformada vías primarias y secundarias las mismas que son administradas por el Ministerio De Obras Públicas y Comunicaciones.
- Red Vial Provincial. - Está conformada por las vías terciarias administradas por los Gobiernos Provinciales.

- Red Vial Cantonal. - Está constituida por vías urbanas, vecinales, e Inter parroquiales las mismas que están administradas por los Gobiernos Municipales. (Quezada, 2019)

2.1.18.2. Clasificación de acuerdo al tipo de suelo

- Terreno Plano. - Este tipo de carreteras posee pendientes transversales al eje longitudinal de la vía menor de 5° , es decir tiene pendientes suaves y permite a los vehículos pesados conservar aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos.
- Terreno Ondulado. - Este tipo de carreteras posee pendientes transversales al eje longitudinal de la vía de 6° a 12° . Está conformado por alineamientos horizontales y verticales los mismos que obligan a reducir considerablemente la velocidad de los vehículos pesados con relación a la de los vehículos livianos. (Quezada, 2019)
- Terreno Montañoso. - Está formado por elevaciones y depresiones de mayor importancia con pendientes transversales al eje longitudinal de la vía del 13° al 40° . Requieren grandes movimientos de tierra durante su construcción, razón por la cual presenta dificultades en el trazado, sus pendientes longitudinales se encuentran entre el 6 y 8 %. (Quezada, 2019)
- Terreno Escarpado. - Este tipo de carreteras posee pendientes transversales al eje de la vía superior a 40° . Para su construcción es necesario un gran movimiento de tierras, los alineamientos están definidos por divisiones de agua y por lo general sus pendientes longitudinales son superiores a 8%. (Quezada, 2019)

2.1.18.3. Clasificación de acuerdo a su función jerárquica

- Corredores Arteriales. - A estos corredores arteriales se los considera como vías de calzada dividida, estos corredores poseen un gran control de circulación y acceso debido a su gran importancia y demanda a que los mismos tienen alta jerarquía y pueden conectar al continente, por estas razones se encuentran en la clase I y II.
- Vías Colectoras. - Están comprendidas por carreteras de clase I, II, III y IV de acuerdo a su importancia las mismas que están destinadas a recibir tráfico de caminos vecinales.
- Caminos Vecinales. - Estos caminos vecinales están comprendidos en las carreteras de clase IV y V que incluye a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones antes mencionadas. (Quezada, 2019)

2.1.18.4. Clasificación de acuerdo al tipo de suelo y capa de rodamiento

- Estrechas: Se las considera vías estrechas a las cuales la sección de circulación tiene un ancho inferior a los 5 m.
- Medias: Vías en las que los vehículos circulan por una sección con un ancho que va entre 5 y 6 m.
- Anchas: Estas vías tienen dos o más carriles y cada uno de ellos tiene un ancho superior a 3.5 m.
- Pavimentos Flexibles. - Están compuestas por una capa de rodadura que está formada por una mezcla bituminosa de asfalto que tiene una alta resistencia a los ácidos, álcalis y sales.
- Pavimentos Rígidos. - Están compuesta por una capa de rodadura que está formada por una losa de concreto hidráulico (agua, cemento, arena y grava), dependiendo de su estructura pueden tener un refuerzo estructural y además está apoyada sobre la subrasante de material granular. (Quezada, 2019)

2.1.19. Tráfico

El diseño de una vía o de sus tramos debe basarse en información como los datos de tráfico, que se comparan con la capacidad, es decir, el número máximo de vehículos y el volumen de tráfico que la vía puede albergar, afectando directamente las características geométricas de la vía. En ingeniería, cuando se trata de la actualidad es más fácil cuando hay mejoras viales, rectificación de rutas, ampliación, pavimentación, entre otros, o la construcción de caminos de respaldo entre puntos conectados por líneas de comunicación existentes. Al tratar con áreas subdesarrolladas o actualmente no desarrolladas, para cuantificar el tráfico actual y predecir la demanda futura, las estimaciones de tráfico se vuelven difíciles e inciertas. (Carpio & Mejias, 2023)

El diseño de una vía o de los tramos que la conforman debe partir de información de tráfico, entre otra información, con el fin de diferenciar con la aptitud, que es el número supremo de automóviles que la vía es competente de permitir, la magnitud de tráfico y, por tanto, incide directamente en el diseño geométrico de la vía, en lo que respecta al mejoramiento de vías existentes, alteración de trazados, ampliación, pavimentación y otros aspectos de construcción vial. (Carpio & Mejias, 2023)

El volumen de tránsito es un factor indicativo de los servicios de construcción de carreteras y se ve directamente afectado por características geométricas de diseño tales como: ancho, alineación, pendientes longitudinales y transversales. Diseñar una carretera sin comprender la información del tráfico es tan incorrecto como diseñar una estructura vial sin comprender el peso y la cantidad de vehículos que deben circular por ella. (Carpio & Mejias, 2023)

2.1.20. Tráfico medio diario anual

La unidad de medida del volumen de tráfico rodado es el volumen de tráfico diario promedio anual, que se abrevia como TPDA. Al calcular el TPDA se debe considerar el volumen de tráfico en un sentido, es decir, se debe calcular el volumen

de tráfico en esa dirección. En vías de doble sentido, el volumen de tráfico se medirá en ambos sentidos. Normalmente, en este tipo de carreteras, el número de vehículos en ambas direcciones de circulación es similar al final del día. (Gualotuña & Quishpe, 2022)

En el caso de las autovías, es usual calcular el TPDA para cada sentido de circulación, ya que se hace una estimación de los flujos direccionales, que es la cantidad de vehículos que hay en cada sentido de la vía, esto define la composición y el volumen del tráfico, además es importante que el análisis de TPDA se realice teniendo en cuenta la circulación en ambos sentidos y que se debe esclarecer totalmente para no tener errores en las posteriores operaciones de cálculo utilizando estos datos. (Quezada, 2019)

2.1.20.1. Tipos de conteo

Manuales: Son irremplazables por proporcionarnos información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía. (Carvajal, 2022)

Automáticos: Permiten conocer el volumen total del tráfico. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico. Con los equipos de conteo automático debe tenerse mucho cuidado con su calibración, ya que cuentan pares de ejes por cada dos impulsos percibidos registran un vehículo. (Carvajal, 2022)

Para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales. Adjunto a esta información, es importante tener datos de un conteo automático por lo menos durante un mes para cuantificar el volumen total de tráfico y correlacionar con la composición registrada en la semana. (Carvajal, 2022)

Como variaciones de tráfico se conoce a los factores que nos permiten establecer relaciones entre observaciones actuales y puntuales de tráfico de los datos

estadísticos de lo ocurrido con anterioridad, llegando así a determinar el TPDA del año en el que se realice el estudio. Esta relación se puede establecer considerando el hecho de que la población se mueve por hábitos y al no existir una variación en la estructura social de un país, prácticamente estas variaciones permanecerán constantes en períodos más o menos largos, por lo que el TPDA se puede llegar a calcular a base de muestreos. (Carvajal, 2022)

Cálculo de Variaciones (factores): Para llegar a obtener el TPDA a partir de una muestra, existen cuatro factores de variación que son:

- Factor Horario (FH): nos permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a volumen diario promedio.
- Factor Diario (FD): transforma el volumen de tráfico diario promedio en volumen semanal promedio.
- Factor Semanal (FS): transforma el volumen semanal promedio de tráfico en volumen mensual promedio.
- Factor Mensual (FM): transforma el volumen mensual promedio de tráfico en tráfico promedio diario anual (TPDA). (Carvajal, 2022).
- Tráfico Observado (T0):

$$TPDA = T_o * FH * FD * FS * FM$$

2.1.20.2. Trafico futuro

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo. Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto. (Galistar, 2019)

En el Ecuador no se han efectuado estudios para determinar los volúmenes correspondientes a la 30 hora, pero de las investigaciones realizadas por la composición de tráfico se puede indicar que el volumen horario máximo en relación al TPDA varía entre el 5 y 10 por ciento. (Quezada, 2019)

Crecimiento normal del tráfico: El tráfico actual es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es aquel volumen que circularía, al presente, en una carretera nueva si ésta estuviera al servicio de los usuarios. Para una carretera que va a ser mejorada el tráfico actual está compuesto por:

- Tráfico Existente. - Es aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.
- Tráfico Desviado. - Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de ahorros de tiempo, distancia o costo. (Quezada, 2019)

Criterios para determinar el tráfico futuro. Conviene realizar las proyecciones de tráfico relacionando el tráfico vehicular con otros factores como, por ejemplo: la población, producción, etc.

Relación del tráfico vehicular con la población Con la información disponible del parque automotor y de la población en un período representativo, se procede a determinar la Tasa de motorización (número de vehículos por cada mil habitantes) para cada tipo de vehículo (liviano y pesado) y la ecuación de proyección con algún modelo que se ajuste al historial de la información existente.

$$Tm = a + b * t$$

Donde:

Tm: Tasa de amortización (No vehículo /1000hab.) a,

b= Coeficiente de ajuste.

t= Tiempo en años²⁹

Relación de tráfico vehicular con la población: El volumen de producción o tasa de crecimiento de la producción, permite determinar la proyección de vehículos pesados. Se puede determinar un parámetro similar a T_m , relacionando el número de vehículos pesados con el volumen de proyección y obtener la correspondiente curva de proyección. (Quezada, 2019)

Proyección en base a la tasa de crecimiento poblacional: En caso de no contar con la información estadística, las proyecciones se harán en base a la tasa de crecimiento poblacional o al consumo de combustible. (Quezada, 2019)

$$Tf = Ta (1 + i) n$$

Donde:

Tf: Tráfico futuro o proyectado

Ta: Tráfico actual.

I: Tasa de crecimiento del tráfico (en caso de no contar con datos, utilizar la tasa de crecimiento poblacional o de combustible).

n: Número de años proyectados.

Tráfico generado: El tráfico generado está constituido por aquel número de viajes que se efectuarían sólo si las mejoras propuestas ocurren, y lo constituyen:

- Viajes que no se efectuaron anteriormente.
- Viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público. (Quezada, 2019)

Viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carretera. (Quezada, 2019)

Tráfico por desarrollo: Este tráfico se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. Este componente del tráfico futuro, puede continuar incrementándose durante parte o todo el período de estudio. Generalmente se considera su efecto a partir de la incorporación de la carretera al servicio de los usuarios. (Quezada, 2019)

2.1.20.3. California Bearing (CBR)

El CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1” o 0.2” de penetración, expresada en por ciento en su respectivo valor estándar. También se dice que mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controlada. El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un suelo dado, sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo. (Castillo, 2022)

El CBR (California Bearing Ratio) se obtiene como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón una profundidad de 0.1 pulgadas en una muestra de suelo y el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón, la misma profundidad de 0.1 pulgadas, en una muestra patrón de piedra triturada. (Castillo, 2022)

El ensayo CBR (California Bear Ratio) es una prueba que se originó en el Departamento de Carreteras de California en los Estados Unidos de América en el año 1929, con el objetivo de conocer los suelos donde diseñará adecuadamente los pavimentos, la ASTM denomina el ensayo simplemente un ensayo de relación de soporte. (Castillo, 2022)

Este ensayo mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de densidad y humedad controladas; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno. Además, el ensayo permite evaluar la calidad relativa del suelo para subrasante, subbase y base.

Dado que el comportamiento de los suelos varía de acuerdo a su grado de alteración, con su granulometría y sus características físicas, el método a seguir para determinar el CBR, es diferente en cada caso., así tenemos:

- C.B.R: Suelos perturbados y remodelados.
- Suelos gravosos y arenosos.
- Suelos cohesivos, poco plásticos y nada plásticos.

- Suelos cohesivos y expansivos.
- C.B.R. suelos inalterados.
- C.B.R. in-situ. (Castillo, 2022)

2.1.20.4. Determinación de CBR

El número CBR se obtiene como la relación de la carga unitaria en Kilos/cm² (libras por pulgadas cuadrada, (psi) necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón (con un área de 19.4 centímetros cuadrados) dentro de la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria. (Castillo, 2022)

Patrón requerido para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturada, en ecuación, esto se expresa:

$$CBR = (carga\ unitaria\ de\ ensayo / carga\ unitaria\ patron) * 100\%$$

El número CBR usualmente se basa en la relación de carga para una penetración de 2.54 mm (0,1”), sin embargo, si el valor del CBR para una penetración de 5.08 mm (0,2”) es mayor, dicho valor debe aceptarse como valor final de CBR. Los ensayos de CBR se hacen usualmente sobre muestras compactadas al contenido de humedad óptimo para el suelo específico, determinado utilizando el ensayo de compactación estándar. (Fernandez, 2021)

El ensayo de CBR se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente utilizados como bases y subrasante bajo el pavimento de carreteras y aeropistas. (Fernandez, 2021)

Valores de carga unitaria patrón En forma de ecuación esto es:

$$\%CBR = (Carga\ unitaria\ de\ prueba * 100) / Carga\ unitaria\ patron$$

Si una muestra requiere una carga de 550 lbs/pulg² para obtener 0.10 de penetración, su capacidad portante será:

550 lbs. /pulg

$\%CBR = 1000 \text{ lbs/pulg} \quad \%CBR = 55 * 100$

2.1.20.5. Topografía

Los estudios para el diseño geométrico de una vía o carretera es de vital importancia la topografía del terreno, ya que este es un factor importante al momento de la elección de los diferentes parámetros de diseño, como el trazado horizontal, el referente a las alineaciones en curva y a la geometría de la sección transversal, además incide mucho en los costos de construcción ya que genera un gran movimiento de tierras en el caso de serlo. (Sani, 2020)

Las características Topográficas, Geológicas, Hidrológicas, el drenaje y el uso de la tierra tienen el efecto determinante en la localización y en la elección del tipo de carretera y conjuntamente con los datos de tránsito, constituyen la información básica para el proyecto de estas obras. El proyectista debe contar con cartas topográficas y geológicas sobre las cuales se puedan ubicar esquemáticamente las diferentes rutas que pueden satisfacer el objetivo deseado. (Sani, 2020)

El polígono fundamental se considera una línea poligonal exacta que sirve como referencia para la obtención de la planimetría y la información topográfica, además de datos pertenecientes a la faja de terreno en el que probablemente se localizara la carretera. Junto con las notas correspondientes a las secciones transversales, el polígono fundamental sirve para preparar un mapa con las curvas de nivel en donde se trazará el proyecto de la carretera. (Sani, 2020)

En la actualidad, además de los métodos tradicionales, para la localización de una ruta, se emplean la fotografía aérea y la modelación digital del terreno las mismas que son procesadas en un escáner fotogramétrico con resoluciones de 14 um (micrones) con los datos específicos de la cámara en el cual se procede a la identificación de detalles planímetros, así como los modelos de elevaciones. (Sani, 2020)

2.1.20.6. Curvas de Nivel

Se considera curva de nivel a aquellas líneas que marcadas sobre el terreno desarrollan una trayectoria que es horizontal, estas están en las mismas condiciones de altura ya sea por encima a debajo del nivel del mar. Mediante lo expuesto se puede definir que las curvas de nivel representan la intersección de una superficie de nivel con el terreno. (Sani, 2020)

2.1.20.7. Tipo de Curvas de Nivel

- Curvas índices o maestras. - Son las líneas de mayor grosor, las mismas que nos indican la altura en un número como guía válida para todos los puntos de esa curva. Por cada 5 curvas se traza una curva maestra mediante esto se facilita la lectura del plano.
- Curvas intermedias. - Estas líneas son finas en las cuales no se lee la altura, pero que podemos determinar fácilmente tomando como referencia las líneas más gruesas teniendo en cuenta la equidistancia según la escala del plano.
- Curvas suplementarias. - son líneas que se caracterizan por ser entrecortadas dentro del plano. Estas líneas no guardan equidistancia, por lo tanto, tienen que ir acotadas. (Sani, 2020)

2.1.20.8. Estudio de Suelos

La ejecución de un estudio de suelos nos permite determinar las propiedades del suelo tanto físicas como mecánicas; para este caso que es un proyecto vial nos permite determinar las propiedades y características de que posee la subrasante, es decir el terreno sobre el cual se asentara la carpeta asfáltica. (Ramirez, 2023)

Para este estudio es de vital importancia la asesoría técnica por un profesional con experiencia en el campo de estudio de suelos, el cual brindara apoyo en las actividades a realizarse como son las siguientes: Reconocimiento del sitio en el cual

está previsto el trazado geométrico de la vía. Determinar el sitio exacto en donde se efectuará las perforaciones que son necesarias para extraer las muestras.

- Organizar cada uno de las muestras extraídas con el fin de controlar en el laboratorio las mismas.
- Recoger las muestras que sean necesarias para cada uno de los ensayos que se procedan a realizar.
- Interpretar los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos para así de esta manera proceder al cálculo y diseño del pavimento. (Ramirez, 2023)

Para conocer he identificar las propiedades mecánicas del suelo de fundación o subrasante, en necesario realizar los siguientes ensayos de laboratorio.

- Límites Atterberg
- CBR
- Granulometría
- Contenido de humedad
- Densidad máxima y humedad optima Proctor. (Ramirez, 2023)

Para realizar los ensayos antes mencionados se debe tomar muestras mediante calicatas entre 1.5 a 2 m de profundidad, estas muestras deberán ser tomadas cada 200 o 500 m, esto dependerá primordialmente del tipo de carretera que se construirá. En los primeros 50cm se debe tomar alrededor de 50 kg de muestra alternada, que servirá para realizar los ensayos de:

- Clasificación del suelo
- Granulometría
- Humedad
- 3738
- CBR
- Densidad máxima y humedad optima (Proctor)
- Límites de consistencia. (Ramirez, 2023)

Además, se debe recolectar una muestra inalterada con la que se pueda determinar la cohesión que posee el suelo de los taludes que son parte de la carretera, estos datos junto con los del ángulo de fricción interna, servirá para determinar la estabilidad que poseen los taludes. (Ramirez, 2023)

2.1.21. Investigación de suelos

La ejecución de estudios de suelo posibilita determinar las peculiaridades ópticas y funcionamientos del suelo, en este caso se trata de un plan de vialidad, admite establecer las tipologías y propiedades de la calzada, es decir el lugar en donde se asienta la capa asfáltica, para este estudio es imprescindible la colaboración de especialistas con experiencia en el ámbito de la investigación de suelo, quienes nos ayudarán a ubicar el orificio de perforación necesario para extraer la muestra, a organizar todas las muestras que se extraigan y a controlar los resultados que se obtienen, en la interpretación de los resultados y procedencia de las mismas, para calcular y realizar el proyecto de vialidad. (Llatas, 2023)

Para comprender e identificar las propiedades mecánicas del suelo de cimentación o subrasante, se requieren las siguientes pruebas de laboratorio, como límite de Atterberg, CBR, tamaño de grano, contenido de humedad y densidad máxima y contenido de humedad óptimo de Proctor. Para realizar la prueba anterior se utiliza un pozo de muestreo de 1,5. Para una profundidad de 2 m, se deben tomar muestras cada 100 o 350 m. (Ramirez, 2023)

Esto depende principalmente del tipo de camino a construir, dentro de los primeros 50 cm se deben recolectar aproximadamente 50 kg de muestras alternadas para pruebas de clasificación de suelo, granulometría, humedad, 33738, CBR, densidad máxima y límites óptimos de humedad y Proctor de Consistencia del suelo. además, se deben recolectar muestras inalteradas para determinar la cohesión del suelo en porciones del talud del camino; estos datos, junto con el ángulo de fricción interna, ayudarán a determinar la estabilidad del talud. (Ramirez, 2023)

Para la ingeniería de carreteras, es mejor elegir dicho sistema de clasificación en función de los resultados obtenidos (por ejemplo, límite líquido). Según este sistema, el índice de plasticidad y el material que pasa por los tamices N.º 10, 40 y 200 dividen los suelos en ocho grupos, representados por los símbolos A-1 a A-8. Los suelos inorgánicos se dividen en siete categorías, A-1 a A-7, y los suelos con alto contenido de materia orgánica se clasifican en A-8. (Urdanivia, 2019)

2.1.22. Diseño de caminos geométrica

En el momento de conseguir las propiedades deseadas y las condiciones exigidas para una correcta representación geométrica, es necesario tener en cuenta ciertas características como utilidad, comodidad, seguridad, economía y minimalismo con el fin de obtener una vía de alta calidad, en el momento en que se inicia su funcionamiento. (Ramirez, 2023)

El diseño geométrico de la vía consta de tres elementos bidimensionales que se ejecutan individualmente, pero dependen entre sí, y cuando se conectan entre sí, finalmente producen un elemento tridimensional que corresponde a la propia vía. Estos elementos son el alineamiento horizontal formado por ángulos y distancias que forman un plano horizontal con coordenadas norte-sur, el alineamiento vertical formado por distancias horizontales y pendientes que producen planos verticales con abscisas y dimensiones, y el diseño lateral formado por distancias horizontales y verticales que a su vez producen laterales con plano de distancia y altura. (Galistar, 2019)

2.1.23. Criterio de diseño

La funcionalidad de la vía se certifica al facilitar una velocidad de diseño apropiada, con un flujo de tránsito invariable y sin congestionamiento, además es necesario que sea cómoda para los usuarios. (Galistar, 2019)

Seguridad, la alta seguridad vial se logra a través de una geometría vial eficiente para que los usuarios tengan mayor confianza al transitar por dichas vías;

Economía, se busca en cada proyecto el mínimo más bajo posible Costo, en los proyectos viales el costo es visto como una limitación del proyecto y el medio ambiente, siempre se intenta adaptar la carretera al terreno natural para que el impacto sobre el medio ambiente sea mínimo. (Ramirez, 2023)

2.1.24. Factores de diseño

Los automóviles se enfrentan a una variedad de cuestiones, de las cuales hacen parte cuestiones dentro de la zona, los términos de velocidad a tomar en consideración, las particularidades del vehículo, las consecuencias operativas de la conformación, las particularidades del tráfico, la capacidad y las posibilidades de la vía, además, las cuestiones externas son tipologías fisionómicas, como la topografía, la geología, el clima, la hidrología, la cantidad y peculiaridades del tráfico actual y expectante, los caudales financieros consignados a la averiguación, espacio y sostenimiento, los semblantes ambientales y el perfeccionamiento, entre otros. (Ramirez, 2023)

2.1.25. Velocidad de referencia

Un elemento que tiene una importancia muy grande para los usuarios del sendero, ya que es la velocidad límite que puede circular un vehículo de forma innegable y cómoda por la autopista, perpetuamente y cuando las circunstancias de la época sean correctas, la mayor parte de la velocidad que puede tener un vehículo se encuentra en manos del conductor, y principalmente del estado de la vía, del tipo de terreno y del tráfico de vehículos.

Figura 11

Velocidades de acuerdo con el diseño y al terreno

Tipo de carretera	Valor recomendable			Valor absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I ó R-II	120	110	90	110	90	80
I	110	100	80	100	80	70
II	110	100	80	100	80	60
III	100	80	60	90	70	50
IV	90	70	60	80	60	40
V	70	60	50	50	40	40

Fuente: Quezada, (2019)

En base a la rapidez del diseño que se elija, se delimitan los diferentes componentes de la vía en relación con la manera en que opera la circulación de los vehículos (Quezada, 2019)

2.2. Marco Legal:

- Norma ecuatoriana vial NEVI.
- AASHTO 2011.
- Art. 191 de la norma Ley orgánica de transporte terrestre tránsito y seguridad vial (LOTTTSV).
- AASHTO T180 compactación.
- AASHTO T180-01, ASTM D1557 –Compactación con Proctor. modificado. ASTM D-2216 suelos naturales.
- ASTM D-698 Proctor estándar.
- Norma ecuatoriana vial NEVI.

2.3 Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes

Este libro de especificaciones técnicas guarda las descripciones de los trabajos y procedimientos requeridos en campo para obras de infraestructuras viales. Cabe recalcar que este libro tiene carácter vinculante jurídicamente puesto que, para realizar procesos de contratación pública, las ofertas que se manejan en el sistema SERCOP deben ir acopladas en referencia a este texto. Por ello, aunque no represente un cuerpo jurídico como tal, sus estipulaciones técnicas deben estar consideradas al pie de la letra dentro de los procesos legales en el Sistema Nacional de Contratación Pública.

Existen algunas descripciones que, si bien es cierto, no hacen mención textual a la señalización vial, pueden realizarse inferencias lógicas con respecto a los procedimientos según la tipología de señalética y su procedimiento de implementación.

Por otro lado, en la “Sección 708. Señales al lado de la carretera” se pudo interpretar la referencia al mecanismo de funcionamiento de la señalización vertical. En general, durante toda la lectura se pudo ver cómo de manera indirecta se describía a las señales verticales empezando por el párrafo primero de descripción el cual expresaba que “Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de señales completas, adyacentes a la carretera, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales, el Manual de Señalización del MOP y las instrucciones del Fiscalizador”. (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, 2020)

2.4. Normas INEN

Estas normas fueron citadas en el marco referencial de la presente investigación porque fundamentaban el desarrollo teórico y técnico que contenía dicho capítulo.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Metodología

El procedimiento investigativo que se utilizaría en este pensamiento y criterio para la investigación deductiva, con una dirección científica.

3.2. Tipo de la investigación

El análisis que se hace en este estudio es descriptivo, y tiene como objetivo esclarecer las características y propiedades de una determinada zona, además de las particularidades de algún evento estudiado, en el análisis, se harán trabajos de campo y de laboratorio con el objetivo de hallar diseños que garanticen la resistencia adecuada.

3.3. Tipo de la investigación

Desde una perspectiva de la ciencia, esto implica elegir una secuencia de preguntas en un análisis descriptivo y contar cada una de ellas de manera individual, es decir, no desean medir o documentar las variables o conceptos en cuestión, sino únicamente su manera de manifestarse o asociarse.

3.4. Diseño de investigación

El estudio es descriptivo, de orientación experimental y realizado con una orientación científica, con un vinculado de versátiles continuas inquebrantable mientras otro conjunto de volubles se calcula como tema del ensayo resumiendo todos los antecedentes transportados a la estancia para instituir técnicas de tenacidad adecuados.

El análisis es narrativo, de tipo experimental y tiene una naturaleza científica, con una agrupación de cifras que se mantiene inalterada mientras otra agrupación de cifras se hace en modo de experimentación, y resumir todos los datos recopilados en el laboratorio para determinar los métodos apropiados de resistir.

3.5. Enfoque cuantitativo

El procedimiento de investigación se trata de un método cuantitativo en el sentido de que la recolección de datos se utiliza para comprobar hipótesis, apoyadas por comprobaciones numerarias y estudios detallados, para así poder determinar cómo se comportan los objetos, y luego recolectar especímenes del suelo en un lugar para luego llevarlas a la estancia y determinar las características apropiadas del concreto.

La investigación incluirá métodos cuantitativos como la observación de campo y recolección de datos toma de muestra. Estos métodos permitirán recolectar muestras para los análisis de suelo existente y la experimentación de dosificaciones con cemento vial.

El análisis de datos entre los métodos cuantitativos permitirá una mejor percepción del problema, enriqueciendo la investigación y proporcionando una base sólida para la elaboración de conclusiones y recomendaciones.

3.6 Alcance de la Investigación

Para la investigación, se utilizó un alcance descriptivo porque permite obtener una descripción precisa y detallada del estado actual la vía en mal estado y expuesta al deterioro rápido, que no cumplen con la normativa vigente. Para así comprender la situación de la seguridad vial y crear propuestas de mejora de suelo.

Se analizarán datos cuantitativos para obtener una visión completa de la situación y comprender las diferentes perspectivas sobre la vía. Para lo cual se utilizarán métodos como la observación directa, la toma de fotografías, la revisión de

documentos de la vía, la investigación se basará en la recolección sistemática y rigurosa de datos.

De manera que la optimización de recursos económicos en la inversión de la mejora de la vía puede resultar en una serie de beneficios, incluida una mayor seguridad vial, menos congestión vehicular, una mejor imagen y mayor satisfacción de la población.

3.7. Población

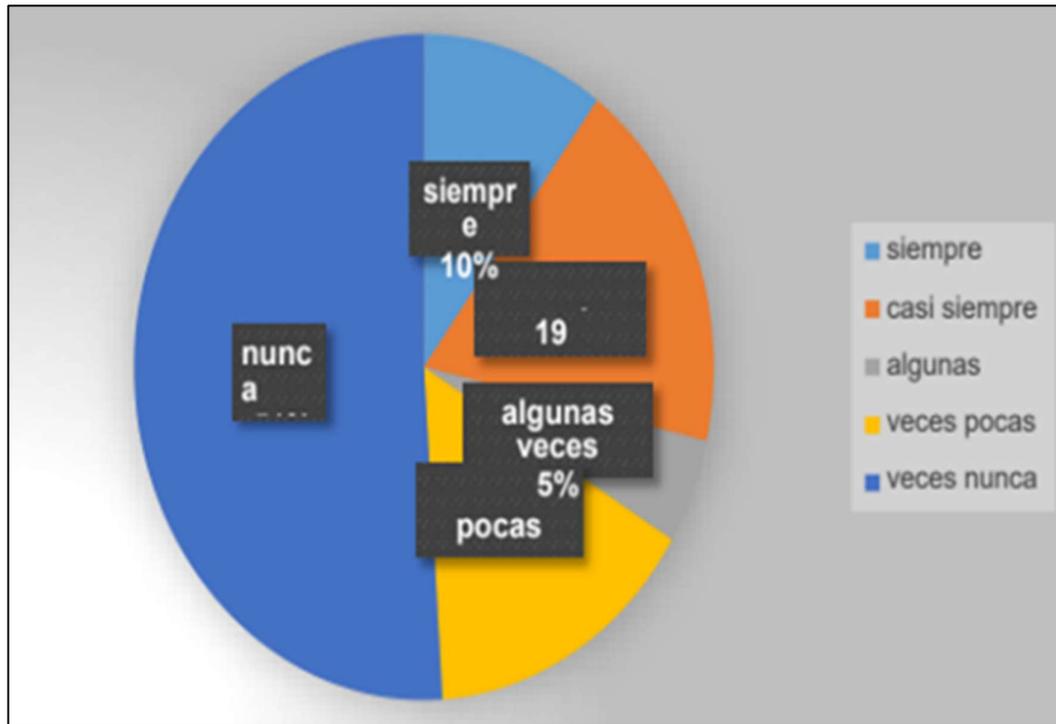
La población que se considera para la investigación son las poblaciones de recinto Tres Cerritos del cantón Naranjal , en este momento los individuos que viven en esta urbe soportan el insuficientemente estado en que se encuentra la vía de comunicación, siendo ya un sector netamente agrícola, es necesario que la vía este en buenas condiciones para el traslado de su población y productos, la población considerada para la encuesta son los residentes de la zona de Tres Cerritos del Estado de Naranjal , las personas que actualmente viven en esta zona, que ya es una zona netamente agrícola debido al mal estado de las rutas de transporte, por lo que es necesario que Las vías se encuentran en buen estado, propicias para el traslado de población y productos.

3.8. Muestra

Se consiguió a través de interrogatorios a residentes e ingenieros de la construcción civil del campus Tres Cerritos que conocen la temática de las vías de este lugar dentro de la zona, entre ellos individuos que tienen conocimiento y que han habitado el lugar desde pequeños y conocen la historia del campus La Cerritos, su tamaño es de 400 personas, de modo que es una urbe determinada, la fiabilidad es del 95%, el error estándar es del 5%, la probabilidad de éxito es del 50% y la probabilidad de fracaso es del 50%.

Figura 12

Frecuencia de trabajo de rehabilitación vial



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Análisis de la encuesta: el 51% de los residentes afirmó que la carretera nunca había recibido mantenimiento, el 18% de los municipios del estado de Naranjal casi siempre mantuvieron la carretera, el 10% de los agricultores afirmaron que siempre mantuvieron la carretera, el 5% visitó a familiares Los conductores a veces realizan mantenimiento de la carretera en el complejo La Cerritos.

En la zona de estudio, la muestra tiene un tamaño de $n=400$, $Z=1/ (1.96)$, $p=.50$, $Q=.50$, $N=$ población (400) y $E=$ error muestra (5 por ciento).

$$n = \frac{Z^2 P * q N}{(N - 1)e^2 + Z^2 p * q}$$
$$n = \frac{384.16}{1.9576}$$
$$n = 196.21$$

3.9. Análisis y resultados

1. ¿Con que frecuencia realizan trabajos de rehabilitación de la vía del recinto La Cerritos?

Tabla 2

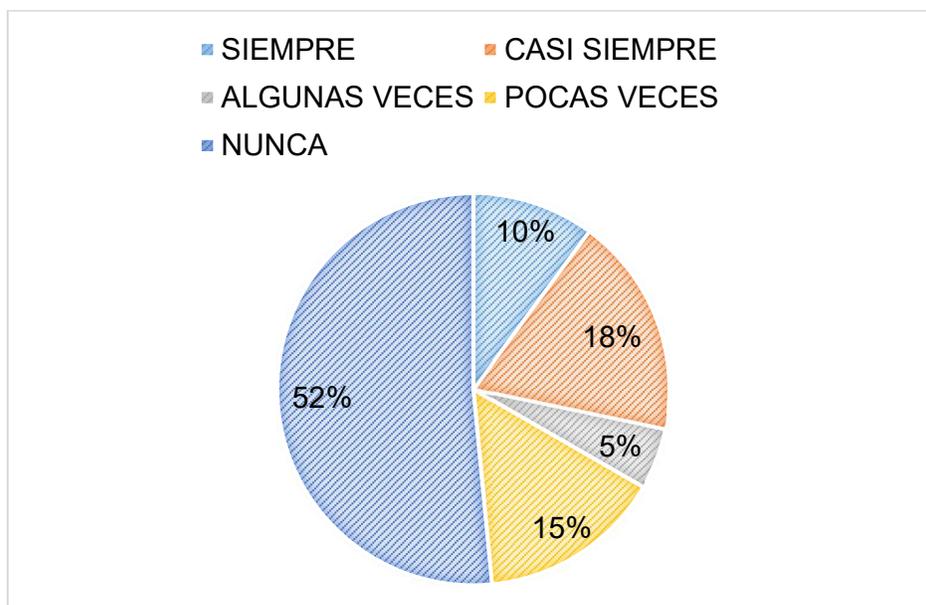
Frecuencia con la que ejecutan compromisos de restitución de vías.

Rango	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	26	10%
Casi siempre	30	18%
Algunas veces	10	5%
Pocas veces	30	15%
Nunca	100	51%
Total	196	100%

Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Figura 13

Frecuencia de compromisos de recuperación de vía



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Análisis de la encuesta: el 51% de los entrevistados dijo que la vía no ha sido reparada, el 18% de las zonas técnicas en el estado de Naranjal casi siempre preservan la estabilidad de la vía, el 10% de la agricultura dijo que en ocasiones realizan el mantenimiento de la vía, el 5% de los viajeros dijo que familiares realizan trabajos de preservación de la vía en el complejo La Cerritos.

2.- ¿Está usted de acuerdo que se realicen estudios para valorar en qué estado se encuentra la vía?

Tabla 3

Importancia de estudio para valorar el estado de la vía.

Rango	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	196	97%
Casi siempre	6	3%
Algunas veces	0	0%
Pocas veces	0	0%
Nunca	0	0%
Total	196	100%

Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Figura 14

Estado en que se encuentra la vía.



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Análisis de la encuesta: el 97% de los habitantes están seguros de realizar investigaciones y luego utilizar métodos de sustento de la tierra para el sustento de la tierra, el 3% de los habitantes de la Zona Técnica de Naranjal estuvieron de acuerdo en que se debía realizar el estudio.

3.- ¿Considera usted que la estabilización del suelo se debe realizar con el método del suelo cemento?

Tabla 4

Estabilización de suelo y cemento.

Rango	Frecuencia	Porcentaje
Si considero	80	41%
No considero	20	10%
Tal vez lo considero	60	31%
No lo consideraría	36	18%
Total	196	100%

Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Figura 15

Estabilización del método de suelo cemento.



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Análisis de resultados: La mayor parte (el 41 por ciento) cree que es necesario estabilizar el terreno en los huertos de La Cerritos, el resto no piensan en ella el 10 por ciento, las agriculturas de otros territorios quizás no la consideraran si es el 31 por ciento, en ese caso el dieciséis por ciento no lo haría jamás.

4.- ¿Considera usted que el municipio de Naranjal debe aplicar la técnica de suelo cemento como sistema de estabilización?

Tabla 5

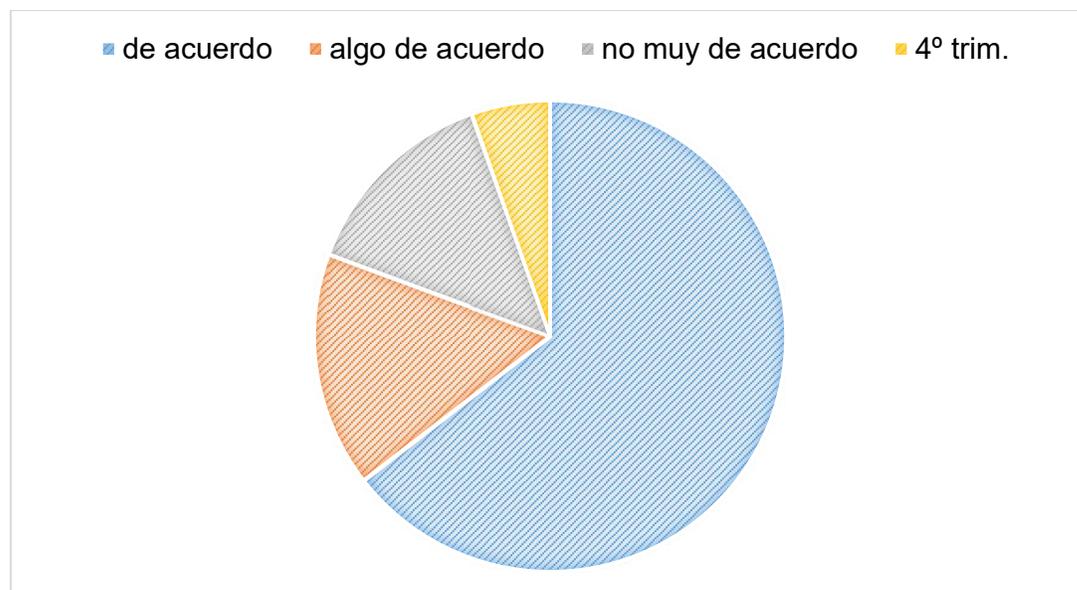
Aplicación de técnica suelo –cemento como sistema de estabilización.

Rango	Frecuencia	Porcentaje
De acuerdo	120	61%
Algo de acuerdo	30	15%
No muy acuerdo	26	13%
Algo en desacuerdo	10	5%
Total	196	100%

Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Figura 16

Aplicación de técnica suelo cemento.



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Análisis de los resultados: La mayor parte de los habitantes (61%) están de acuerdo en que la municipalidad de Naranjal debe utilizar un sistema de cemento-suelo para asentar las vías, en tanto que otro grupo está de acuerdo con un porcentaje similar (16%), otro grupo está en desacuerdo (13%), el 5% dijo que estaba de acuerdo y el 5% dijo que estaba totalmente en desacuerdo.

5.- ¿Cuál cree usted que es factor importante para que la vía siempre permanezca en mal estado?

Tabla 6

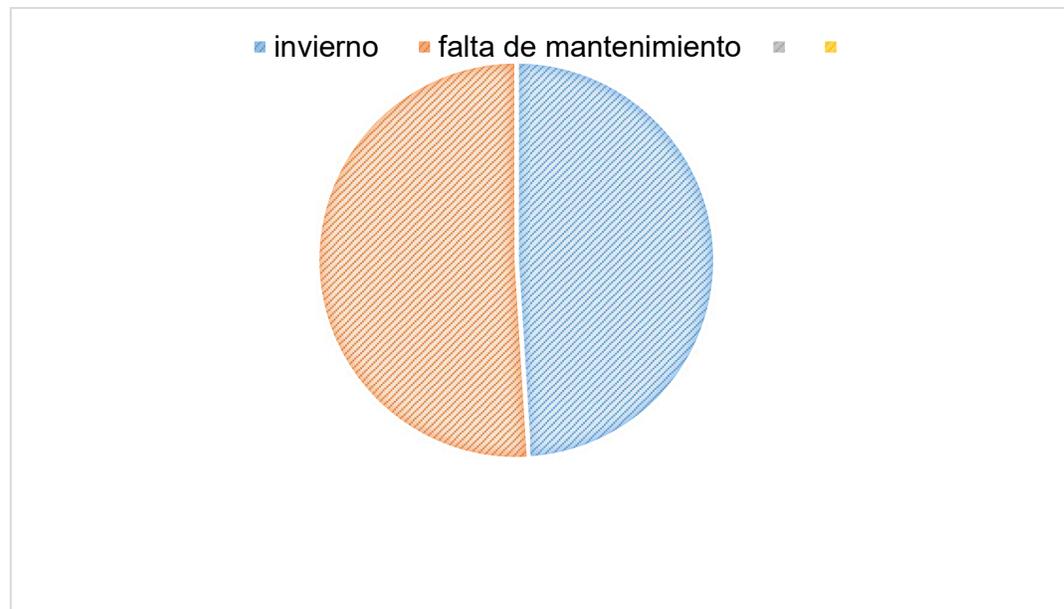
Frecuencias y porcentajes.

Rango	Frecuencia	Porcentaje
Invierno	100	51%
Verano	0	0%
Falta de mantenimiento	96	49%
Total	196	100%

Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Figura 17

Factor importante de la vía.



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Análisis de los resultados: La mayoría de la gente cree que el mal estado de las carreteras se debe al invierno, representando un 51%, y otro 49% cree que se debe a la falta de mantenimiento.

6.- ¿Cuáles son las causas de que el municipio de Naranjal no realice las estabilizaciones en las vías de los recintos?

Tabla 7

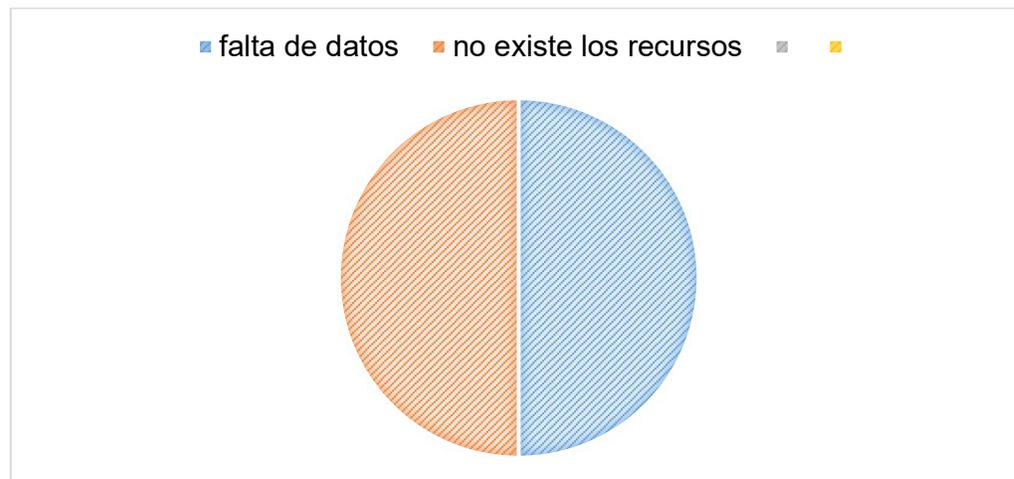
Frecuencias y porcentajes.

Rango	Frecuencia	Porcentaje
Falta de datos	98	50%
No existe los recursos	98	50%
Falta de capacidad	0	0%
Total	196	100%

Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Figura 18

Estabilización de vías



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Análisis de los resultados: La mitad de los habitantes de la zona nos dijo que la deficiencia de información provoca que no se esté haciendo ningún estudio de la circulación de vehículos motorizados y recogiendo muestras en el lugar con el fin de llevarlas al laboratorio y realizar diseños apropiados, mitad dijo que no hay fondos

para realizar estos estudios porque el presupuesto de la gobernación de la región se utiliza para otros menesteres.

7.- ¿Está usted de acuerdo que en Ecuador se realice este sistema de estabilización llamado suelo cemento para reducir los tiempos y optimizar recursos económicos?

Tabla 8

Frecuencias y porcentajes.

Rango	Frecuencia	Porcentaje
De acuerdo	70	36%
Algo de acuerdo	50	26%
No muy acuerdo	46	23%
Algo en desacuerdo	20	10%
Muy en desacuerdo	10	5%
total	196	100%

Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Figura 19

Tiempo y optimización de recursos económicos.



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Análisis de resultados: El porcentaje de personas que estuvieron de acuerdo en la aplicación de las leyes de cemento y tierra en la nación fue de 36 por ciento, el porcentaje que estuvo de acuerdo fue de 26 por ciento, el porcentaje que no estuvo de acuerdo fue de 23 por ciento, el porcentaje que no se aceptó fue de 10 por ciento y el porcentaje que no se implementó fue de 5 por ciento.

8.- ¿Cuáles son las causas aparte del invierno donde la vía sufre el colapso en el recinto Tres Cerritos?

Tabla 9

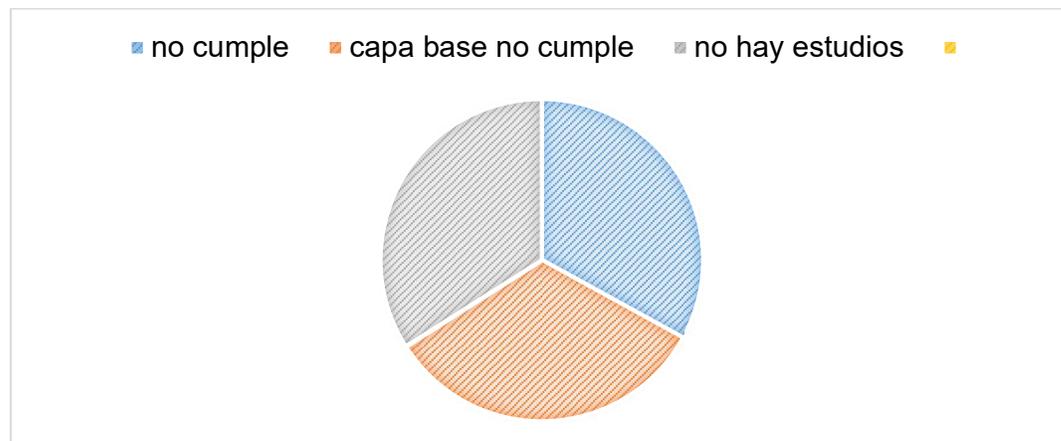
Frecuencias y porcentajes.

Rango	Frecuencia	Porcentaje
la resistencia del material no cumple	65	33%
la capa base no cumple su espesor adecuado	65	33%
no se realizan estudios pertinentes	66	34%
total	196	100%

Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Figura 20

Causas que sufre la vía por el invierno.



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Análisis de resultados: La mayor parte de personas que no se ha hecho suficiente investigación y por lo tanto no se puede realizar una recuperación, esta porción es del 34 por ciento, la otra porción es del 33 por ciento, los materiales no alcanzan la dureza precisa, el 33 por ciento de las personas pensaba que la repavimentación de la calle era muy escasa.

3.10. Metodologías e instrucciones de la investigación.

Durante la primera fase de la elaboración de los perfiles de información, nuestro estudio en curso debe conseguir la mayor cantidad de datos posible, generar interesantes y concebir con ellos, determinar la clase de suelo que tiene el campus, su tamaño, límites de agua y CBR, que sean interesantes para todos los objetivos de investigación que se quieran conseguir.

Segunda etapa: Muestreo y Pruebas de Laboratorio En esta etapa recogimos muestras que, en ciertas ocasiones, debimos trasladar a un espacio, el cual tenía la capacidad de movilizar vehículos, realizar fosos, y tener una profundidad de 0,5m, 1m, y luego tomar una muestra. fueron trasladados al laboratorio con el fin de que les realizaran el correspondiente estudio y descripción del material, además en la 3 etapa, analizaremos los resultados, los dividiremos en primer momento y segundo momento.

El primer estudio se basa en pruebas de recubrimientos de suelo para entender la clase de suelo que estamos recibiendo, sus límites de agua, plasticidad y líquidos, además de la información sobre su CBR, el porcentaje que se utiliza para estabilizar el suelo, luego se hace un segundo estudio en base a la mezcla de suelo y cemento para determinar las características de la mezcla, su humectación natural, su resistencia eléctrica y luego se diseñan los cementos-suelos en base a todas las particularidades.

3.11.1 Instrumento que se realizaron para el ensayo

Los instrumentos utilizados en el estudio son una estufa que calienta de manera constante a $100\pm 5^{\circ}\text{C}$, recipientes para muestras de porcelana o cobre, guantes que son resistentes a elevadas temperaturas, balanzas, sierras, espátulas y paños para higienizar.

3.11.2. Granulometría de los suelos

En la medición del tamaño de los gránulos del suelo se utiliza un instrumento que se creó con el fin de la prueba, una colección de tamiz, un dispositivo de agitación de tipo maquinal o instintivo, un calentador de deshidratación con una calentura invariable de cinco grados Celsius, un depósito de espécimen de Aluminio y una balanza de precisión.

3.11.3. Límites de Atterberg

Dentro de los límites de Atterberg, hizo uso de herramientas grandes, placas de cristal esmerilado, raspadores de veinte milímetros de ancho, cápsulas de evaporación, balanzas de exactitud, temperaturas de un horno de cien cincuenta grados Celsius, tamiz de número cuarenta y ocho y rastrillos de alambre.

3.12.4. Ensayo de compactación de Proctor

En la prueba de compactación de Proctor, se usó un molde de forma cilíndrica hecho de acero o de aluminio con un diámetro de 6 in y una elevación de 116,4 mm, una regla de compresión de martillo, un horno de secado de $100\pm 5^{\circ}$, un tamiz que tiene una precisión de $3/4"$ y un dispositivo de agitación.

3.13.5. Análisis del suelo con cemento portland

En el análisis de tierra con respecto a cemento Portland se practicó la prueba estándar de Proctor, que es la prueba de tamaño de partículas de ASTM D-422, la prueba de resistencia de muestras de tierra de cemento a los 7 días de distancia, que es la prueba de consistencia y el límite de esta. El nuevo estándar internacional ASTM D-4318 se lanzó en el año 2019.

3.14.6. Instrumentos para realizarlos ensayos Prueba de Proctor

Los utensilios utilizados en la prueba Proctor son una copa de metal o plástico con un diámetro de 6in y una elevación de 116,4 mm, un martillo de compactación, una regla de medida, un horno de secado a 100 ± 5 °C, una balanza de precisión, una Tamiz de 3/4" y un dispositivo para agitar.

3.16. Confiabilidad

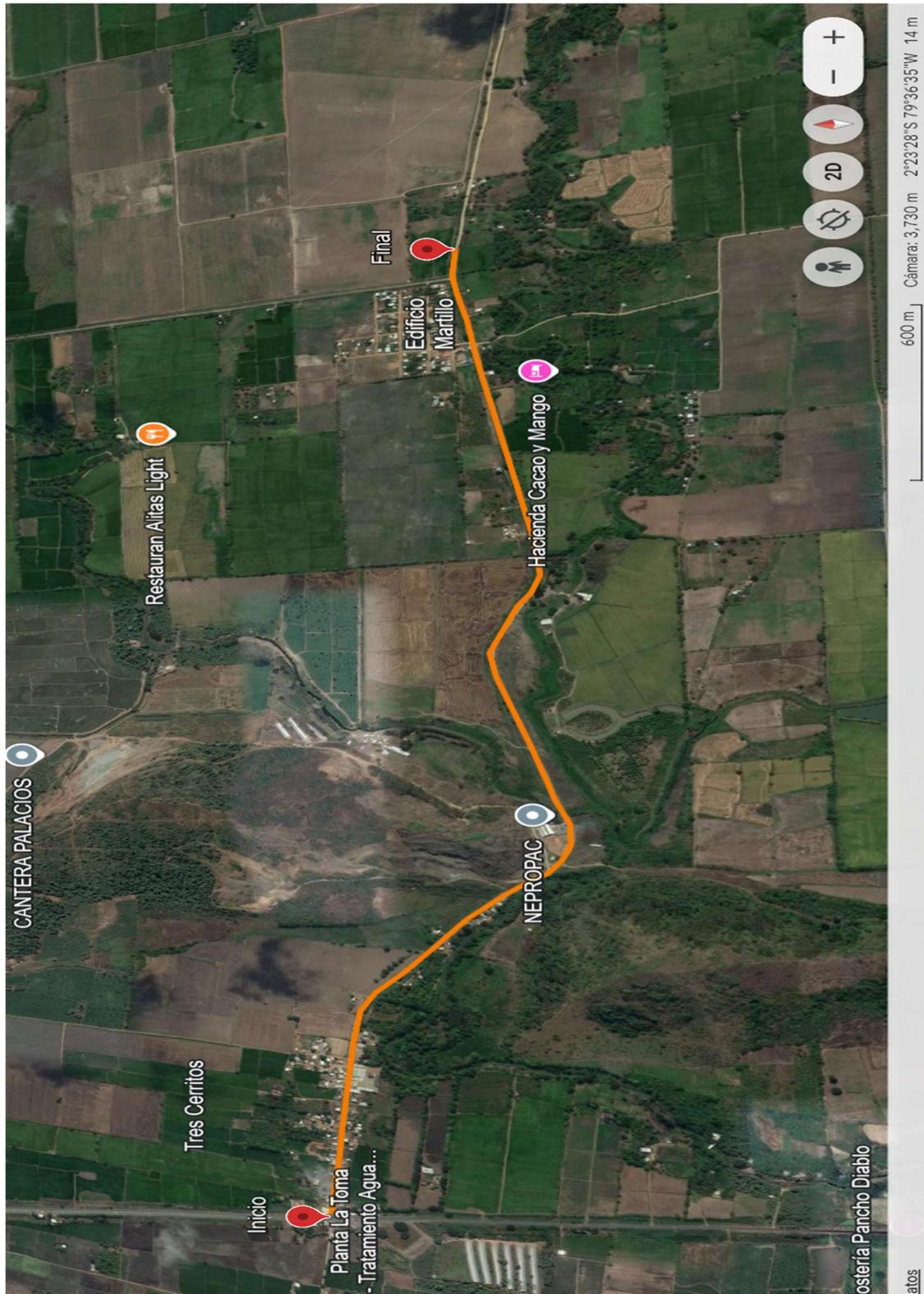
La fiabilidad de un instrumento para medir es la magnitud de la fiabilidad con la que produce resultados parecidos constantemente cuando se utiliza sobre el mismo individuo o cosa. En este caso, los análisis de laboratorio que seamos capaces de hacer deben ser de una determinada fiabilidad para que los resultados que se obtengan sean provechosos con respecto al siguiente diseño.

3.17. Ubicación del proyecto o vía

La vía de proyecto se encuentra dentro de la provincia del Guayas en el cantón Naranjal en el recinto Tres Cerritos, sector de canteras de material pétreo para grandes empresas constructora del sector.

Figura 21

Mapa de señalamiento de vía



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2024)

3.18. Ubicación geográfica y topografía

Figura 22

Coordenadas LL.

Descripcion	Latitud	Longitud	Altimetria
Punto de inicio	-23840725	-796303979	15,19385
Punto de final	-23852578	-796206138	29,2918
Ruta		3684,70 m	

Elaborado por: Tituana & Vidal, (2024)

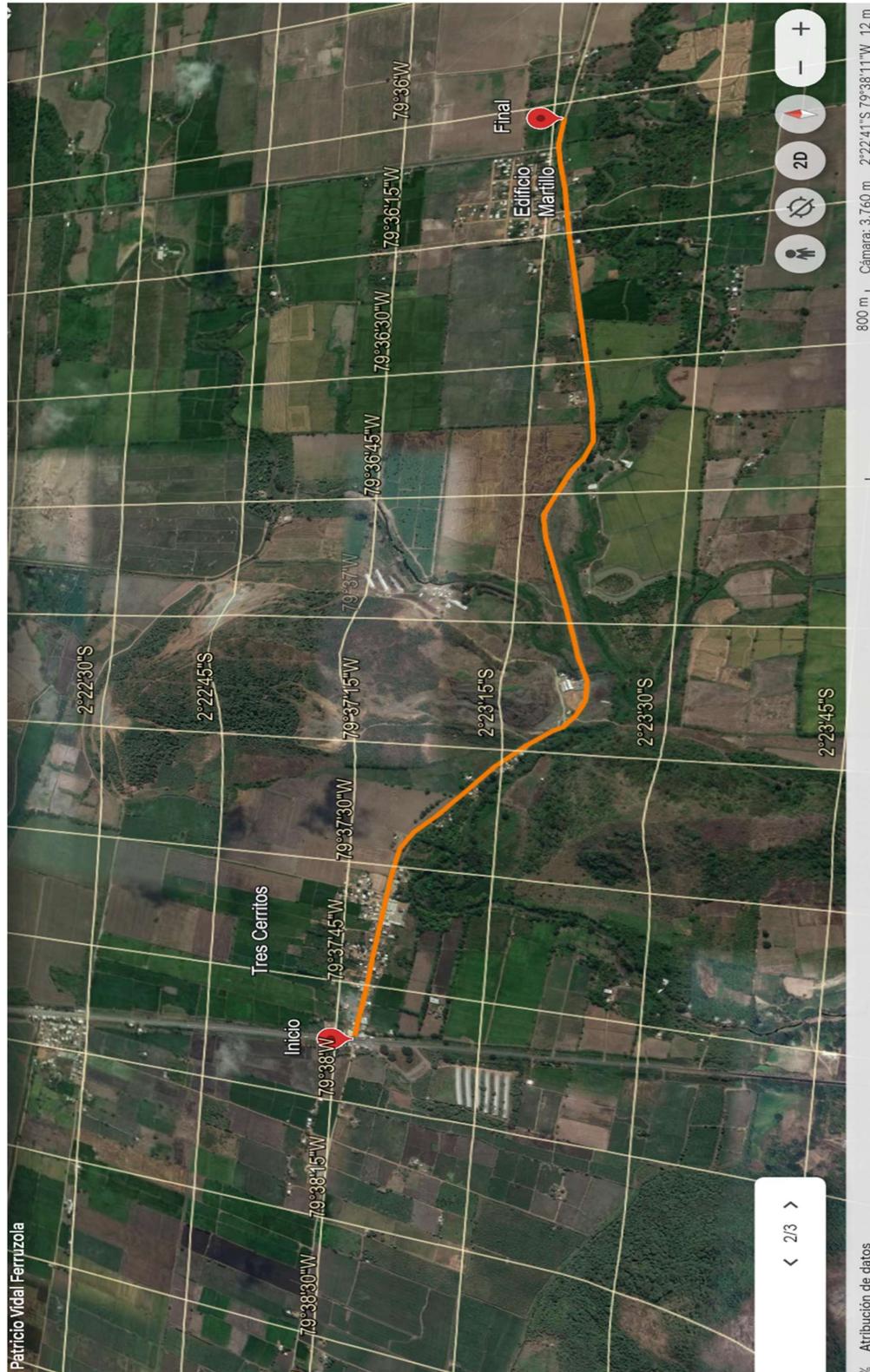
Figura 23

Coordenadas y Rutas seccionado 1.



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2024)

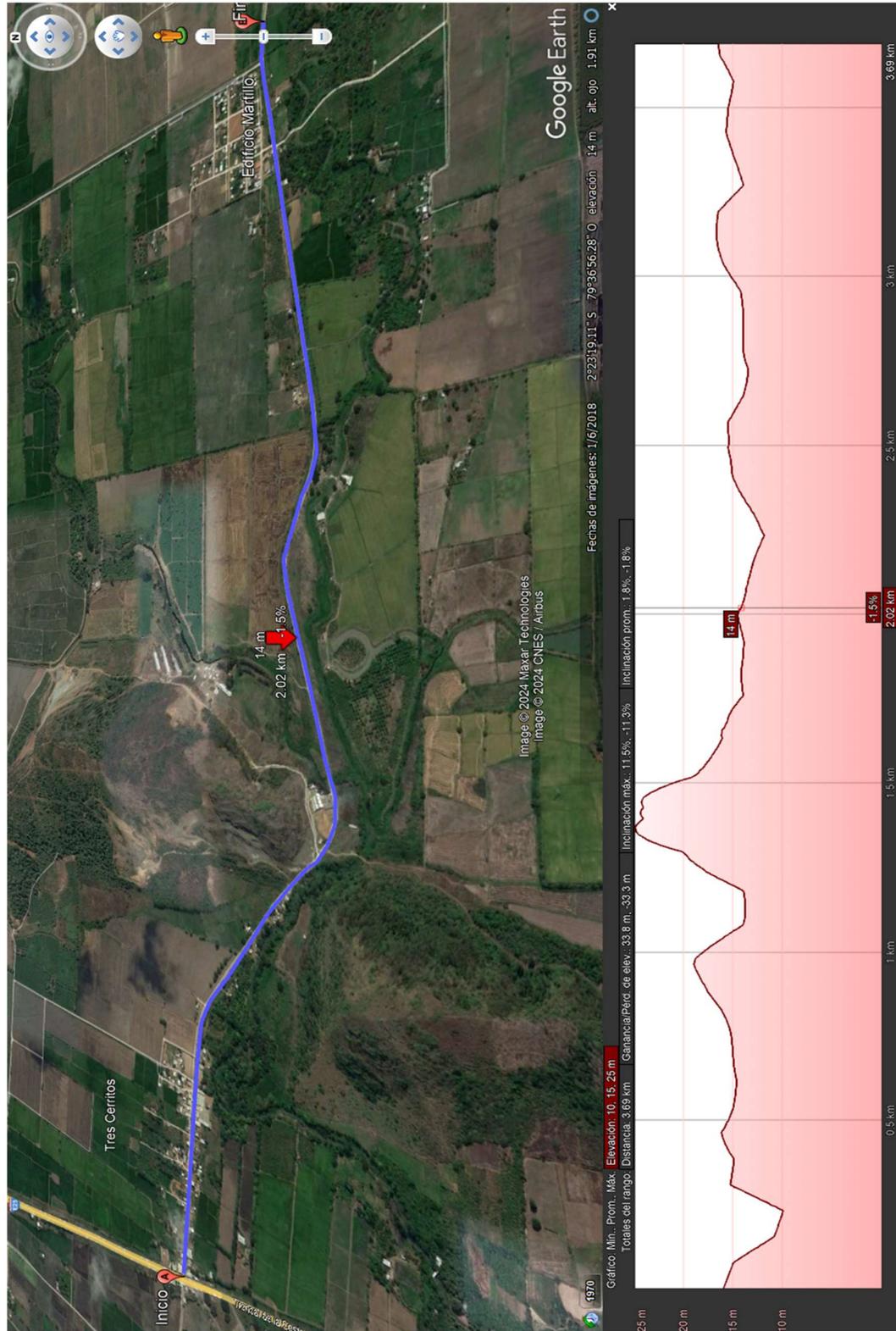
Figura 24
Coordenadas y Rutas seccionado 2.



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2024)

Figura 25

Perfil de vía y Rutas seccionado 3.



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2024)

CAPÍTULO IV

PROPUESTA O INFORME

4.1 Descripción de la propuesta

En la actualidad, a nivel nacional debido a la escasa investigación que existe sobre la fascinación por los cementos, su uso no se encuentra muy dimensionado, compañías como Holcim S.A. tienen un elevado grado de estudio de la temática de la fascinación por los cementos y además han hecho investigaciones interesantes, la estabilización del suelo es un procedimiento hábil para optimizar las participaciones mecánicas de un suelo que falta de incluido orgánico.

Los estudios que hemos hecho como alumnos de la estabilización suelo-cemento han demostrado que con pequeñas dosis de suelo-cemento del 2%, 6% y 8%, podemos aumentar la capacidad del suelo para soportar la congestión del tráfico y la resistencia del suelo, para evitar problemas futuros con el transporte de mercancías de gran tamaño.

4.1.2 Trafico promedio diario anual

Para determinar el tráfico promedio diario anual existente (TPDA) y sus características, se realiza conteo numérico y volumétricos automáticos y manuales de clasificación en los diferentes tipos de vehículos en estaciones de conteo ubicadas en el tramo vía, se conseguir datos sobre la media anual del tráfico en la zona de TPDA, se llevan a cabo inventarios de automóviles diariamente y es posible determinar la cantidad de tráfico que transita por las vías, la clase de vehículos que transitan, por ejemplo, motocicletas, automóviles, camionetas, entre otros, su clasificación es La vía se encuentra clasificada como Clase 4 y es una vía local, para una mayor comprensión.

Figura 26

Clasificación de vía según su uso

<i>Clasificación de vía según su uso.</i>			
Especificación	Tipos de carreteras	No. Carriles	TPDA
Clase 1	Para uso principalmente en aeropuertos y carreteras con intenso nivel de tráfico	8 a 12	>50.000
Clase 2	Carreteras de 2 hasta 6 carriles con un ancho mínimo por carril de 3.65m. se incluye franja central desde 2 a 4m	2 a 6	8000 50.000
Clase 3	Vías internas de urbanizaciones con bajo nivel de tráfico	2 a 4	1.000-8000
Clase 4	Caminos vecinales	2	<1.000

Fuente: Bernal & Molina, (2023)

Figura 27

Clasificación de vía según tpd.

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA_d			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA _d) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovia o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: Bernal & Molina, (2023)

4.1.2. Calculo TPDA

Figura 28

TPDA de la vía El recinto Tres Cerritos

FECHA	DIA	LIVIANOS MOTOS	LIVIANOS CAMIONETA	CAMIONES	TOTAL
<i>Enero 8-2024</i>	<i>Lunes</i>	65	30	20	83
<i>Enero 9-2024</i>	<i>Martes</i>	70	32	25	92
<i>Enero 10-2024</i>	<i>Miercoles</i>	55	28	18	74
<i>Enero 11-2024</i>	<i>Jueves</i>	64	35	22	89
<i>Enero 12-2024</i>	<i>Viernes</i>	75	25	32	95
<i>Enero 13-2024</i>	<i>Sabado</i>	70	28	25	88
<i>Enero 14-2024</i>	<i>Domingo</i>	80	35	20	95
	TOTAL	240	213	162	615
	TPDA	34	30	23	88

Peso de (2) moto equivale (1) liviano.

Cantidad motos: $480/2=$ 240 vehiculos

TPDA: 88

V. Livianos: 65

V. Pesados: 23

Elaborado por: Tituana & Vidal, (2024)

Figura 29

Factor diario – mensual – composición de tráfico

DIA	TD VEH/DIA	TD/TPDS	FACTOR FD= 1/(TD/TPDS)
<i>Lunes</i>	83	0,1342	1,0640
<i>Martes</i>	92	0,1497	0,9541
<i>Miercoles</i>	74	0,1196	1,1943
<i>Jueves</i>	89	0,1448	0,9863
<i>Viernes</i>	95	0,1537	0,9289
<i>Sabado</i>	88	0,1432	0,9975
<i>Domingo</i>	95	0,1545	0,9240
			7,0495

Factor diario= $FD/7$ **1,0070**
 Factor Semanal= 1

Factor mensual generado

	TPDS	FACTOR MENSUAL	FACTOR DIARIO
<i>TPDA EXISTENTE</i>	88	1,132	1,007079
<i>TPDA EXISTENTE</i>	100		

T. GENERADO 20% Asignado

Composicion del trafico

Vehiculo	Numero	%	Total
<i>LIVIANO</i>	1	65	73,637
<i>PESADO</i>	2	23	26,362
TOTAL	3	88	100

Elaborado por: Tituana & Vidal, (2024)

Figura 30

Proyección de TPDA existente

AÑOS	NUMERO DE AÑOS	CRECIMIENTO %	LIVIANOS	CRECIMIENTO %	PESADOS
2024	0	3,37%	120	2,02%	23
2025	1	3,37%	125	2,02%	33
2026	2	3,37%	129	2,02%	34
2027	3	3,37%	133	2,02%	35
2028	4	3,37%	138	2,02%	36
2029	5	3,37%	142	2,02%	37
2030	6	3,06%	147	1,84%	38
2031	7	3,06%	151	1,84%	39
2032	8	3,06%	156	1,84%	40
2033	9	3,06%	160	1,84%	41
2034	10	3,06%	165	1,84%	42
2035	11	3,06%	170	1,84%	43
2036	12	3,06%	176	1,84%	44
2037	13	3,06%	181	1,84%	45
2038	14	3,06%	187	1,84%	46
2039	15	3,06%	192	1,84%	47
2040	16	3,06%	198	1,84%	48
2041	17	3,06%	204	1,84%	49
2042	18	3,06%	211	1,84%	50
2043	19	3,06%	217	1,84%	51
2044	20	3,06%	224	1,84%	52

Elaborado por: Tituana & Vidal, (2024)

$$TPDA \text{ PROYECTADO} = \text{livianos} + \text{pesados} = 276$$

$$TPDA_f = tpdaA (1 + i)^n$$

4.1.3 Categorización del suelo.

Luego de examinar la prueba de Granulometría a través de la cual tamizan y realizan los cálculos y dibujan la Curva de Granulometría, pasamos a ordenar la tierra por la técnica AASTHO o por el medio SUCS, para lo cual continuaremos inspeccionando las igualdades efectivas y concibiendo de qué clase es caliza, máficos, félsicos, entre otros entre la rigidez o flexibilidad.

Figura 31

Clasificación de tierra existente y según su cuenca

TIPOS DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
GRAVA	G	Bien Graduado	W
ARENA	S	Pobrementemente Graduado	P
LIMO	M	Limoso	M
ARCILLA	C	Baja plasticidad	L
ORGÁNICO	O	Alta plasticidad	H
<i>Clasificación de suelos según profundidad</i>			
PROFUNDIDAD		CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
0.5		GW	
1		CL	
1.5		CL	

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

4.1.4 Límites de Atterberg

Para tantear el límite del agua, tenemos que sortear la muestra del suelo a través de un colador No Luego, mezclamos los materiales, agregando agua hasta conseguir una pasta, y luego procedemos a llenar el recipiente con una capa de 1 cm que lo divide en dos porciones, una vez apartado el material, abra el cáliz grande, las dos capas retiradas deben ensamblar en una longitud de 1in mientras se conecte, la máquina debe estar desactivada.

Regístrale el número de veces que la máquina falla, en caso de que sea mayor a 40, quiere decir que la pieza está demasiado seca y es necesario continuar humedeciéndola hasta alcanzar la temperatura correcta, en el caso de que sea menor a diez, quiere decir que la pieza está demasiado húmeda y es necesario que seque.

Límite Plástico Para obtener una muestra para la prueba de límite plástico, primero obtenemos una cierta cantidad de la mezcla y la colocamos en un vaso grande, aproximadamente 50 gramos. De 50 gramos cogemos 3 gramos y le damos forma de bola, tras realizar todos estos pasos la dividimos en rollitos con ayuda de las palmas y le damos forma a la masa hasta que alcance los 3 mm. Tiempo 2 minutos.

Una vez que aparecen grietas en distintas partes del rollo, lo sellamos, lo pesamos y lo metemos al horno. Calcule el promedio de todos los pesos y determine su porcentaje, donde el índice de plasticidad se calcula de la siguiente manera, donde IP es el índice de plasticidad, LL es el límite líquido, LP es el límite plástico y el límite es una consistencia de 0.50 m de profundidad.

$$IP = LL - LP$$

Figura 32

Pruebas de estabilidad profundidad 0.50 m

ENSAYOS DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO			HUM. NAT.	
	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2
PESO No.										
Recipiente No.	T65	J87	D5	F65	G76	S43	R5	6Y	D54	G7
Peso de muestra húmeda + recip. (gms)	25,30	21,62	19,52	23,42	26,96	11,19	11,60	11,52	109,60	110,00
Peso de muestra seca + recip. (gms)	22,10	19,20	18,30	21,23	21,02	11,12	11,32	11,25	95,00	96,30
Peso del recipiente (gms)	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	10,50	9,00	9,00	9,35	9,36
Peso del agua (gms)	3,20	2,42	1,22	2,19	5,94	0,07	0,28	0,27	14,60	13,70
Peso Seco (gms)	13,10	10,20	9,30	12,23	12,02	0,62	2,32	2,25	85,65	86,94
Contenido de humedad (%)	24,43	23,73	13,12	17,91	49,42	11,29	12,07	12,00	17,05	15,76
Número de golpes	42	33	29	23	14	11,79			16,40	

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 33

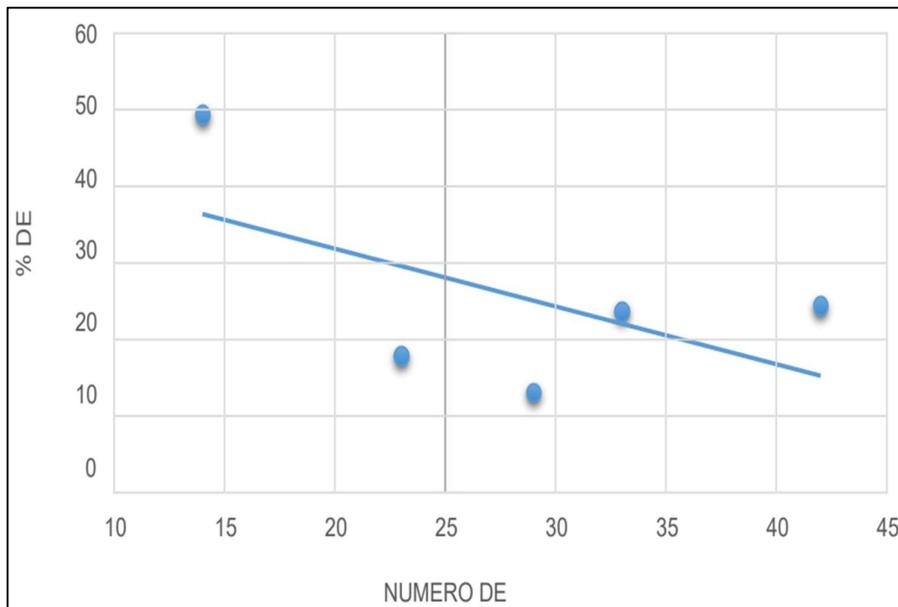
Norma de límite de líquido

<i>Normas Límite Líquido</i>	
ASIMD - 423	AASHTO T - 89
LÍMITE PLÁSTICO:	
ASTM D-424	AASHTO T-90
HUMEDAD: ASIM D-2216	
GRANULOMETRÍA:	
ASTM D-422	AASHTO T-88

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 34

Límite de consistencia profundidad 0.50 m.



LL= 29.30
LP= 11.79
IP= 17.51

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 35

Límite de consistencia profundidad 1.00 m

LL=	32,3
LP=	11,76
IP=	20,54

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 36

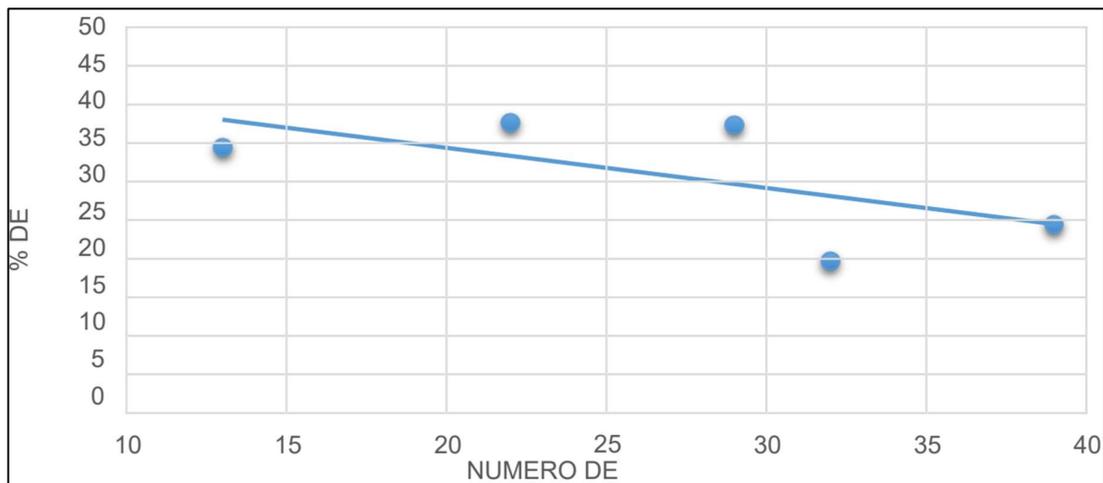
Ensayo de consistencia profundidad 1.00 m

ENSAYOS DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO			HUM. NAT.	
	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2
PESO No.										
Recipiente No.	R54	G6	S43	E54	C54	A43	DR	G5	S4	X54
Peso de muestra húmeda + recip. (gms)	24,10	22,15	19,63	17,85	21,56	11,29	11,19	11,35	130,30	131,02
Peso de muestra seca + recip. (gms)	21,30	20,12	16,96	15,65	18,60	11,20	11,13	11,30	105,30	106,30
Peso del recipiente (gms)	9,80	9,80	9,80	9,80	10,00	10,50	10,60	10,85	9,95	9,66
Peso del agua (gms)	2,80	2,03	2,67	2,20	2,96	0,09	0,06	0,05	25,00	24,72
Peso Seco (gms)	11,50	10,32	7,16	5,85	8,60	0,70	0,53	0,45	95,35	96,64
Contenido de humedad (%)	24,35	19,67	37,29	37,61	34,42	12,86	11,32	11,11	26,22	25,58
Número de golpes	39	32	29	22	13		11,76			25,90

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 37

Límite de consistencia profundidad 1.00 m.



Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 38

Ensayo de consistencia profundidad 1.50 m

ENSAYOS DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO			HUM. NAT.	
	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2
PESO No.	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2
Recipiente No.	R54	C6	N87	M98	G76	V7	D6	H87	J9	R3
Peso de muestra húmeda + recip. (gms)	22,30	22,85	22,12	20,01	21,03	11,10	11,15	11,30	132,60	133,00
Peso de muestra seca + recip. (gms)	19,60	18,36	19,00	16,25	18,00	10,68	10,86	10,75	105,60	108,60
Peso del recipiente (gms)	6,20	6,00	6,02	5,89	5,80	6,00	7,65	5,00	5,44	5,35
Peso del agua (gms)	2,70	4,49	3,12	3,76	3,03	0,42	0,29	0,55	27,00	24,40
Peso Seco (gms)	13,40	12,36	12,98	10,36	12,20	4,68	3,21	5,75	100,16	103,25
Contenido de humedad (%)	20,15	36,33	24,04	36,31	24,84	8,97	9,03	9,57	26,96	23,63
Número de golpes	35	30	22	15	11		9,19		25,30	

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Total, de consistencia en profundidad 1.50m

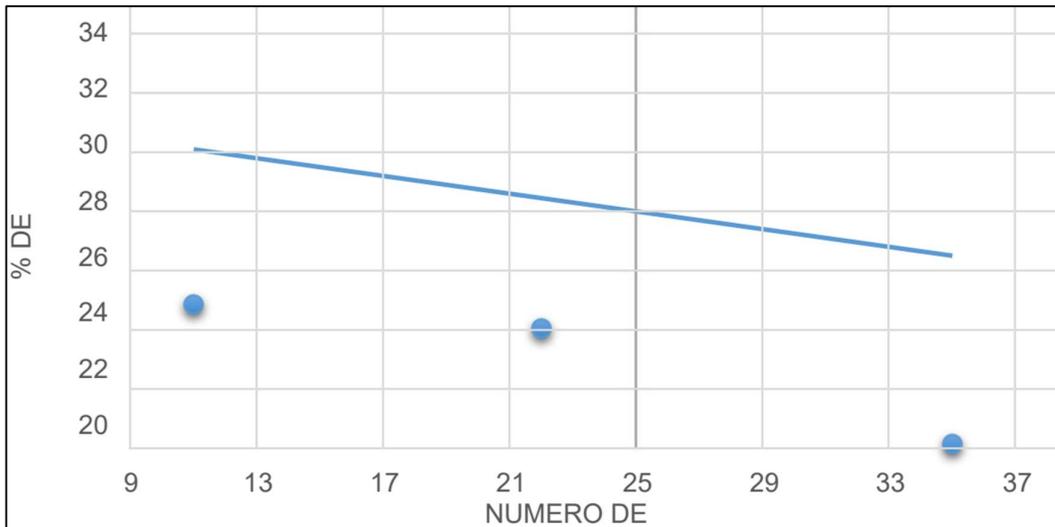
LL= 28,00

LP= 9,19

IP= 18,81

Figura 39

Límite de consistencia profundidad 1.50 m



Fuente: Lab. Banegas, (2023)

4.1.5 Prueba de compactación Proctor

Es significativo hacer una prueba de Proctor para conseguir una pendiente de compactación en función de la grados de calor del terreno y su consistencia, la prueba se hace al ponerlo sobre un tamiz de número 4, se separa el material que se quedó en la basura y luego se humedece el resto del material o la bandeja para poder llenar el cilindro, que es lo que haremos, utilizando 3 capaces de conseguir 25 centímetros, aplicaremos un golpe de 25 y una altura de caída de dieciséis pulgadas, una vez que sepamos todos estos datos, haremos los cálculos.

Figura 40

Volumen del molde – contenido de humedad natural

DATOS PARA LA CURVA		CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL.	
PUNTOS	densidad seca	puntos	humedad promedio
1	1.58	1	6.91
2	1.74	2	8.28
3	1.84	3	10.18
4	1.84	4	11.89
5	1.72	5	14.65

Elaborado por: Tituana & Vidal, (2023)

Figura 41

Volumen del molde

<i>Volumen del molde.</i>			
VOLUMEN DEL MOLDE			938,93 cm ³
PESO DEL MOLDE			3652,00 gr
Nº de Golpes	25	Altura de caída	18 "
Peso del Martillo	10 Lbs	Profundidad	1,5 m

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 42

Contenido de humedad natural

<i>Datos para la curva.</i>					
Datos para la curva					
Peso del molde +suelo húmedo. (gr)	5240	5420	5560	5580	5500
Peso del suelo húmedo.(gr)	1588	1768	1908	1928	1848
Humedad promedio (%)	6,91	8,28	10,18	11,89	14,65
Densidad húmeda.(gr/cm ³)	1,69	1,88	2,03	2,05	1,97
Densidad seca.(gr/cm ³)	1,58	1,74	1,84	1,84	1,72

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 43

Contenido de humedad natural

<i>Contenido de humedad natural</i>										
Muestra N°	1	2	3	4	5					
Recipiente N°	R1X	R186	R121	R30J	R80	R22	R515	R11	R40	R319
Peso del suelo húmedo+ recipiente	100,14	107,34	103,87	105,95	100,02	100,16	104,49	105,27	111,21	111,16
Peso del suelo seco+ recipiente	93,80	100,66	96,05	98,19	91,07	91,17	93,63	94,47	97,20	97,52
Peso del recipiente	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Peso del agua.	6,34	6,68	7,82	7,76	8,95	8,99	10,86	10,80	14,01	13,64
Peso del suelo seco	90,80	97,66	93,05	95,19	88,07	88,17	90,63	91,47	94,20	94,52
Contenido de humedad.	6,98	6,84	8,40	8,15	10,16	10,20	11,98	11,81	14,87	14,43
Humedad promedio	6,91	8,28	10,18	11,89	14,65					

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

$$dh = \text{Peso desuelohumedo} / \text{Volumen de la muestra}$$

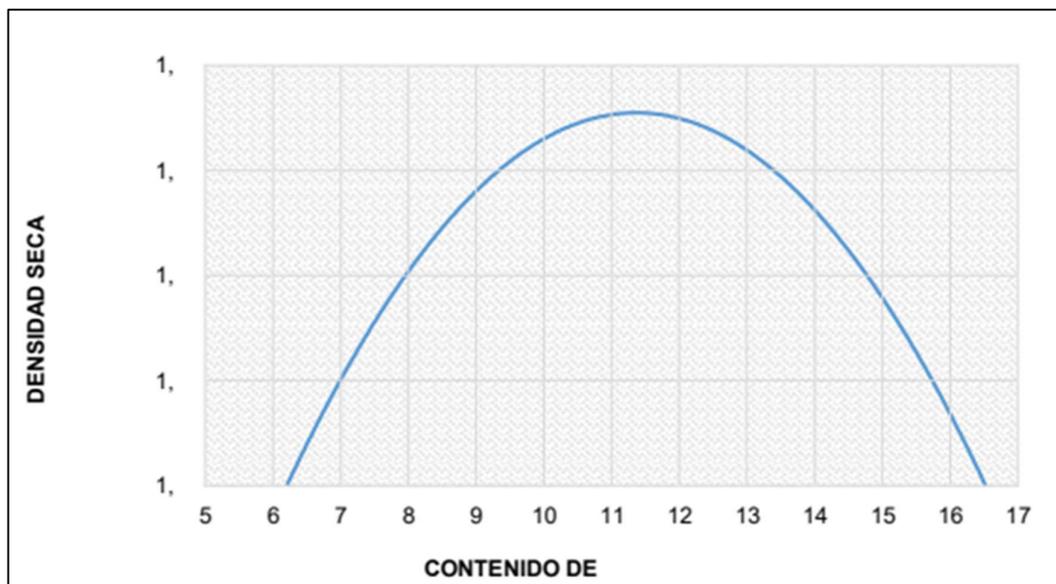
$$ds = dh / (1 * w/100)$$

$$\text{densidad seca} = 1.852 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Humedad optima} = 11.29 \%$$

Figura 44

Densidad seca y humedad optima.



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2024)

4.1.6 Coste referente de soporte CBR

Para hacer pruebas CBR, tenemos que medir el peso del molde, primero tenemos que mojar la muestra para llenar el molde, pero los compactamos con deflectores hidráulicos. Al final de todo el proceso, todas las muestras se pesan en una balanza de precisión y compactación.

Una vez completado todo el proceso, realizamos una prueba de penetración en la que un pistón aplica fuerza a la muestra compactada para obtener el CBR de la muestra. CBR se explica en detalle a continuación con un diagrama.

Figura 45

Coste relativo de soporte CBR

Valor relativo de soporte CBR (ASTM D1883)						
MOLDE N°.	C18		C17		C16	
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.	12010	12750	11280	11937	12350	12922
PESO MOLDE gr.	7482	7482	7007	7007	8309	8309
PESO MUESTRA HUMEDA gr.	4528	5268	4273	4930	4041	4613
VOLUMEN MUESTRA cm ³	2154,07	2154,07	2152,93	2152,93	2145,57	2145,57
DENSIDAD HUMEDAD gr/cm ³	2,10	2,45	1,98	2,29	1,88	2,15
DENSIDAD SECA gr/cm ³	1,59	1,85	1,48	1,70	1,37	1,59

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 46

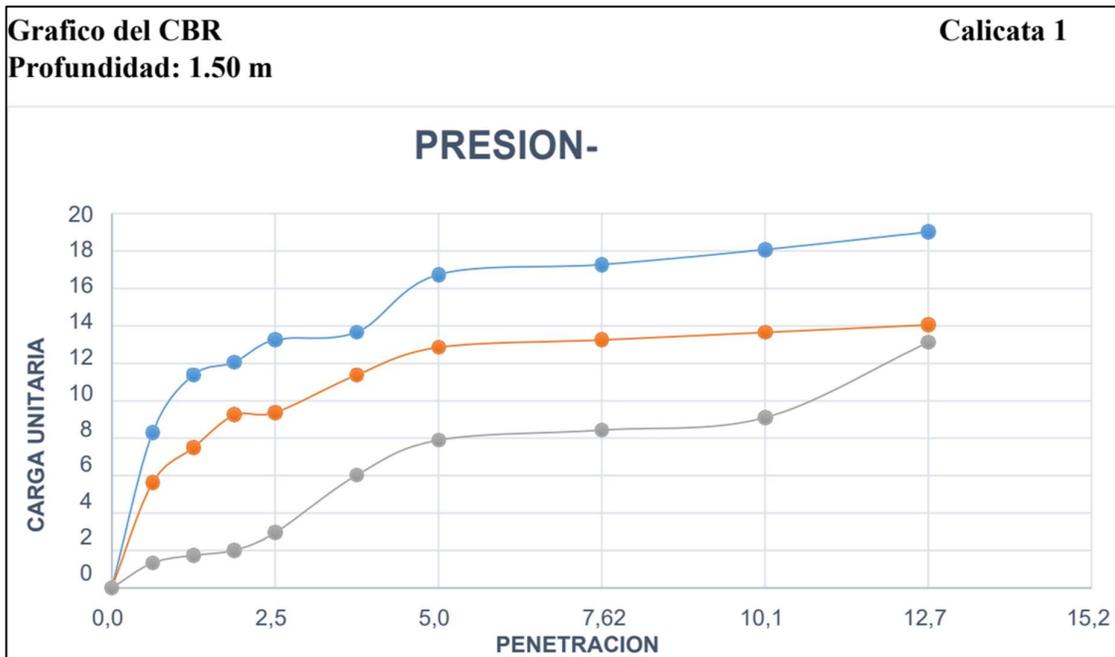
Contenido de carga de agua

	ARRIBA	ABAJO										
RECIPIENTE N°.	R20	R33	R45	R5	R68	R515	R52	R34	R30	R470	R71	R25
PESO RECIPIENTE gr	9,67	9,66	9,67	9,68	9,75	9,67	9,53	9,65	9,68	9,60	9,60	9,61
P. MUEST. HUM. + REC. gr	112,21	115,57	112,16	115,53	102,36	103,55	102,38	103,12	104,65	102,00	104,42	102,23
P. MUEST. SECA + REC. gr	89,38	87,94	89,06	88,27	78,31	79,72	78,30	79,56	79,01	76,92	80,24	77,29
PESO DE AGUA gr	22,83	27,63	23,10	27,26	24,05	23,83	24,08	23,56	25,64	25,08	24,18	24,94
PESO MUESTRA SECA gr	79,71	78,28	79,39	78,59	68,56	70,05	68,77	69,91	69,33	67,32	70,6	67,68
CONT. DE HUMEDAD %	28,6	35,3	29,1	34,7	35,1	34,0	35,0	33,7	37,0	37,3	34,2	36,8
HUMEDAD PROMEDIO %	31,97		31,89		34,55		34,36		37,12		35,54	
AGUA ABSORVIDA %		16,34			15,38			14,15				

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 47

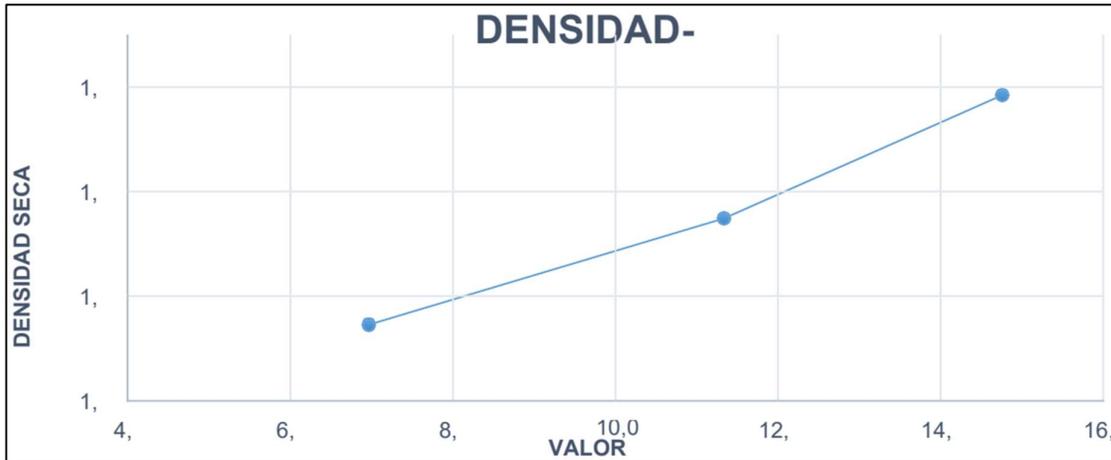
Esponjamiento – Presión Penetración



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2024)

Figura 48

Densidad – CBR



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2024)

En consecuencia, se obtuvo la máxima capacidad de compactación: 95.00%, con una densidad de 1.852 g / cm³, 1.759 g / cm³ y CBR. Calidad: 9,76%

4.1.7. Pruebas de laboratorio sobre cemento y tierra

Figura 49

Límites de estabilidades en proporciones de 8% limite liquido

LIMITE LIQUIDO:								
PRUEBA	CAPSULA	NUMERO DE	PESO CAP. + SUELO HUMEDO	PESO CAP. + SUELO SECO	PESO DE AGUA	PESO DE CAPSULA	PESO DE SUELO SECO	CONTENIDO DE HUMEDAD
N°.	N°.	GOLPES	(gr.)	(gr.)	(gr.)	(gr.)	(gr.)	%
1	R16	40	29.494	26.300	3.194	9.610	16.690	19.14
2	R1	32	29.599	25.932	3.667	9.711	16.221	22.61
3	R44T	26	31.459	27.023	4.436	9.680	17.343	25.58
4	X19	19	32.990	28.023	4.967	9.551	18.472	26.89
5	R46	13	39.602	33.023	6.579	9.591	23.432	28.08

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 50

Límites de estabildades en proporciones de 8% limite plástico

LIMITE PLASTICO :								
1	R161	-----	8.294	7.925	0.369	3.899	4.026	9.17
2	R143	-----	7.588	7.402	0.186	3.871	3.531	5.27
3	R9	-----	7.869	7.509	0.360	3.909	3.600	10.00
4	RX3	-----	7.536	7.032	0.504	3.920	3.112	16.20

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL: 11.99 %

LIMITE LIQUIDO: 24.79 %

LIMITE PLASTICO: 10.16 %

INDICE DE PLASTICIDAD: 14.63 %

En consecuencia, se obtuvo el porcentaje de H₂O natural 11,99 %, el límite líquido 24,79 %, el límite plástico 10,16 % y el índice de plasticidad 14,63 %, en la prueba de compactación de Proctor con el Norma AASHTO T-180 dentro del plan del suelo cemento con una data del 2023 y tiene un por ciento de cemento de 2,50 %.

4.1.7.1. Diseño de base estabilizadora cemento 2.50%

Figura 51

Porcentaje de Cemento 2,50 %

VOLUMEN DEL MOLDE	=		938.93	cm ³
PESO DEL MOLDE	=		3550.00	gr
N^a DE GOLPES	=	25	Altura de caída =	18 "
PESO DEL MARTILLO	=	10 Lbs	Profundidad =	1,5 m

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 52

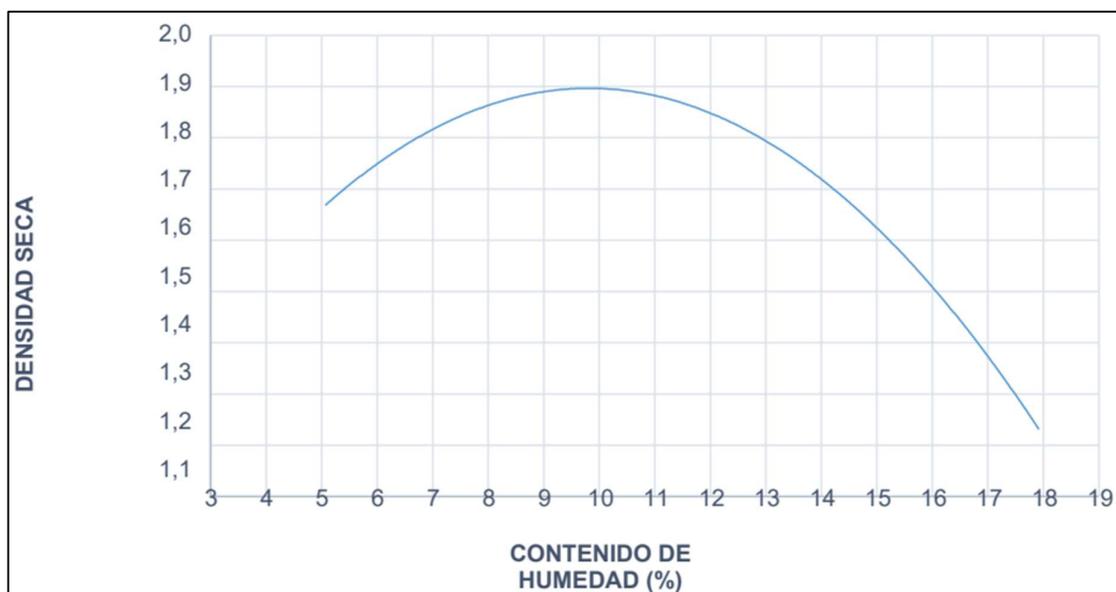
Curva de Cemento 2,50 %

Peso del molde suelo húmedo. (gr)	5300	5450	5600	5480	5200
Peso del suelo húmedo. (gr)	1750	1900	2050	1930	1650
Humedad promedio. (%)	6.07	11.29	11.36	10.56	15.92
Densidad húmeda. (gr/cm³)	1.86	2.02	2.18	2.06	1.76
Densidad seca. (gr/cm³)	1.76	1.82	1.96	1.86	1.52

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 53

Grafico Curva de Cemento 2,50 %



Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 54

Contenido humedad natural cemento 2,50 %

Muestra N°	1	2	3	4	5					
Recipiente N°	R1X	R186	R121	R30J	R80	R22	R515	R11	R40	R319
Peso del suelo húmedo recipiente	100.00	105.00	106.00	108.00	100.50	100.25	100.45	105.50	111.30	111.35
Peso del suelo seco recipiente	93.80	100.66	96.05	98.19	91.07	91.17	93.63	94.47	97.20	97.52
Peso del recipiente	9.60	9.61	9.60	9.63	9.71	9.61	9.63	9.68	9.63	9.65
Peso del agua.	6.20	4.34	9.95	9.81	9.43	9.08	6.82	11.03	14.10	13.83
Peso del suelo seco	84.20	91.05	86.45	88.56	81.36	81.56	84.00	84.79	87.57	87.87
Contenido de humedad.	7.36	4.77	11.51	11.08	11.59	11.13	8.12	13.01	16.10	15.74
Humedad promedio	6.07		11.29		11.36		10.56		15.92	

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Densidad seca 1.90 gr/cm³

Contenido de humedad 10%

Figura 55

Contenido del agua con el suelo

	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE N°.	R20	R33	R45	R5	R68	R515	R52	R34	R30	R470	R71	R25
PESO RECIPIENTE gr	9.67	9.66	9.67	9.68	9.75	9.67	9.53	9.65	9.68	9.60	9.60	9.61
P. MUEST. HUM. + REC. gr	112.21	115.57	112.16	115.53	102.36	103.55	102.38	103.12	104.65	102.00	104.42	102.23
P. MUEST. SECA + REC. gr	89.38	87.94	89.06	88.27	78.31	79.72	78.30	79.56	79.01	76.92	80.24	77.29
PESO DE AGUA gr	22.83	27.63	23.10	27.26	24.05	23.83	24.08	23.56	25.64	25.08	24.18	24.94
PESO MUESTRA SECA gr	79.71	78.28	79.39	78.59	68.56	70.05	68.77	69.91	69.33	67.32	70.6	67.68
CONT. DE HUMEDAD %	28.6	35.3	29.1	34.7	35.1	34.0	35.0	33.7	37.0	37.3	34.2	36.8
HUMEDAD PROMEDIO %	31.97		31.89		34.55		34.36		37.12		35.54	
AGUA ABSORVIDA %			16.34				15.38				14.15	

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 56

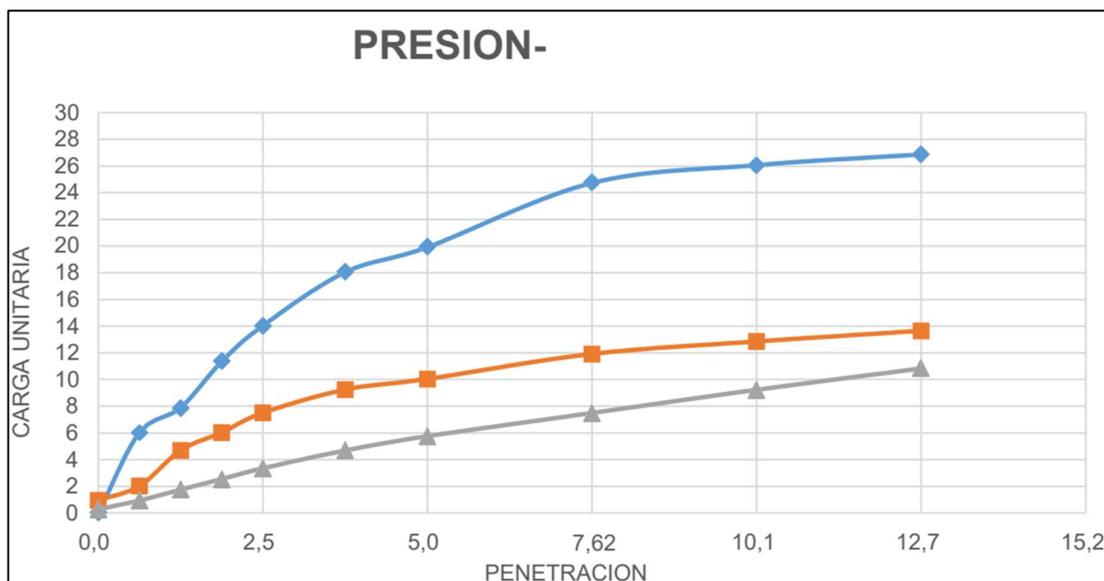
Valor relativo de soporte CBR (ASTM D1883)

Valor relativo de soporte CBR (ASTM D1883)						
MOLDE N°.	3		2		1	
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.	12010	12750	11280	11937	12350	12922
PESO MOLDE gr.	7482	7482	7007	7007	8309	8309
PESO MUESTRA HUMEDA gr.	4528	5268	4273	4930	4041	4613
VOLUMEN MUESTRA cm ³	2154.07	2154.07	2152.93	2152.93	2145.57	2145.57
DENSIDAD HUMEDAD gr/cm ³	2.10	2.45	1.98	2.29	1.88	2.15
DENSIDAD SECA gr/cm ³	1.59	1.85	1.48	1.70	1.37	1.59

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 57

Densidad – CBR



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2024)

Figura 58

Densidad – CBR

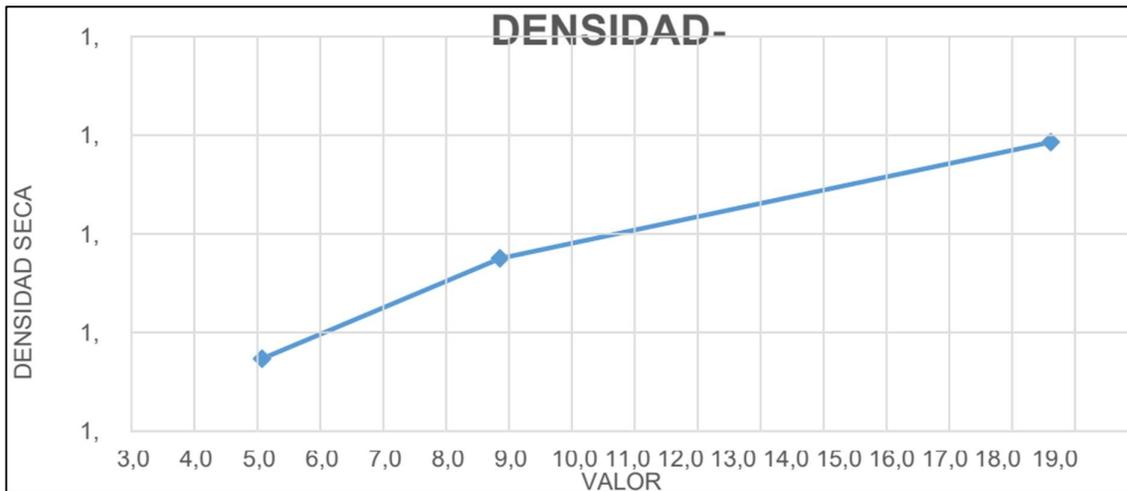
Cte. Anillo. 1.3380E-01 Kg/cm²

PENETRA.		CARGAS		MOLDE N°. 3		MOLDE N°. 2		MOLDE N°. 1		
EN mm	TIPO	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.
0.00		22	0.00		7	0.94		2	0.27	
0.64		45	6.02		15	2.01		7	0.94	
1.27		59	7.89		35	4.68		13	1.74	
1.91		85	11.37		45	6.02		19	2.54	
2.54	76	105	14.05	18.5	56	7.49	9.9	25	3.35	4.4
3.81		135	18.06		69	9.23		35	4.68	
5.08	113	149	19.94	17.6	75	10.04	8.9	43	5.75	5.1
7.62	144	185	24.75		89	11.91		56	7.49	
10.16	175	195	26.09		96	12.84		69	9.23	
12.70	197	201	26.89		102	13.65		81	10.84	

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 59

Densidad – CBR



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2024)

Las conclusiones son compactación: 95,00%, mayor densidad: 1.900 gr/cm³, mayor densidad 95%: 1.805 gr/cm³ y CBR. Diseño: 16,72%, para comprobar la validez de los números de CBR experimentados en el laboratorio, usamos el criterio de especificación MTOP 400, el cual establece que el CBR debe ser mayor al veinte por ciento en base a las pruebas AASHTO-T-91. Siguiendo analizaremos la fiabilidad del suelo inestable y del cemento Portland, entre otros, suelo inestable: 14,02%, suelo estabilizado con cemento 72%.

En la prueba de compactación de Proctor, según la norma AASHTO T-180, para el diseño de un suelo de cemento para el año 2023, el contenido de cemento fue del 6%, el volumen del molde fue de 935,63 cm³, el peso del molde fue de 3396,06 gr, el número de impactos fue de 25, y la altura de caída fue de 18 pulgadas.

4.1.7.2. Diseño de base estabilizadora cemento 6.00%

Norma: AASHTO T- 180

PORCENTAJE DE CEMENTO 6%

Volumen del molde 935.63 cm³

Peso del molde 3396.06 gr

Numero de golpes 25 - altura de caída 18 pulgadas Peso del martillo lbs. 1,5 m

Figura 60

Cemento 6,00 %

<i>Datos para la curva</i>					
Peso del molde suelo húmedo. (g)	5320	5500	5500	5400	5300
Peso del suelo húmedo. (g)	1923.9	2103.9	2103.9	2003.9	1903.9
Humedad promedio. (%)	8.132	10.719	10.487	11.895	10.412
Densidad húmeda. (g/cm ³)	2.1	2.2	2.2	2.1	2.0
Densidad seca.(g/cm ³)	1.9	2.0	2.0	1.9	1.8

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 61

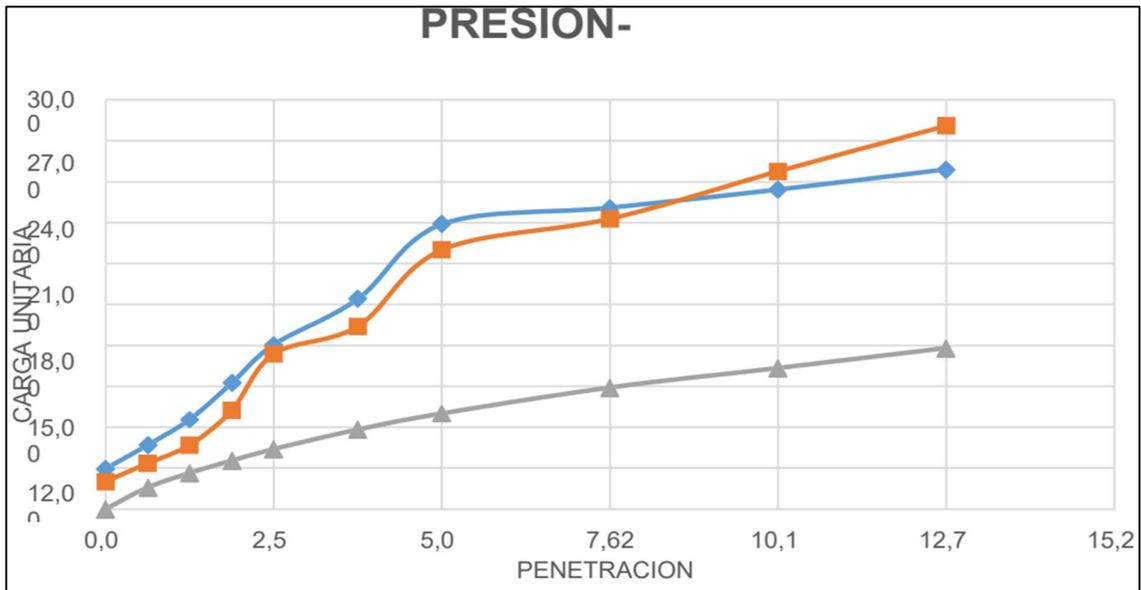
Contenido de humedad natural Contenido de humedad natural

Muestra N°	1		2			3		4		5	
Recipiente N°	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Peso del suelo húmedo + recipiente	120.00	122.00	170.10	91.59	159.00	90.00	172.79	103.50	172.67	109.05	
Peso del suelo seco+ recipiente	112.00	113.00	154.00	84.00	145.00	82.33	152.00	95.00	157.10	99.85	
Peso del recipiente	8.00	8.00	10.00	10.00	10.00	10.00	6.00	6.00	10.00	10.00	
Peso del agua.	8.00	9.00	16.10	7.59	14.00	7.67	20.79	8.50	15.57	9.20	
Peso del suelo seco	104.00	105.00	144.00	74.00	135.00	72.33	146.00	89.00	147.10	89.85	
Contenido de humedad.	7.69	8.57	11.18	10.26	10.37	10.60	14.24	9.55	10.58	10.24	
Humedad promedio	8.13		10.72		10.49		11.90		10.41		

Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Figura 62

Densidad – CBR



Fuente: Lab. Banegas, (2023)

Compactación: 95.00%

Densidad máxima: 1.970 gr/cm³

Densidad I 95%: 1.872 gr/cm³

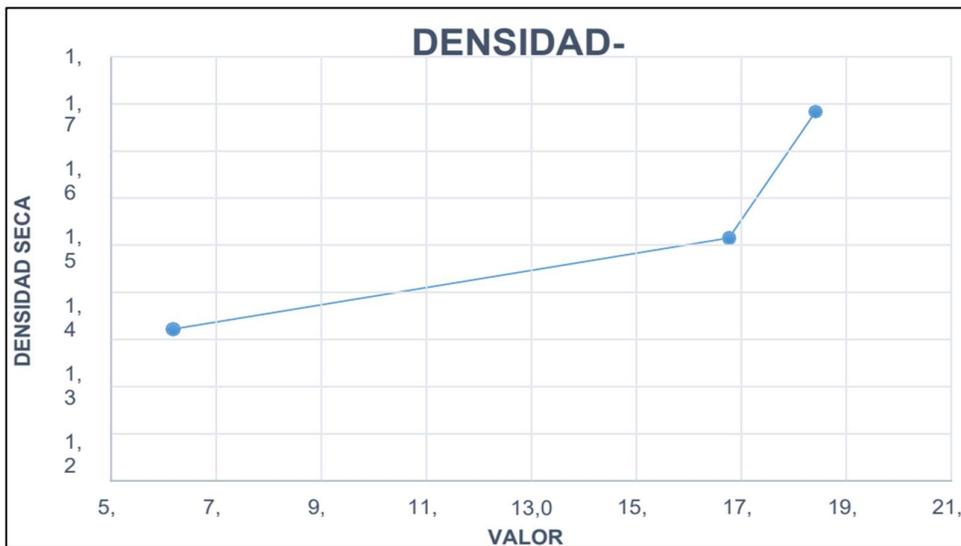
CBR. De diseño: 17.50%

Suelo sin estabilizar = 14,02%

Suelo estabilizado - cemento al 6% = 17.50%

Figura 63

Densidad – CBR



Fuente: Lab. Banegas, (2023)

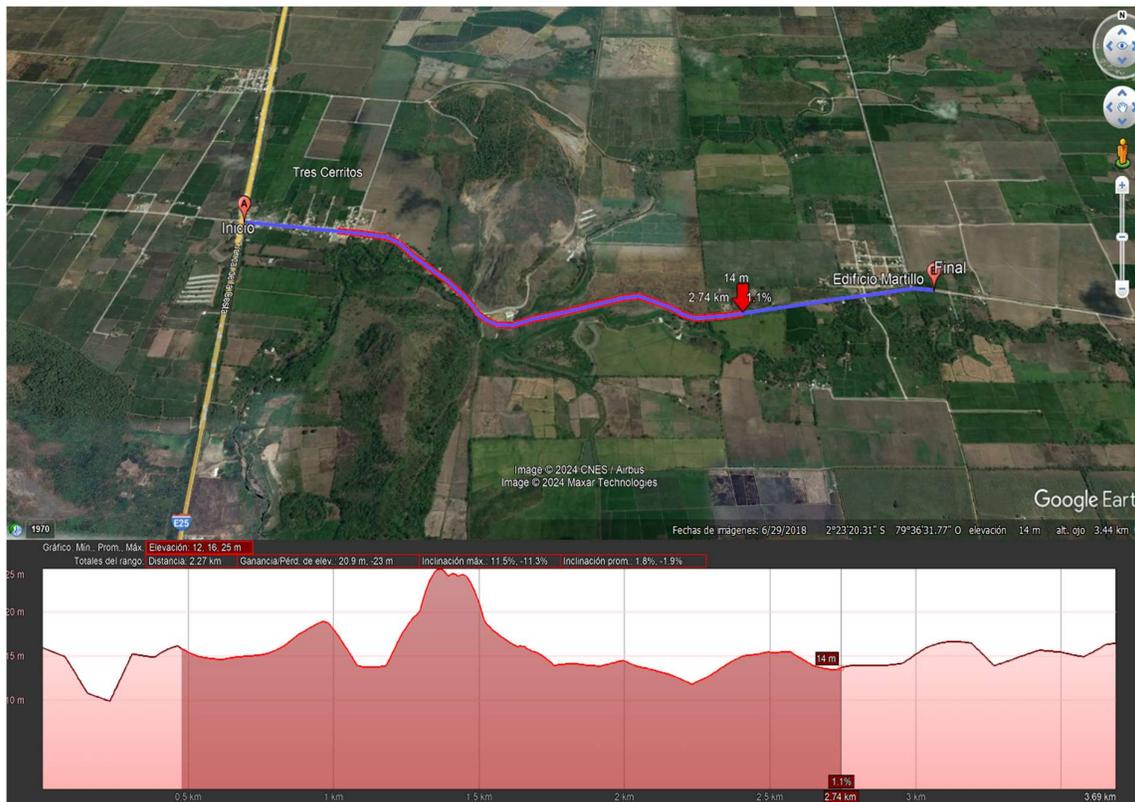
La compactación llega a un 95% con el CBR de diseño a 19,63%, teniendo en cuenta la densidad máxima a 2.03% y la densidad al 95% con 1929 gr/cm³.

4.1.8 Mezclado de cemento y tierra – diseño de mezcla de suelo

El porcentaje de mezcla del ocho por ciento continuo aumentando la capacidad de sustento del suelo CBR, al igual que en la prueba de cemento-suelo, en la que aplicamos dosis del dos por ciento, seis por ciento y ocho por ciento, se evidencia que la caliza de Portland desarrolla la idoneidad de sustentáculo del suelo, según las cuantificaciones que nos marca la norma MTOP.

Figura 64

Perfil intervenido en muestra.



Elaborado por: Tituana & Vidal, (2024)

Datos:

Proctor = 2030kg/m³,

Longitud de vía = 1180 m

% cemento 0,08 = 150,37 kg

Ancho = 5m

% suelo = 1879,63 kg

Espesor = 0,20 cm

Cálculos:

$$\frac{2030kg/cm^3}{1,08} = 1879,63 \frac{kg}{cm^3}$$

$$\frac{2030kg}{cm^3} - 1879,63 \frac{kg}{cm^3} = 150,37 kg$$

$$\frac{150,37kg}{cm^3} \text{ de cemento la via tiene } 1180 m^3$$

$$1180m^3 * \frac{150,37kg}{m^3} = 177436,3 kg$$

$$\frac{177436,6kg}{50kg} = 3548 unidades$$

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Basándose en los datos recolectados a través de la TPDA, se puede generar una base de datos que será utilizada por el Distrito de obras públicas de Naranjal para próximos proyectos en la vía, el valor generado a través del criterio de diseño establecido por la norma de diseño.

MTOP nos dice que es una vía de cuarto grado, de acuerdo a las normas de diseño implementadas por la norma de diseño MTOP, la experimentación se hizo utilizando dosis de cemento del 2%, 6% y 8%, los resultados son 16,72%; 17,50 %; 20%, que es la última cifra que indica la norma.

La norma MTOP indica que para la estabilidad del cemento en el suelo su fuerza debe ser de 18kg/ cm², de los cuales el dos por ciento de su fuerza alcanza los 26,99 kg/ cm², el cinco por ciento de su fuerza alcanza los 32,18 kg/ cm² y finalmente el ocho por ciento de su fuerza alcanza los 40,48 Kg/cm². El esmeralda tiene una superficie que es 2 veces mayor a su tamaño, esto aumenta enormemente su firmeza.

Como hipótesis nuestras pruebas se realizaron con la condición de que cumplan con los objetivos planteados, mejorando las vías para que tengan mayor resistencia, logrando beneficiar a los vecinos de la zona de Tres Cerritos en Naranjal.

RECOMENDACIONES

Con los preparativos de la TPDA vía Tres Cerritos, las autoridades del GAD de Naranjal recibirán más información sobre la ejecución de futuras obras en esta vía y sobre las formas de estudiar los caminos aledaños.

De conseguir la dosificación adecuada para el camino de cierre La Cerritos, éste debería servir de ejemplo para futuros estudios del Departamento de Obras Públicas de Naranjal este, atreviéndose a reforzarlo con cemento.

En el momento en que se utiliza una medida correcta de cemento para aumentar la fuerza, el cierre de la calle Tres Cerritos se mostrará más sensible a las características del tiempo, ya que el cemento es apto para conservar esta porción junto a la tierra como un objeto firme, esto le posibilita soportar temporadas de fuertes lluvias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avila & Salazar, (2012). Universidad de Santo Tomas. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/21443/2020pauladiaz.pdf?sequence=1>
- Bernal & Molina, (2023). Análisis de factibilidad técnica para el mejoramiento del camino vecinal, desde la avenida 45 N-O hasta el chorrillo con suelo cemento Obtenido de Repositorio Digital ULVR: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/6129>
- Caparachin, S. (2021). Ensayos especiales de laboratorio en suelos. Obtenido de pontificia universidad católica del Perú: https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/21700/CAPARACHIN%20VILCA_AQUINO%20CHUMBILE_PATI%C3%91O%20PADILLA_PORTAL%20ESPINO_YECKLE%20DAMIAN_ENSAYOS_ESPECIALES_LABORATORIOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carpio & Mejias, (2023). Análisis de tráfico vehicular en una zona crítica de la ciudad de Quito. Obtenido de Repositorio Digital - ups: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25421>
- Carvajal, (2022). Evaluación del tráfico vehicular para dar solución al congestionamiento en intersección camino el rey y miñarica de la ciudad de Ambato Provincia de Tungurahua. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34697/1/Tesis%20I.C.%201562%20-%20Carvajal%20Flores%20Daniel%20Esteban%20%281%29%20%281%29.pdf>

Castillo, (2022). Análisis de bases estabilizadas con cementos tipo MH en los suelos arenosos, limo-arcillosos, limo-inorgánicos y arcillas-inorgánicas del Distrito Metropolitano de. Obtenido de Repositorio de la Universidad Central:
<https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/11db89c5-8c3a-4503-b991-6e76662c31ad/content>

Cevallos & Cuz, (2021). Diseño del suelo cemento y su aplicación como material de sitio para la construcción del camino vecinal del Recinto Zapán. Obtenido de Repositorio Digital ULVR: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4277>

Crispin & Helguero, (2019). Estructura de un pavimento asfáltico en material reciclado para mejorar sus beneficios integrales Universidad Ricardo Palma. Obtenido de Repositorio digital :
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2781>

Fernandez, (2021). Estudio comparativo de las propiedades físicas de aluminosilicatos del cantón Guayaquil para sustitución parcial del cemento portland IP. Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad de Ambato:
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31996/1/Tesis%20I.%20C.%201419%20-%20Fern%C3%A1ndez%20%20C3%81lvarez%20Ramiro%20Pa%C3%BAI.pdf>

Galistar, (2019). Mezcla de suelo cemento. Obtenido de Repositorio Digital Galistar: <https://www.galistar.es/suelo-cemento/>

Gallardo & Aparicio, (2019). Suelo-Cemento-Caliche Como Una Solución Sustentable a Problemas Geotécnicos. Obtenido de Revista de Iniciación Científica 4(2):31–35: <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.2.2148>

Garcia, (2019). Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización. Obtenido de Universidad Católica de Colombia:
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23731/1/Suelo%20cemento->

Gualotuña & Quishpe, (2022). Análisis de tráfico y propuesta de mejoramiento de la movilidad vehicular en la intersección av. cardenal. Obtenido de UPS:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23984/1/UPS%20-%20TTS1115.pdf>

Hernandez, (2019). Determinación de propiedades de suelos agrícolas a partir de mediciones eléctricas realizadas en campo y en laboratorio. Obtenido de Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica:
<https://ipicyt.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1010/2217/1/TMIPICYT H4D42019.pdf>

Jiménez & Yaguana, (2023). Caracterización en laboratorio de las propiedades físicas y mecánicas de suelos. Obtenido de Repositorio Digital UCE:
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/29156>

Justianiano & Mori, (2021). Uso del poliestireno expandido en terraplén para pavimento sobre suelo blando en zona inundable distrito de Punchana - Maynas Universidad Científica del Perú. Obtenido de Repositorio Científica del Perú: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1320>

Obando, (2021). Caracterización de suelos mediante la técnica de cromatografía en papel en el Área de Influencia del Sistema de Agua de Riego Canal Central Toacaso Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi. Obtenido de Repositorio Institucional UTC: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8110>

Ochoa & Rojas, (2019). Propuesta de diseño de caminos básicos en vías urbanas de escasos recursos para . obtenido de facultad de ingeniería y arquitectura:
<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/7291>

Ponce, (2023). Caracterización de suelos propensos a licuación para zonas urbanas del Cantón Puerto López. Obtenido de Repositorio Digital UNESUM:
<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5239>

Quezada, (2019). Diseño del camino vecinal libertad km 25 vía a Macas del cantón Pastaza en la provincia de Pastaza. Obtenido de Repositorio Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25261>

Ramirez, (2023). Evaluación de la calidad del suelo bajo diferentes tipos de usos, mediante parámetros físicos y químicos en la parroquia 12 de Diciembre, cantón Pindal, provincia de Loja. Obtenido de Repositorio de universidad nacional de Lojas :
https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27307/1/PaolaGabriela_Ram%C3%ADrezVera.pdf

Rivera, (2019). Características físicas, ubicación geográfica y calidad del suelo agrícola de las provincias de la costa ecuatoriana. Obtenido de Repositorio UTMACH: <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/13939>

Sani, (2020). Diseño geométrico de la alternativa vial shuyo – pinllopata en el tramo km 8 + 000 – 12 + 000 perteneciente a los Cantones Pujilí y Pangua de la Provincia de Cotopaxi. Obtenido de Repositorio de Universidad tecnica de Ambato :
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30642/1/Tesis%20I.%20C.%201377%20-%20Sani%20Allauca%20Diego%20Fernando.pdf>

Santa Cruz, (2019). Determinación del espesor de mejoramiento de subrasante con presencia de suelos blandos. Obtenido de Repositorio de Tesis UPU:
<http://hdl.handle.net/20.500.12840/2223>

Travez, (2023). Estabilización de suelos de bases de agregados de clase 3 y 4 con polvo cerámica como reemplazo parcial del cemento. Obtenido de Repositorio de la Universidad Tecnica de Ambato:
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37105/1/Tesis%20I.C.%201669%20-Tr%C3%A1vez%20Bastidas%20Diego%20Fernando.pdf>

ULVR, (2023). Línea de Investigación, [Universidad Laica Vicente Rocafuerte]. Obtenido de <https://www.ulvr.edu.ec/academico/unidad-de-titulacion/proyecto-de-investigacion>

ANEXOS

Anexo 1

Análisis de resultados en rotura de cilindros en base estabilizadora.

LABORATORIO DE SUELOS & PAVIMENTOS						
CONTROL DE ROTURA DE PROBETAS CILINDRICAS DE SUELO CEMENTO						
FECHA: JULIO 2024						
Nº DE PROBETAS		EDAD	LECTURAS	%	RESISTENCIA	ELEMENTOS
		DIAS	KN	CEMENTO	Kg/cm2	
A1		7	5.2	2.5	26.99	CILIINDROS SUELO CEMENTO
A1		7	5	2.5	25.95	
A1		7	4.96	2.5	25.74	
Nº DE PROBETAS		EDAD	LECTURAS	%	RESISTENCIA	ELEMENTOS
		DIAS	KN	CEMENTO	Kg/cm2	
A1		7	6	5.6	31.14	CILIINDROS SUELO CEMENTO
A1		7	6.2	6	32.18	
A1		7	6.32	6.2	32.80	
Nº DE PROBETAS		EDAD	LECTURAS	%	RESISTENCIA	ELEMENTOS
		DIAS	KN	CEMENTO	Kg/cm2	
A1		7	7	8	36.33	CILIINDROS SUELO CEMENTO
A1		7	7.8	8	40.48	
A1		7	8.2	8.2	42.56	