



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES



**EVALUACIÓN DE FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL
DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA
VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA
ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:
MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

JULIACA – PERÚ
2024



**UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**

**EVALUACIÓN DE FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL
DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA
VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA
ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA**

**TESIS PRESENTADA POR:
MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO : 
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

MIEMBRO DEL JURADO : 
Dr. ARNALDO YANA TORRES

MIEMBRO DEL JURADO : 
Dr. HERNÁN PEDRO MARTÍNEZ RAMOS

ASESOR DE TESIS : 
Dr. MILTON QUISPE HUANCA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 553-2024-D-EPG-UANCV/J

Juliaca, 17 de diciembre del 2024

VISTOS:

El expediente N° 2024-014430 presentado por el (a) Bachiller, **MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS**, quien solicita nominación de jurados y Fecha y hora de sustentación de tesis, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez".

CONSIDERANDO:

Que, el (a) Bachiller. **MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS**, con número de DNI. **41718083** y con número de matrícula **1710100425**, ha solicitado asignación de jurados, Fecha y hora de sustentación de la tesis titulado: **EVALUACIÓN DE FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el **GRADO de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL** Mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez;

Que, de conformidad con lo previsto en el artículo 18° del Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, **COMITÉ DE INVESTIGACIÓN**;

Que, mediante Resolución N° 426-2024-USA-EPG/UANCV SE APRUEBA Y AUTORIZA LA EJECUCION DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACION y con Resolución N° 1362-2024-USA-EPG/UANCV, se APRUEBA Y AUTORIZA EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) titulado: **EVALUACIÓN DE FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA** La misma que pertenece a la Línea de Investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50**;

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos en su artículo 28° **DE LA SUSTENTACIÓN**.

Y estando, la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y el Director de la Escuela de Posgrado mediante acta de sorteo de jurado, con registro N° 00041 de fecha 17 de diciembre del 2024 se nomina Jurados.

Que, conforme al artículo 66° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que *la Tesis de Posgrado es un trabajo de investigación científica original de actualidad y de alto valor científico*;

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "J" del artículo 17° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el artículo 76° del Estatuto Universitario;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - **DECLARAR APTO** para la sustentación presencial del informe final de la investigación (BORRADOR DE TESIS), del (la) Bach: **MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS**, para optar el **GRADO de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL**, Mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO. - **NOMINAR JURADOS** para la sustentación presencial y defensa de la tesis a los siguientes docentes ordinarios:

Presidente	: Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
Primer miembro	: Dr. ARNALDO YANA TORRES
Segundo miembro	: Dr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS
Asesor	: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

ARTÍCULO TERCERO. - **PROGRAMAR FECHA Y HORA** de sustentación como se detalla:

Fecha	: Viernes 20 de diciembre del 2024
Hora	: 09:00 a.m.
Lugar	: Aula N° 307 EPG-UANCV-JULIACA

ARTÍCULO CUARTO. - el Director de la Escuela de Posgrado queda encargado del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, comuníquese y Archívese.



[Handwritten Signature]
Escuela de Posgrado
Dr. Leopoldo Wenceslao Canabal Cari
DIRECTOR (w)



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 01362-2024-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 06 de Setiembre de 2024

VISTOS:

El Expediente N° 2024-010384 de fecha 22 de Agosto de 2024, el (la) Bach. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS, con DNI N° 41718083, código de matrícula N° 1710100425, quien solicita Revisión de Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis): **INFORME N° 00455-2024-UI-EPG-UANCV** y el Anexo (04 o 05) "Ficha de Opinión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis)" del 03 de Setiembre de 2024, que fue revisada por el Comité de Investigación de la Escuela de Posgrado,

CONSIDERANDO:

Que, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de investigación científica, tecnológica y humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

Que, con Expediente N°2024-010384 el (la) Bach. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS, solicita la revisión y aprobación del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA** Línea de Investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50**, para optar el GRADO de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL, mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Que, el Comité de Investigación emitió su opinión **FAVORABLE** al Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis).

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, corroboró el asesoramiento en el Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) del **ASESOR Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**; y,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, según **INFORME N° 00455-2024-UI-EPG-UANCV** y el Anexo (04 o 05) "Ficha de Opinión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis)" en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades a la unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR Y AUTORIZAR EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, titulado: **EVALUACIÓN DE FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA** presentado por el (la) Bach. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RATIFICAR, como **ASESOR** al (a) **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

ARTICULO TERCERO. - DISPONER que la Escuela de Posgrado, la Secretaría Académica y administrativa, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO

Dr. Milthon Quispe Huanca
DIRECTOR (e)

DISTRIBUCIÓN:
DIRECCIÓN EPG, INTERESADO
06/09/2024



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0426-2024-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 09 de mayo de 2024

VISTOS:

El Expediente N° 2024-05126 de fecha 18 de abril de 2024, el (la) Bach. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS, con DNI N° 41718083, código de matrícula 1710100425, quien solicita Revisión de propuesta de Investigación; INFORME N° 0027-2024-UI-EPG-UANCV y el Anexo (02 o 03) "Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación" del 07 de mayo de 2024, que fue revisada por el Comité de Investigación de la Escuela de Posgrado.

CONSIDERANDO:

Que, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de investigación científica, tecnológica y humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

Que, con Expediente N° 2024-05126 el (la) Bach. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS, solicita la revisión y aprobación de la propuesta de Investigación titulado: **EVALUACIÓN DE FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA** Línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN-P 50**, para optar el **GRADO de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL** con mención en: **GEOTÉCNIA T TRANSPORTES**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Que, el Comité de Investigación emitió su opinión **FAVORABLE** a la propuesta de investigación.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, corroboró la propuesta del **ASESOR Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**, quien debe estar acreditado y facultado para orientar y ayudar al asesorado en el proceso de elaboración del trabajo de investigación (Tesis) de acuerdo a la **DIRECTIVA N° 004-2019-UANCV-VRAD-OI**; y,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, según **INFORME N° 0027-2024-UI-EPG-UANCV** y el **Anexo (02 o 03) "Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación"** en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades a la unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR Y AUTORIZAR LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, titulado: **EVALUACIÓN DE FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA** presentado por el (la) Bach. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como **ASESOR** al **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

ARTICULO TERCERO. - DISPONER que la Escuela de Posgrado, la Secretaría Académica y administrativa, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO
Dr. Milthon Quispe Huanca
DIRECTOR(a)



EVALUACIÓN DE FLUJO VEHICULAR Y ESTADO DE TRÁNSITO EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE


FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41718083
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-4346-316X
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4219-1007
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41417646
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	01316765
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción – P50
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/bshQ7VPwLbKRmPPW7</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2024 – Diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE - Librería	<p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</p> <p>Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</p>


 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 ESCUELA DE POSTGRADO
 Dr. Segundo Ortiz Causayo
 DIRECTOR
 TEL: 051 974 211 471 911



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS, identificado con DNI Nro. 41718083, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
Programa de Segunda Especialidad,
Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada: EVALUACIÓN DE FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

Asesorado por: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 15 de AGO de 2025

Firma del Asesor (obligatoria)

Firma del Estudiante (obligatoria)





DEDICATORIA

A mis amados padres,

Con profunda gratitud y admiración, dedico este trabajo a ustedes, quienes con su esfuerzo, amor incondicional y apoyo constante han sido el pilar fundamental en cada etapa de mi vida. Gracias por enseñarme el valor del sacrificio, la perseverancia y la importancia de nunca rendirme ante los desafíos.

Cada logro que alcanzo es también suyo, pues sin su guía y aliento, este camino habría sido mucho más difícil. Esta tesis es un reflejo de su dedicación y ejemplo, y con todo mi cariño, les entrego este humilde fruto de nuestro esfuerzo.

Con todo mi amor y respeto.



AGRADECIMIENTO

A Dios, fuente inagotable de fortaleza y sabiduría, gracias por orientarme en cada paso de esta travesía, por darme la paciencia y el discernimiento necesarios para superar cada obstáculo, y por permitirme alcanzar este logro con humildad y gratitud en el corazón.

A mis padres, pilares de mi vida con su amor, dedicación y esfuerzo incondicional han sido el motor de mis esfuerzos. Gracias por creer en mí incluso en los momentos en los que dudé de mí mismo. Su ejemplo de perseverancia y dedicación me inspira a seguir adelante.

A mis asesores, quienes con su guía, conocimientos y exigencia han sido clave en mi formación académica y en la elaboración de esta tesis. Gracias por compartir su experiencia y por alentarme a buscar siempre la excelencia.

A mis amigos y compañeros de estudio, por su apoyo, motivación y las palabras de aliento en los momentos difíciles. Su compañía y amistad han sido un refugio en este desafiante proceso.

A todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron a que este proyecto se hiciera realidad, mi más sincero agradecimiento. Cada gesto de ayuda, consejo y motivación ha dejado una huella imborrable en este camino.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA..... i

AGRADECIMIENTO..... ii

ÍNDICE DE CONTENIDOS iii

ÍNDICE DE TABLAS..... vii

ÍNDICE DE FIGURAS ix

RESUMEN x

ABSTRACT xi

INTRODUCCIÓN..... xii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática. 14

1.2 Planteamiento del problema 15

 1.2.1 Problema general..... 15

 1.2.2 Problemas específicos..... 15

1.3 Justificación de la investigación. 15

 1.3.1 Justificación técnica..... 15

 1.3.2 Justificación económica..... 16

 1.3.3 Justificación social 16

 1.3.4 Justificación ambiental..... 16

1.4 Objetivos 17

 1.4.1 Objetivo general 17

 1.4.2 Objetivos específicos 17

1.5 Importancia y alcance de la investigación..... 17

1.6 Limitaciones y delimitaciones de la investigación 18

 1.6.1 Limitaciones 18

 1.6.2 Delimitación..... 18

1.7 Hipótesis..... 19



- 1.7.1 Hipótesis general 19
- 1.7.2 Hipótesis específicas 19
- 1.8 Variables 19
 - 1.8.1 Variable independiente 19
 - 1.8.2 Variable dependiente 19
- 1.9 Operacionalización de variables.....20

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

- 2.1 Antecedentes de la investigación.21
 - 2.1.1 Antecedentes internacionales21
 - 2.1.2 Antecedente nacional24
 - 2.1.3 Antecedente local27
- 2.2 Bases teóricas.....29
 - 2.2.1 Pavimento29
 - 2.2.2 Tipos de pavimento.....31
 - 2.2.2.1 Pavimento flexible.....31
 - 2.2.2.2 Pavimento rígido32
 - 2.2.3 Capas del pavimento34
 - 2.2.4 Función de las capas de los pavimentos flexibles39
 - 2.2.5 Estado estructural de un pavimento41
 - 2.2.6 Flujo de transito.....42
 - 2.2.7 Vida útil de un pavimento45
 - 2.2.8 Vida remanente.....46
- 2.3 Marco conceptual.....47

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

- 3.1 Enfoque de investigación.....49



3.2	Método de investigación	49
3.3	Tipo de investigación	50
3.4	Nivel de Investigación	50
3.5	Diseño de investigación	51
3.6	Población y muestra	51
3.6.1	Población.....	51
3.6.2	Muestra	51
3.6.3	Técnicas para la recolección de datos	52
3.6.4	Instrumentos	52
3.7	Validación y de instrumentos y confiabilidad	52
3.7.1	Validación de instrumentos.....	52
3.7.2	Confiabilidad de instrumentos	52
3.8	Trabajos de campo	53
3.9	Pruebas en laboratorio.....	54
3.9.1	Contenido de humedad	54
3.9.2	Limite liquido	54
3.9.3	Limite plástico	55
3.9.4	Índice de plasticidad	56
3.9.5	Análisis granulométrico.....	57
3.9.6	Proctor modificado.....	59
3.9.7	CBR.....	60

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1	Resultados obtenidos	62
4.1.1	El IMDA expresado en flujo vehicular de las principales vías en la zona este de la ciudad de Juliaca	62
4.1.1.1	IMDA de la vía primera vía de estudio	62
4.1.1.2	IMDA de la vía segunda vía de estudio	66
4.1.2	Estado estructural de las vías de la zona este en la ciudad de Juliaca	69



4.1.2.1	Propiedades de la primera vía de estudio	69
4.1.2.2	Evaluación estructural de la segunda vía de estudio	84
4.1.3	Vida útil restante de las vías de la zona este de la ciudad de Juliaca.....	99
4.1.3.1	Vida útil restante de la primera vía de estudio	99
4.1.3.2	Vida útil restante de la segunda vía de estudio	100
4.2	Discusión de resultados.....	101
CONCLUSIONES.....		105
RECOMENDACIONES		106
REFERENCIAS		107
ANEXOS.....		112



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables 20

Tabla 2 IMDS de la primera vía de estudio 63

Tabla 3 IMDA de la primera vía de estudio 64

Tabla 4 Flujo vehicular en la primera vía de estudio 65

Tabla 5 IMDS de la segunda vía de estudio 66

Tabla 6 IMDA de la segunda vía de estudio 67

Tabla 7 Flujo vehicular en la segunda vía de estudio 68

Tabla 8 Limites en la base del pavimento 69

Tabla 9 Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1 69

Tabla 10 Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2 70

Tabla 11 Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3 71

Tabla 12 OCH y MDS de la base del pavimento 72

Tabla 13 CBR de la base 73

Tabla 14 Limites en la subbase del pavimento 74

Tabla 15 Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1 74

Tabla 16 Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2 75

Tabla 17 Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3 76

Tabla 18 OCH y MDS de la subbase del pavimento 77

Tabla 19 CBR de la subbase 78

Tabla 20 Limites en la subrasante del pavimento 79

Tabla 21 Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1 79

Tabla 22 Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2 80

Tabla 23 Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3 81

Tabla 24 OCH y MDS de la subrasante del pavimento 82

Tabla 25 CBR de la subrasante 83

Tabla 26 Limites en la base del pavimento 84

Tabla 27 Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1 84

Tabla 28 Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2 85

Tabla 29 Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3 86



Tabla 30 <i>OCH y MDS de la base del pavimento</i>	87
Tabla 31 <i>CBR de la base</i>	88
Tabla 32 <i>Limites en la subbase del pavimento</i>	89
Tabla 33 <i>Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1</i>	89
Tabla 34 <i>Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2</i>	90
Tabla 35 <i>Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3</i>	91
Tabla 36 <i>OCH y MDS de la subbase del pavimento</i>	92
Tabla 37 <i>CBR de la subbase</i>	93
Tabla 38 <i>Limites en la subrasante del pavimento</i>	94
Tabla 39 <i>Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1</i>	94
Tabla 40 <i>Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2</i>	95
Tabla 41 <i>Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3</i>	96
Tabla 42 <i>OCH y MDS de la subrasante del pavimento</i>	97
Tabla 43 <i>CBR de la subrasante</i>	98
Tabla 44 <i>Eje equivalente actual de la primera vía de estudio</i>	99
Tabla 45 <i>Ejes equivalentes actual de la segunda vía de estudio</i>	100



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Vías en estudio*.....53

Figura 2 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1* 70

Figura 3 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2* 71

Figura 4 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3*.....72

Figura 5 *OCH y MDS de la base del pavimento* 73

Figura 6 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1* 75

Figura 7 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2* 76

Figura 8 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3*.....77

Figura 9 *OCH y MDS de la subbase del pavimento* 78

Figura 10 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1*.....80

Figura 11 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2*.....81

Figura 12 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3*.....82

Figura 13 *OCH y MDS de la subrasante del pavimento*83

Figura 14 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1*.....85

Figura 15 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2*.....86

Figura 16 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3*.....87

Figura 17 *OCH y MDS de la base del pavimento*88

Figura 18 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1*.....90

Figura 19 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2*.....91

Figura 20 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3*.....92

Figura 21 *OCH y MDS de la subbase del pavimento*93

Figura 22 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1*.....95

Figura 23 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2*.....96

Figura 24 *Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3*.....97

Figura 25 *OCH y MDS de la subrasante del pavimento*98



RESUMEN

Esta investigación, titulada 'Evaluación del flujo vehicular y estado estructural de pavimentos flexibles y su incidencia en la vida útil en vías principales de la zona este de la ciudad de Juliaca', tiene como objetivo principal evaluar el flujo vehicular, el estado estructural del pavimento y la vida útil restante de los pavimentos en la mencionada zona. Se aplicó una metodología experimental con un enfoque explicativo. Los resultados muestran que el índice medio diario anual (IMDA) de flujo vehicular en la primera vía estudiada fue de 2,491.028 vehículos. En esta vía, los automóviles constituyeron el 29% del flujo, siendo el tipo de vehículo más frecuente, seguidos por las combis rurales con un 12%. En la segunda vía analizada, el IMDA alcanzó los 2,145.66 vehículos, con las combis y los automóviles empatados, ambos representando el 29.8% del tráfico. En términos de estado estructural, el CBR (California Bearing Ratio) en la primera vía estudiada no cumplió con la normativa vigente. Los valores de CBR registrados fueron de 74.97% en el tramo ME-1, 72.95% en ME-2 y 72.29% en ME-3. La subbase mostró valores de CBR que sí cumplieron con los estándares: 47.51% en ME-1, 45.09% en ME-2 y 46.05% en ME-3. En la subrasante, los valores de CBR fueron de 8.61% en ME-1, 8.52% en ME-2 y 8.56% en ME-3. En el segundo tramo estudiado, los valores de CBR en la base fueron de 62.58% en ME-1, 61.79% en ME-2 y 60.00% en ME-3, no cumpliendo con los mínimos requeridos. La subbase, sin embargo, sí cumplió con los estándares, con valores de CBR de 43.96% en ME-1, 40.98% en ME-2 y 42.50% en ME-3. La subrasante mostró valores de CBR de 7.21% en ME-1, 7.18% en ME-2 y 7.20% en ME-3. Finalmente, la vida útil restante fue calculada en 57.90% para la primera vía, indicando que conserva más de la mitad de su vida útil. En cambio, la segunda vía registró una vida útil restante de 48.78%, señalando un consumo mayor de su vida útil en comparación con la primera.

Palabras clave: Flujo vehicular, estado estructural, pavimento flexible.



ABSTRACT

This research, entitled 'Evaluation of vehicular flow and structural condition of flexible pavements and its impact on the service life of main roads in the eastern area of the city of Juliaca', has as its main objective to evaluate vehicular flow, pavement structural condition and the remaining service life of pavements in the aforementioned area. An experimental methodology with an explanatory approach was applied. The results show that the annual average daily traffic flow rate (ADTI) on the first road studied was 2,491,028 vehicles. On this road, automobiles constituted 29% of the flow, being the most frequent type of vehicle, followed by rural vans with 12%. On the second road analyzed, the IMDA reached 2,145.66 vehicles, with combis and automobiles tied, both representing 29.8% of the traffic. In terms of structural condition, the CBR (California Bearing Ratio) on the first road studied did not comply with current regulations. The CBR values recorded were 74.97% in section ME-1, 72.95% in ME-2 and 72.29% in ME-3. The subbase showed CBR values that did meet the standards: 47.51% in ME-1, 45.09% in ME-2 and 46.05% in ME-3. In the subgrade, the CBR values were 8.61% in ME-1, 8.52% in ME-2 and 8.56% in ME-3. In the second section studied, the CBR values in the base were 62.58% in ME-1, 61.79% in ME-2 and 60.00% in ME-3, not complying with the required minimums. The subbase, however, did meet the standards, with CBR values of 43.96% in ME-1, 40.98% in ME-2 and 42.50% in ME-3. The subgrade showed CBR values of 7.21% in ME-1, 7.18% in ME-2 and 7.20% in ME-3. Finally, the remaining service life was calculated at 57.90% for the first road, indicating that it retains more than half of its service life. On the other hand, the second track recorded a remaining useful life of 48.78%, indicating a higher consumption of its useful life compared to the first one.

Keywords: Vehicular flow, structural condition, flexible pavement.



INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la expansión urbana y el incremento en el número de vehículos han presionado significativamente la infraestructura vial en diversas ciudades alrededor del mundo. Esta realidad no es ajena a la ciudad de Juliaca, especialmente en su zona este, donde el flujo vehicular intenso y constante plantea desafíos cruciales para el mantenimiento y la durabilidad de sus pavimentos flexibles. La eficacia con la que estos pavimentos soportan el tráfico continuo y sus condiciones estructurales son decisivas para determinar su vida útil y, por consiguiente, la calidad de vida de los usuarios y la economía local. La presente investigación se centra en la evaluación del flujo vehicular y el estado estructural de los pavimentos flexibles en las vías principales de la zona este de Juliaca. Este estudio busca no solo identificar la relación entre el flujo vehicular y la degradación del pavimento, sino también evaluar cómo estos factores inciden conjuntamente en la vida útil de las carreteras. La importancia de comprender esta dinámica radica en la capacidad de mejorar las estrategias de mantenimiento y diseño vial, optimizando los recursos y prolongando la vida de la infraestructura. Para abordar esta problemática, la metodología adoptada incluye la recopilación de datos de tráfico vehicular, inspecciones visuales y pruebas para determinar el estado actual de los pavimentos. A través de esta investigación, se pretende contribuir al desarrollo de un modelo predictivo que permita estimar la vida útil de los pavimentos en función de las cargas vehiculares y las condiciones estructurales observadas. El impacto esperado de este estudio es de considerable relevancia para los planificadores urbanos, ingenieros civiles y autoridades locales, ya que proporcionará una base científica para tomar decisiones más informadas respecto a la gestión y renovación de la infraestructura vial. Asimismo, este trabajo aspira a ser un referente para futuras investigaciones y para la implementación de políticas de mantenimiento vial que aseguren una movilidad urbana sostenible y eficiente en Juliaca.



En el capítulo I: Se presentan los objetivo la situación problemática, la justificación del estudio, las delimitaciones e importancia así mismo se encuentran las hipótesis y finalmente las variables

En el capítulo II ; El marco teórico: En esta sección se analizan estudios anteriores y la bibliografía importante para nuestra investigación. También se hace uso del material de referencia y se establece el marco conceptual como base de nuestra investigación.

En el capítulo III; En la sección de metodología de un estudio de investigación se incluye información detallada sobre el tipo de estudio, el grado de estudio, el diseño de la investigación, así como los procedimientos e instrumentos utilizados para la recogida y el análisis de datos. En esta sección también se esboza la estructura fundamental de un estudio de investigación.

Finalmente, en el capítulo IV: Resultados y discusión: En esta sección se resumen y analizan los resultados obtenidos, que servirán de base para las conclusiones y sugerencias que se formen a partir de esta investigación cuando se presenten y discutan.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.

A nivel mundial, el mantenimiento y la gestión de infraestructura vial son desafíos significativos debido al constante aumento del flujo vehicular y la degradación de los pavimentos. Esto afecta directamente la vida útil de las carreteras y genera costos elevados en reparaciones. Según la Organización Mundial del Transporte, aproximadamente el 30% de las carreteras en países en desarrollo muestran signos de deterioro prematuro debido a la falta de evaluaciones estructurales adecuadas y una planificación deficiente del mantenimiento vial. En Perú, el crecimiento acelerado del parque automotor ha puesto una presión considerable en las infraestructuras viales existentes. Informes del MTC indican que más del 40% de las carreteras nacionales presentan deterioro que afecta su funcionalidad y seguridad. La falta de estudios detallados sobre el estado estructural de los pavimentos y su adaptación a las cargas vehiculares actuales contribuye al rápido deterioro y a la reducción de la vida útil de estas vías. En la zona este de Juliaca, las principales vías que soportan un alto flujo vehicular presentan problemas significativos en sus pavimentos flexibles. Observaciones preliminares indican



que la falta de mantenimiento adecuado y la ausencia de evaluaciones periódicas del estado estructural de los pavimentos han llevado a una degradación acelerada. Esto no solo compromete la seguridad de los usuarios, sino que también afecta la eficiencia del transporte en una de las áreas más transitadas de la ciudad, influyendo negativamente en la economía local y en la calidad de vida de los residentes.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera el flujo vehicular y estado estructural de pavimentos flexibles incide en la vida útil en vías principales de la zona este de la ciudad de Juliaca?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuál es el índice medio diario anual expresado en flujo vehicular de las principales vías a nivel de pavimento flexible de la zona este de la ciudad de Juliaca?
2. ¿Cuál es el estado estructural de las principales vías a nivel de pavimento flexible de la zona este de la ciudad de Juliaca?
3. ¿Cuál es la vida útil restante en relación al flujo vehicular y estado estructural de las principales vías a nivel de pavimento flexible de la zona este de la ciudad de Juliaca?

1.3 Justificación de la investigación

1.3.1 Justificación técnica

La justificación técnica de esta investigación se basa en la necesidad de obtener un diagnóstico preciso del estado actual de los pavimentos flexibles en las vías principales de la zona este de Juliaca. A través de la evaluación del flujo vehicular y su impacto en el estado estructural de los pavimentos, se busca desarrollar modelos predictivos que permitan estimar la vida útil de estas estructuras. Esto es esencial para optimizar los



procesos de mantenimiento y rehabilitación, asegurando así una mayor eficiencia en la asignación de recursos y en la planificación de obras públicas.

1.3.2 Justificación económica

Económicamente, el estudio es relevante ya que permite a las autoridades locales y nacionales realizar inversiones más efectivas en infraestructura vial. Al entender cómo el flujo vehicular afecta la vida útil de los pavimentos, se pueden priorizar las intervenciones en las áreas más críticas, reduciendo los costos asociados a reparaciones extensas y frecuentes. Además, mejorar la calidad de los pavimentos puede reducir el coste operativo de los vehículos y minimizar las interrupciones del tráfico, lo que tiene un impacto directo en la economía local.

1.3.3 Justificación social

Socialmente, este estudio impacta directamente en la calidad de vida de los residentes y usuarios de las vías en la zona este de Juliaca. Un mejor entendimiento y mantenimiento de los pavimentos flexibles contribuye a una mayor seguridad vial, reduce los accidentes y mejora la eficiencia del transporte. Esto es fundamental para una ciudad en crecimiento donde la movilidad eficiente y segura es clave para el desarrollo socioeconómico y la integración de sus comunidades.

1.3.4 Justificación ambiental

Desde el punto de vista ambiental, la investigación contribuye al desarrollo de prácticas sostenibles en la construcción y mantenimiento de infraestructura vial. Optimizar el uso de materiales y recursos en el mantenimiento de pavimentos puede reducir la huella de carbono asociada con la construcción y reparación de carreteras. Además, pavimentos bien mantenidos aseguran una menor emisión de partículas debido al desgaste, lo que contribuye a una mejor calidad del aire en áreas urbanas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el flujo vehicular y estado estructural de pavimentos flexibles y su incidencia incide en la vida útil en vías principales de la zona este de la ciudad de Juliaca.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Determinar el índice medio diario anual expresado en flujo vehicular de las principales vías a nivel de pavimento flexible de la zona este de la ciudad de Juliaca.
2. Determinar el estado estructural de las principales vías a nivel de pavimento flexible de la zona este de la ciudad de Juliaca.
3. Estimar la vida útil restante en relación al flujo vehicular y estado estructural de las principales vías a nivel de pavimento flexible de la zona este de la ciudad de Juliaca.

1.5 Importancia y alcance de la investigación

La investigación es crucial porque permite una gestión más eficiente de la infraestructura vial, asegurando que los recursos se utilicen de manera óptima para mantenimientos y mejoras. Esta evaluación impacta directamente en la seguridad vial, reduciendo el riesgo de accidentes y mejorando la calidad de vida de los usuarios. Además, el estudio contribuye a la sostenibilidad ambiental al minimizar la necesidad de reconstrucciones frecuentes y uso intensivo de materiales, lo que es esencial para una urbanización responsable y sostenible.

El alcance de esta investigación se centra en las vías principales de la zona este de Juliaca, abordando un análisis detallado del flujo vehicular y el estado estructural de los pavimentos. Este estudio no solo provee datos valiosos para la planificación y el desarrollo urbano en la región, sino que también beneficia a una amplia gama de interesados,



incluyendo entidades gubernamentales, ingenieros civiles y la comunidad local. Además, los hallazgos pueden ser de gran utilidad para futuras investigaciones y prácticas relacionadas con la infraestructura vial y la planificación urbana.

1.6 Limitaciones y delimitaciones de la investigación

1.6.1 Limitaciones

La investigación enfrenta varias limitaciones que podrían influir en la exhaustividad y la generalización de los resultados. Estas incluyen la disponibilidad y calidad de los datos sobre el flujo vehicular y el estado de los pavimentos en la zona este de Juliaca. Además, las condiciones climáticas y ambientales pueden plantear desafíos logísticos y técnicos durante la recolección de datos y las pruebas de campo. Es importante tener en cuenta estas limitaciones al interpretar los resultados y considerar su aplicabilidad en otros contextos.

1.6.2 Delimitación

La investigación se delimita a las vías principales de la zona este de Juliaca y se centra específicamente en la evaluación de pavimentos flexibles. Se excluyen otros tipos de pavimentos para mantener un enfoque claro y específico en el área de estudio. Además, se establece un período definido para la recolección de datos y el análisis, lo que ayuda a establecer un marco temporal claro para la investigación. Estas delimitaciones proporcionan un contexto claro para la interpretación de los resultados y garantizan que la investigación se enfoque en los aspectos más relevantes y significativos para los objetivos establecidos.



1.7 Hipótesis

1.7.1 Hipótesis general

El flujo vehicular y el estado estructural de los pavimentos flexibles serán deficientes, lo que tendrá un impacto significativo en la vida útil de las vías principales en la zona este de la ciudad de Juliaca.

1.7.2 Hipótesis específicas.

1. El índice medio diario anual de flujo vehicular en las vías principales con pavimento flexible en la zona este de Juliaca será notablemente mayor para los autobuses en comparación con otros vehículos.
2. El deterioro estructural de las principales vías con pavimento flexible en la zona este de Juliaca será evidente, reflejando condiciones deficientes.
3. Se estima que la vida útil restante de las principales vías con pavimento flexible en la zona este de Juliaca será del 50% en comparación con su vida útil inicial.

1.8 Variables

1.8.1 Variable independiente

Flujo Vehicular y Estado Estructural

- Índice medio diario anual
- Propiedades del pavimento flexible

1.8.2 Variable dependiente

Vida Útil de Pavimentos Flexibles

- % de vida restante de un pavimento



1.9 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Independiente					
FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL	El flujo de vehículos y el estado estructural del pavimento influyen en su durabilidad y desempeño.	-Índice medio diario anual de tráfico vehicular (IMDA)	Tráfico vehicular	IMDA promedio por año	Conteos de tráfico, técnicas de evaluación y ensayos en laboratorio
		-Evaluación de propiedades del pavimento flexible	Estado del pavimento	Propiedades del pavimento flexible	
Dependiente					
VIDA ÚTIL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES	La duración estimada de la superficie de pavimento antes de requerir reparaciones o reemplazo debido al deterioro causado por el tráfico y las condiciones climática	- % de vida restante de un pavimento	Durabilidad	% de vida restante del pavimento	% de vida restante del pavimento



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 Antecedentes internacionales

Según Álvarez et al., (2022) en su investigación "Diagnóstico estructural y funcional del pavimento en el tramo de la Av. Unidad Nacional entre Gran Colombia y Av. México", el estado actual de la Avenida Unidad Nacional, una importante vía colectora en la ciudad de Cuenca, ha sido evaluado estructural y funcionalmente debido a su alto tráfico y la necesidad de mantenimiento. Mediante la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), se determinó que la vía tiene un PCI de 67, lo cual indica un estado general bueno del pavimento. Sin embargo, tras un estudio de tráfico para determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) que circula por la avenida, se realizó un diseño de refuerzo con concreto asfáltico utilizando la metodología AASHTO 93, con el objetivo de soportar el tráfico futuro y prolongar la vida útil del pavimento. Tras un levantamiento de información en campo, se concluyó que el pavimento de la Avenida Unidad Nacional requiere intervención para mejorar su condición funcional. Aunque el PCI indica un estado bueno del pavimento en general, se observaron fallas de severidad media y alta en el tramo



compuesto por pavimento rígido, desde la Calle Gran Colombia hasta la Av. 12 de abril, las cuales podrían empeorar y afectar toda la estructura del pavimento. El estudio de tráfico reveló un Tráfico Promedio Diario Anual de 26,798 vehículos, incluyendo livianos, buses y camiones. Según las metodologías PCI y AASHTO 93, se determinó que el refuerzo con concreto asfáltico en la Avenida Unidad Nacional debe tener espesores de 17 cm en el tramo de pavimento rígido y 7 cm en el tramo de pavimento flexible, con el objetivo de garantizar la capacidad de soportar el tráfico futuro y prolongar la vida útil del pavimento. Al comparar estos resultados con un estudio de deflectometría realizado por el Municipio de Cuenca, se observa una variación de 5.68 puntos en el PCI y espesores de capas de refuerzo considerablemente mayores en nuestro estudio. Esto se atribuye a restricciones vehiculares durante el estudio de deflectometría en 2020, así como al deterioro progresivo del pavimento debido al paso del tiempo y la carga vehicular.

Según Bravo, (2023) en su investigación "Evaluación del comportamiento estructural del pavimento flexible en vía Tugaduaja – Engunga del cantón y de la provincia de Santa Elena utilizando la viga Benkelman", ha señalado que en el campo de la ingeniería vial, los problemas que surgen por la subestimación del tráfico o el incremento de cargas vehiculares que no fueron previstas en el diseño de la estructura del pavimento, en conjunto con una inadecuada evaluación estructural durante la construcción, pueden conducir a daños prematuros del pavimento. Con el fin de analizar el comportamiento estructural existente del pavimento flexible en la carretera entre Tugaduaja y Engunga, se utilizará la viga Benkelman para medir las deflexiones del pavimento. Esta investigación tiene por objeto lograr este propósito. Para ello, se realizó una investigación de campo en la que se obtuvieron mediciones de las deformaciones utilizando la viga Benkelman. Además, se llevó a cabo un estudio analítico en el que se determinaron las deflexiones características utilizando los criterios de Huang y el radio de curvatura. Para determinar si existían o no discrepancias importantes, estos resultados se compararon con los obtenidos mediante el uso del software de diseño DEPAV. Sobre la base de los resultados, se



determinó que el estado de la carretera se clasifica como tipo II (regular) según el criterio de Huang. Sin embargo, cuando se analizaron los resultados del programa DEPAV, se consideró que el estado de la carretera era de tipo I (bueno). En cuanto a los radios de curvatura, se descubrió que los radios críticos para el carril derecho eran de 160 metros, y para el izquierdo, de 120 metros. Estos valores son superiores a los permitidos según las normas de diseño. En conclusión, se ha comprobado que la metodología de ensayo de vigas Benkelman es un instrumento eficaz para evaluar el comportamiento estructural de pavimentos tanto flexibles como rígidos. Sin embargo, es esencial tener en cuenta las disparidades que existen entre los resultados que se obtienen mediante diversas técnicas de evaluación e interpretarlos con sumo cuidado para llegar a juicios bien fundados sobre el diseño y la gestión de las infraestructuras de firmes.

Según Sepúlveda & Jiménez, (2022) en su investigación "Evaluación de propiedades de resistencia y rigidez en granulares remanentes de estructuras de pavimentos al tratarlos con cal, en Bogotá", la metodología empleada en este estudio es cuantitativa. El estudio se centra en los resultados de un análisis realizado en tres muestras de Material Granular Remanente (GRM) que fueron tratadas con cal. Estas muestras fueron extraídas de vías que estaban siendo rehabilitadas en diferentes localidades de la ciudad de Bogotá. El proyecto de investigación, que se desarrolló en tres etapas, fue completado. Durante la fase inicial del proyecto, se recolectó el material MGR existente en vías que se encontraban actualmente en operación en Bogotá. Adicionalmente, se realizó un estudio de factibilidad para conocer las circunstancias del proyecto, que incluyó el propósito, el marco y la metodología. Las pruebas realizadas en el laboratorio constituyeron la segunda etapa, y su propósito fue caracterizar la sustancia. Se realizaron experimentos de granulometría para determinar el diámetro de las partículas, pruebas de límites de Atterberg para evaluar el índice de plasticidad, pruebas de Eades & Grim para determinar la concentración óptima de cal y pruebas de resistencia a la compresión en muestras con diferentes niveles de cal, que oscilaban entre el 1% y el 6%. En base a los



resultados de estas pruebas, se pudo determinar que el nivel de cal ideal para cumplir con los requisitos de calidad exigidos por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) es del 4%. La MGR, cuando se aplica en esta cantidad, disminuye la fluidez de la fracción fina del suelo al tiempo que aumenta las cualidades resistentes del mismo. Finalmente, el tercer y último paso del proyecto consistió en evaluar los resultados obtenidos. De acuerdo con las normas técnicas de la UDI, se determinó que el material MGR tratado con cal puede utilizarse como árido reciclado (AR) procedente de residuos de construcción y demolición (RCD) en carreteras para vehículos, pasos de peatones y vías ciclistas. Se llegó a esta conclusión tras tomar en consideración el material.

2.1.2 Antecedente nacional

Según Benito, (2020) en su investigación "Comparación de las estimaciones de la vida útil remanente del pavimento flexible en el tramo T'icapata – Pumamarca, obtenidas mediante evaluaciones funcional y estructural en la carretera ENACO – Abra Ccorao", se examinó el vínculo entre los cálculos de vida útil remanente del pavimento flexible. Para ello se utilizó una evaluación funcional con mira topográfica y nivel, además de una evaluación estructural realizada con la Viga Benkelman. Como parte de la evaluación funcional del pavimento topografiado y nivelado, se desarrollaron perfiles longitudinales a una distancia de 1,10 metros del borde del pavimento tanto en los carriles de subida como de bajada. El (IRI) puede calcularse con la ayuda del programa ProVAL 3.61.30, y estos perfiles cumplen los requisitos que se consideran aceptables. Se determinó que el IRI para ambos carriles era de 4,596 metros por kilómetro en promedio, con valores particulares de 4,007 metros por kilómetro en el carril ascendente y 5,184 metros por kilómetro en el carril descendente. Se determinó que un índice de servicio actual (PSI) de 2,17 era el valor adecuado para determinar si el segmento de pavimento era apto o no para el tráfico. Este índice de serviciabilidad se utilizó para indicar que el pavimento flexible investigado tenía una vida útil remanente del 32,9%. Esto se logró mediante la aplicación de la metodología de distribución de Weibull. Con el fin de realizar un diagnóstico de la respuesta estructural



del pavimento mediante deflectometría con la viga Benkelman, se registraron deflexiones a intervalos de 200 metros en cada carril, con un intervalo de muestreo de 100 metros. Posteriormente, se realizó un análisis deflectométrico de gabinete de acuerdo con la metodología del MTC - CONREVI. Dentro de este análisis se obtuvieron los parámetros de Radio de Curvatura (95.5 metros), Deflexión Característica (3.66 milímetros) y Deflexión Permisible (1,144 milímetros). De acuerdo con estos criterios, la estructura del pavimento se clasifica como agotada o como que ha satisfecho los Ejes Equivalentes de Carga para los que fue prevista. Se observó una discrepancia considerable en los porcentajes de vida útil remanente entre las estimaciones estructurales y las estimaciones funcionales, y se comprobó que esta diferencia era superior al 10% que se proporcionó en un principio como hipótesis general.

Según Arteaga & Luna, (2022), en su investigación " Valoración estructural del pavimento flexible en el tramo Puente Lampanin – Psj. Las Flores, Jimbe, 2021" el objetivo principal de su estudio fue examinar la estructura del pavimento flexible en el tramo mencionado. Además de ser no experimental, transversal, descriptivo y explicativo, el diseño del estudio también fue definido como descriptivo y explicativo. La muestra incluyó toda la trayectoria de la infraestructura viaria. Los hallazgos que se obtuvieron tras la evaluación mostraron que el Índice de Condición del Pavimento (ICP) fue de 39%, y el valor del Índice Visual de Rugosidad de Servicio (VIZIR) fue de 5. Se asignó una categorización «MALA» al estado del pavimento según ambas metodologías de evaluación, tal y como demostraron ambos hallazgos. Además, se observó que los espesores de la base y subbase del pavimento existente variaban entre 20 y 22 centímetros, y el espesor del ligante asfáltico oscilaba entre 2 y 3 centímetros, con un contenido medio de asfalto del 3,54%. Se trata de un resultado significativo. En cuanto a las pruebas realizadas para determinar la capacidad portante del suelo, se descubrió que el valor mínimo del CBR al 95% de la Densidad Seca Máxima (DMS) era del 21,8%. A partir de los estudios realizados, se determinó construir el paquete estructural de acuerdo



con las normas de diseño, lo que exigía considerar una capa asfáltica de 5,08 centímetros de espesor y una cimentación de 25 centímetros de profundidad. El objetivo de este diseño es mejorar las condiciones estructurales del pavimento flexible en el segmento examinado.

Medrano & Rimachi, (2020) en su estudio titulado "Valoración técnica de la infraestructura vial en el tramo Tinta - San Pedro de la carretera Cusco - Sicuani, 2019", Se llevó a cabo una evaluación estructural detallada, permitiendo determinar el estado actual del pavimento de dicho tramo. El área de estudio incluye la carretera nacional PE 3S que conecta las provincias de Cusco y Sicuani, específicamente entre los kilómetros 10+910 y 13+430, situada en los distritos de Tinta y San Pedro de la provincia de Canchis, departamento de Cusco. La metodología empleada incluyó la inspección de dieciséis orificios en la carpeta asfáltica, además de siete pruebas de CBR para la base y siete para la subbase. Asimismo, se extrajeron dieciséis muestras para análisis cuantitativo de asfalto y pruebas de gravedad específica bulk, y se llevaron a cabo ochenta evaluaciones para la determinación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), junto con dos calicatas en los márgenes para medir el espesor del paquete estructural. El muestreo no probabilístico fue seleccionado por ser el más adecuado dadas las condiciones de costo y facilidad de acceso a las muestras. Los resultados revelaron que, de las 19 fallas posibles según la metodología, se identificaron 10 en la superficie de rodadura, predominando las grietas longitudinales y transversales, que representaron el 38.6% de las fallas y abarcaron 1735.07 metros. Este tipo de deterioro es el más significativo, seguido por el patrón piel de cocodrilo, que constituyó el 26.5% de las anomalías observadas. El Índice de Condición del Pavimento promedio fue de 30.69, clasificándose como "MALO". Además, las pruebas de estabilidad y flujo Marshall indicaron que, aunque los valores son óptimos, los porcentajes de asfalto cumplen con los estándares del Instituto del Asfalto. Sin embargo, los valores promedio de CBR para la base (49.85%) y la subbase (26.37%) no cumplen con las capacidades mínimas de carga vehicular recomendadas por el manual. El tráfico



predominante fue identificado como combis rurales (23.80%) y automóviles (15.34%). Los cálculos basados en el número de ejes equivalentes de 10006.64 sugirieron un espesor mínimo necesario de concreto asfáltico de 2.5 cm y de base granular de 10 cm.

2.1.3 Antecedente local

Según Mamani & Pilco, (2021) en su investigación "Inspección técnica del pavimento flexible en la Av. Circunvalación - Puno, 2021, mediante deflectometría e índice de regularidad IRI", el objetivo principal de la investigación fue determinar la vida remanente del pavimento flexible empleando las técnicas de la Viga de Benkelman y el Índice Internacional de Rugosidad (IRI). Se realizaron cálculos para determinar que la vida remanente de los ejes es de nueve años, con un equivalente de 2,706,554.4 ESAL de ejes equivalentes a 8.2 toneladas. Se utilizó la metodología de investigación y el diseño fue de tipo cuasi-experimental. La avenida Circunvalación - Puno, que tiene una longitud total de 5.0 kilómetros, fue la población investigada, y la muestra abarcó un segmento de 2.0 kilómetros, iniciando en el km 0+740 y culminando en el km 2+740. Según el resultado del IRI, que fue de 4,14 metros por kilómetro, el pavimento es bastante antiguo. Sin embargo, de acuerdo con la ESAL de diseño, se determinó una deflexión permitida de 80×10^{-2} mm. La viga Benkelman, por su parte, midió deflexiones de 130×10^{-2} mm para el carril derecho y de 129×10^{-2} mm para el izquierdo. Estas mediciones indican que el pavimento se encuentra en estado de fatiga, ya que las deformaciones superan los parámetros admisibles. Finalmente, tras realizar un análisis de la superficie y estructura del pavimento, se concluyó que es suficiente un mantenimiento periódico, con un espesor de 3,5 centímetros, sobre todo teniendo en cuenta que el pavimento se acerca al final de su vida útil. Esta conclusión sugiere que es necesario programar operaciones de mantenimiento para mantener la funcionalidad de la carretera y garantizar que siga siendo segura.

Según Quilla, (2022) en su investigación "Investigación sobre el impacto de los agentes externos en la longevidad del pavimento flexible en la carretera Juliaca - Calapuja,



Puno, 2022”, el objetivo principal de esta investigación fue determinar los factores externos que influyen en el Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible. Para el desarrollo del estudio se utilizó un diseño de investigación cuasi-experimental, el cual se llevó a cabo utilizando una técnica aplicada. La carretera asfaltada que da acceso a la región Juliaca en la Provincia de San Román, Departamento de Puno, fue la población objeto de la investigación. En la Red Vial Nacional PE-3S Juliaca - Calapuja, se eligió una medida muestral de 17.4 kilómetros y un segmento de estudio de 2 kilómetros que se extiende desde el km1301+000 hasta el km1303+000 en ambos sentidos. La deflectometría empleando la prueba de viga Benkelman no destructible, de acuerdo con la norma o especificación E 1002-2000 del MTC, y la técnica del Índice de Condición del Pavimento (PCI), que se basó en la norma ASTM 6433-07, fueron las dos metodologías que se utilizaron para evaluar la condición del pavimento. Con la ayuda de estas metodologías, fue posible determinar el estado de la superficie, la condición y el comportamiento estructural del pavimento flexible, teniendo en cuenta el impacto de elementos como el tráfico, la carga y el clima. Con base en los resultados de la investigación, se determinó un Índice Medio Diario Anual (IMDa) de 6476 vehículos por día, un Eje Equivalente (ESAL) de 2,554287.37 para una vida remanente de 11 años, un PCI promedio de 57 (buen estado), una deflexión característica de $80.03 \times 10^{-2\text{mm}}$, una deflexión permisible de $82 \times 10^{-2\text{mm}}$ y una deflexión promedio de $66.79 \times 10^{-2\text{mm}}$. Para identificar los efectos de los parámetros que influyen en el ciclo de vida útil del pavimento flexible, se realizó un estudio estadístico. Como conclusión, la carretera presentaba una subrasante en buen estado, un ligante de buen comportamiento y un estado superficial suficiente. Para el pavimento flexible, se aconsejó realizar un mantenimiento rutinario equivalente a 3.503.007,70 ejes para una vida útil restante de 11 años, y aplicar un refuerzo de 1,52 cm para prolongar la vida útil del pavimento.

Según Ibañez & Coaquira, (2021), en su investigación “Revisión del desempeño del pavimento flexible con ensayos destructivos y convencionales en la vía Azángaro –



Salinas, Km 0+000 al 3+000, Puno 2021", tiene como objetivo evaluar los pavimentos flexibles utilizando métodos destructivos y convencionales. La técnica de investigación que se utilizó en esta investigación fue aplicada, y utilizó un enfoque cuantitativo y un diseño cuasi-experimental. Para llevar a cabo la evaluación, se tomó una muestra de tres kilómetros de toda la carretera, que constituye la población de estudio. La ruta tiene una longitud de nueve kilómetros. Los resultados obtenidos sugieren que, de acuerdo con la técnica de Merlin, se obtuvo un PSI de 3,41, lo que indica que la capacidad de servicio se considera satisfactoria. Además, se detectaron CBR clave en las capas de la estructura de pavimentación, y los espesores descubiertos sobre el terreno permitieron construir una estructura conforme a las normas. Según los resultados del método de extracción de testigos, se cumple la norma MTC-14 en cuanto al porcentaje de asfalto en todos y cada uno de los kilómetros ensayados, y el factor de rigidez se ajustaba a la norma EG-2013 en todos y cada uno de los casos. En conclusión, los resultados demuestran que la pavimentación alcanza el máximo nivel de servicio posible y que se cumplen las leyes vigentes para el diseño y construcción de pavimentos. Esto demuestra que el pavimento está en condiciones satisfactorias y corresponde a los criterios de calidad necesarios.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Pavimento

Estructuras formadas por capas de distintos materiales construidas sobre el suelo natural para facilitar el tránsito cómodo (Florez, 2023). Los pavimentos son superficies duraderas que se construyen para proporcionar un camino estable y adecuado para el tráfico vehicular y peatonal. Los pavimentos se diseñan para soportar las cargas impuestas por el tráfico y las condiciones climáticas, minimizando el desgaste y la degradación a lo largo del tiempo (Flores, 2023).



El pavimento constituye una estructura diseñada para el tránsito vial, compuesta por múltiples capas de materiales cuidadosamente seleccionados que se ubican sobre la subrasante. Esta estructura está diseñada para soportar las fuerzas ejercidas tanto por el tráfico como por factores ambientales. Además, tiene la capacidad de distribuir las cargas de manera que el suelo base solo experimente esfuerzos y deformaciones dentro de límites aceptables. Su función es facilitar un tránsito vehicular que sea rápido, cómodo, seguro y eficiente en términos de costos (Quispe, 2022).

Para que los pavimentos cumplan eficazmente con sus funciones esenciales, deben presentar las siguientes características clave:

- Capacidad para soportar las cargas derivadas del tráfico sin deteriorarse.
- Resistencia frente a las condiciones adversas del clima.
- Superficie con una textura que proporciona suficiente fricción para prevenir deslizamientos, a la vez que es resistente al desgaste causado por la abrasión de las llantas.
- Longevidad y durabilidad en su estructura.
- Diseño que asegure un drenaje eficiente.
- Coste efectividad en su construcción y mantenimiento.
- Coloración adecuada para minimizar reflejos y deslumbramientos, mejorando así la seguridad vial (Medina et al., 2024).

Los pavimentos son diseñados para soportar cargas dinámicas y estáticas generadas por vehículos y peatones. Deben ser capaces de distribuir estas cargas sobre el terreno subyacente de manera uniforme y resistir los efectos del clima y el envejecimiento (Zhao et al., 2024).

Estas superficies están diseñadas con materiales específicos, como hormigón, asfalto u otros compuestos, dependiendo de factores como el clima, el tipo de tráfico y la durabilidad requerida. Los pavimentos no solo proporcionan una superficie transitable, sino que también juegan un papel crucial en la seguridad vial y la eficiencia del transporte (Demir et al., 2023).

2.2.2 Tipos de pavimento

Los tipos de pavimento se pueden clasificar en dos categorías principales: pavimentos flexibles y pavimentos rígidos.

2.2.2.1 Pavimento flexible

Los pavimentos flexibles se caracterizan por su diseño multicapa, compuesto por una capa superior de asfalto que descansa sobre capas de base y subbase, las cuales están formadas por materiales granulares. Estas capas, a su vez, se apoyan sobre el terreno natural. Esta estructura proporciona flexibilidad al pavimento, permitiendo que se adapte a las cargas y movimientos del tráfico, así como a las variaciones del terreno (Vargas, 2019).

El pavimento de tipo flexible se distingue por su capacidad para absorber y distribuir las cargas vehiculares, adaptándose a las deformaciones generadas por el tránsito continuo. A diferencia de los pavimentos de estructura rígida, como los de hormigón, que poseen una configuración sólida y de alta resistencia a la compresión, los pavimentos flexibles están constituidos por múltiples capas superpuestas de materiales con propiedades elásticas, tales como mezclas asfálticas y agregados pétreos. Este diseño permite que las tensiones inducidas por el tráfico se disipen de manera gradual a lo largo de su espesor, reduciendo así el riesgo de fracturas o fallas estructurales prematuras (Zarei et al., 2022).

El pavimento flexible se fundamenta en un sistema de distribución progresiva de las cargas aplicadas sobre su superficie, transfiriéndolas gradualmente a las capas inferiores para minimizar los efectos directos del tráfico y las variaciones térmicas. Esta característica estructural le otorga una notable capacidad de adaptación ante deformaciones inducidas por las cargas dinámicas de los vehículos y los cambios en la temperatura ambiental. Gracias a estas propiedades, este tipo de pavimentación es ampliamente utilizado en vías urbanas y carreteras, ya que presenta una alta resistencia al deterioro por fatiga y evita en gran medida la aparición prematura de grietas o baches, garantizando así una superficie de circulación más uniforme, cómoda y de mayor durabilidad (Kumar et al., 2022).

Desde un punto de vista estructural, el pavimento flexible está compuesto por múltiples capas superpuestas, cada una de las cuales desempeña un papel esencial en la redistribución de las cargas y en la protección del pavimento frente a condiciones ambientales adversas. Generalmente, su configuración incluye una base estructural, una sub-base, una capa intermedia de soporte y una capa de rodadura, cuya función principal es proporcionar un contacto seguro y eficiente para los vehículos que transitan sobre ella. La planificación y ejecución de este tipo de pavimentación se rige por principios de ingeniería vial que toman en cuenta diversos factores determinantes, tales como la magnitud del tráfico proyectado, las características climáticas del entorno y la disponibilidad y calidad de los materiales empleados en su construcción. Estos aspectos son cruciales para garantizar un desempeño óptimo y una vida útil prolongada del pavimento en función de las exigencias del tránsito y las condiciones del terreno (Kumar & Shukla, 2022).

2.2.2.2 Pavimento rígido

El pavimento rígido es una infraestructura vial diseñada a partir de materiales de gran resistencia estructural, como el hormigón, que le confieren una capacidad excepcional



para soportar las cargas dinámicas generadas por el tránsito vehicular. A diferencia de los pavimentos flexibles, los cuales están constituidos por múltiples capas de materiales con cierta elasticidad, el pavimento rígido presenta una configuración monolítica en la que una losa continua se encarga de absorber y redistribuir los esfuerzos generados por el tráfico, disipando las tensiones de manera eficiente a lo largo de toda su estructura (M.g. et al., 2022).

Este tipo de pavimento se caracteriza por ofrecer una superficie de gran durabilidad y elevada resistencia mecánica, lo que le permite soportar cargas pesadas sin sufrir deformaciones significativas. Además, su composición y diseño estructural lo hacen menos vulnerable a la aparición de fallas comunes en otros tipos de pavimentación, como el asentamiento diferencial o la formación de surcos debido al paso constante de vehículos. Asimismo, el pavimento rígido posee una notable capacidad para resistir los efectos de los cambios de temperatura y la exposición prolongada a factores ambientales adversos, minimizando así el impacto del desgaste y prolongando su vida útil (Talkeri & Ravi, 2022)

Gracias a estas propiedades, este tipo de pavimentación es frecuentemente empleado en infraestructuras viales sometidas a tráfico intenso, tales como autopistas, vías urbanas de alto flujo, zonas industriales y pistas aeroportuarias. Su uso se justifica en escenarios donde se requiere una solución de larga duración y un mantenimiento reducido en comparación con alternativas más flexibles. No obstante, su implementación demanda un análisis riguroso de diversos factores, como las condiciones del suelo, los costos de construcción y la planificación de juntas de dilatación para evitar la propagación de grietas, elementos clave en el diseño de pavimentos rígidos eficientes y funcionales (Talkeri & Ravi, 2022)

La construcción de un pavimento rígido implica el vertido de hormigón sobre una base preparada, seguido por el curado y el endurecimiento del material para formar una

losa continua. Esta losa proporciona una superficie de rodadura lisa y uniforme que es resistente al desgaste y requiere menos mantenimiento en comparación con los pavimentos flexibles (Singh & Ghosh, 2022).

Aunque el pavimento rígido ofrece una excelente durabilidad y resistencia, su construcción puede ser más costosa y requerir más tiempo en comparación con los pavimentos flexibles. Además, su diseño y construcción deben realizarse cuidadosamente para evitar problemas como el agrietamiento por contracción y expansión térmica.

2.2.3 Capas del pavimento

a) Subrasante

La subrasante es la capa superior del terreno natural que ha sido preparada mediante procesos de nivelación, perfilado y compactación con el propósito de servir como cimiento estructural para las distintas capas que conforman el pavimento. Su relevancia en la ingeniería vial radica en su función de recibir, soportar y transmitir de manera eficiente las cargas generadas por el tránsito vehicular, distribuyéndolas uniformemente hacia el subsuelo para minimizar impactos negativos en la infraestructura del pavimento y garantizar su estabilidad a largo plazo (Cai et al., 2019).

Desde el punto de vista estructural, la subrasante se posiciona en la base del sistema de pavimentación y constituye el primer nivel de soporte sobre el cual se colocan las capas superiores, incluyendo la sub-base, la base y la capa de rodadura. Esta superficie puede estar compuesta por suelo natural en su estado original o por un terreno previamente excavado y acondicionado. Su calidad y resistencia juegan un papel clave en la eficiencia del pavimento, ya que un suelo inadecuado o de baja capacidad portante puede generar asentamientos diferenciales, deformaciones o fallas prematuras en la estructura (Mukiza et al., 2019).

Para que la subrasante cumpla eficazmente su función, es imprescindible que presente una resistencia suficiente para soportar las cargas impuestas por el tráfico vehicular sin experimentar hundimientos o desplazamientos excesivos. Asimismo, debe poseer una adecuada capacidad de drenaje para evitar la acumulación de humedad, la cual podría debilitar su estabilidad estructural y acelerar el deterioro del pavimento. Un diseño óptimo de la subrasante implica la evaluación detallada de sus propiedades geotécnicas, como la compactación, la cohesión del suelo y su capacidad de carga, con el objetivo de garantizar un comportamiento uniforme bajo las condiciones de carga esperadas. La implementación de técnicas de mejoramiento del suelo, como la estabilización con materiales adicionales o el refuerzo con geotextiles, puede ser necesaria en casos donde la calidad del terreno no cumpla con los estándares requeridos (Hasan et al., 2018).

La preparación adecuada de la subrasante implica la compactación del suelo para mejorar su capacidad de carga y estabilidad. Además, es importante realizar un drenaje adecuado para evitar problemas de humedad que puedan debilitar la subrasante con el tiempo (Cai et al., 2019).

b) Subbase

La subbase, por su parte, se ubica sobre la subrasante y no requiere materiales tan exigentes, dado que los esfuerzos verticales que soporta son mayores en la superficie y disminuyen con la profundidad. Su función principal es proteger la base en pavimentos flexibles o las losas en pavimentos rígidos, actuando como una capa de drenaje y anticontaminante. Además, puede tener una función secundaria resistente, especialmente en pavimentos flexibles, pudiendo ser granular o estabilizada (Li et al., 2018).

Dentro de la estructura del pavimento, la subbase se encuentra situada inmediatamente por encima de la subrasante y por debajo de la capa base, desempeñando



un papel fundamental en la estabilidad y el rendimiento del sistema de pavimentación. Su función principal es proporcionar un soporte estructural adicional, reforzando la capacidad portante del pavimento y optimizando su eficiencia en términos de resistencia y durabilidad. Además, esta capa cumple una tarea esencial en la mejora del drenaje, permitiendo la evacuación eficiente del agua y evitando la acumulación de humedad que podría comprometer la integridad del pavimento a lo largo del tiempo (Li et al., 2018).

La subbase está constituida principalmente por materiales granulares seleccionados, tales como grava, piedra triturada o incluso materiales reciclados de alta resistencia. Estos elementos se disponen y compactan sobre la subrasante con el propósito de crear una base uniforme y estable antes de proceder con la colocación de la capa base. La adecuada compactación y distribución de los materiales en esta capa es crucial para garantizar su efectividad en la mitigación de cargas dinámicas y estáticas provenientes del tráfico vehicular.

Una de las principales ventajas de la subbase es su capacidad para redistribuir las cargas que actúan sobre el pavimento de manera homogénea, evitando la transmisión directa de esfuerzos excesivos hacia la subrasante. Este mecanismo contribuye significativamente a reducir el riesgo de asentamientos diferenciales, deformaciones plásticas y fallas estructurales prematuras en el pavimento. Adicionalmente, la subbase proporciona una superficie nivelada y resistente que facilita la colocación y compactación de las capas superiores, optimizando el desempeño del pavimento en términos de resistencia a la fatiga y estabilidad estructural. En consecuencia, su correcto diseño y construcción influyen directamente en la vida útil de la infraestructura vial y en la eficiencia del mantenimiento a lo largo del tiempo (Kermani et al., 2018).

La selección de materiales para la subbase depende de diversos factores, como el tráfico esperado, las condiciones climáticas y la disponibilidad de materiales locales. Es

importante que la subbase esté bien compactada para garantizar su estabilidad y resistencia a largo plazo.

c) Base

La base es la capa principal en los pavimentos flexibles y puede reemplazar a la subbase en pavimentos rígidos. Puede estar compuesta por agregados aglomerados con cemento Portland o suelos sin aglomerar. Su función es soportar adecuadamente las cargas vehiculares transmitidas a través de la carpeta y distribuir los esfuerzos a la subbase o subrasante, evitando deformaciones perjudiciales (Li et al., 2018).

La base de un pavimento es una capa esencial que se encuentra justo encima de la subbase y debajo de la capa de rodadura en la estructura del pavimento. Su función principal es proporcionar soporte estructural y distribuir las cargas del tráfico de manera uniforme a través del pavimento. La base se compone típicamente de materiales granulares como grava, piedra triturada o material reciclado, que se colocan y compactan sobre la subbase antes de la instalación de la capa de rodadura (Ibañez & Coaquira, 2021).

La base implica que esta capa contribuye significativamente a la resistencia y estabilidad del pavimento. Al distribuir las cargas del tráfico de manera uniforme, la base ayuda a prevenir deformaciones y hundimientos en el pavimento, lo que prolonga su vida útil y reduce la necesidad de mantenimiento.

Además de proporcionar soporte estructural, la base también actúa como una capa de transición entre la subbase y la capa de rodadura. Esto significa que la base debe tener una superficie nivelada y estable para permitir una colocación adecuada de la capa de rodadura y garantizar una superficie de rodadura suave y uniforme (Vargas, 2019).

La selección de materiales para la base depende de varios factores, como el tráfico esperado, las condiciones climáticas y la disponibilidad de materiales locales. Es importante que la base esté bien compactada durante la construcción para asegurar su estabilidad y resistencia a largo plazo.

d) Carpeta de rodadura

Finalmente, la carpeta de rodadura es la capa más superficial del pavimento, diseñada para proporcionar una superficie suave al deslizamiento y resistente al desgaste. Puede construirse con ripio o pavimento, facilitando la circulación de vehículos de manera cómoda y rápida gracias a su firmeza y superficie homogénea. La carpeta de rodadura, también conocida como capa de rodadura, es la capa superior y visible de un pavimento que está diseñada para soportar el tráfico vehicular y proporcionar una superficie de conducción segura y cómoda. Esta capa es la que está en contacto directo con los neumáticos de los vehículos y, por lo tanto, está sujeta a un desgaste considerable (Ibañez & Coaquira, 2021).

La carpeta de rodadura implica que esta capa debe ser duradera, resistente al desgaste, antideslizante y capaz de soportar las condiciones climáticas y las cargas del tráfico. Para lograr estas características, la carpeta de rodadura suele estar compuesta por materiales específicos, como asfalto modificado, mezclas asfálticas densas, mezclas asfálticas abiertas, hormigón asfáltico, entre otros (Vargas, 2019).

La selección del tipo de material para la carpeta de rodadura depende de varios factores, incluyendo el volumen de tráfico, el clima local, la disponibilidad de materiales y el presupuesto disponible. Además, la carpeta de rodadura puede ser diseñada con diferentes texturas y patrones de relieve para mejorar la seguridad vial al proporcionar un mejor agarre y drenaje del agua de lluvia.

La construcción y mantenimiento adecuados de la carpeta de rodadura son fundamentales para garantizar la seguridad y la funcionalidad del pavimento. Esto implica la aplicación precisa de los materiales, el control de la compactación y el espesor, así como el mantenimiento regular para reparar grietas, baches y otros defectos que puedan comprometer la integridad del pavimento (Mamani & Pilco, 2021).

2.2.4 Función de las capas de los pavimentos flexibles

La subrasante, subbase y base son componentes esenciales en la estructura de un pavimento, cada uno cumpliendo funciones específicas para optimizar tanto el rendimiento como la economía del pavimento (Mamani & Pilco, 2021).

Subrasante: Actúa como fundamento del pavimento, soportando directamente todas las capas superiores. Según su composición y ubicación, la subrasante puede ser de roca, suelo o una combinación de ambos, y debe proporcionar una base sólida y estable para las capas subsiguientes (Mamani & Pilco, 2021).

Subbase:

- **Función Económica:** La subbase permite una reducción en el uso de materiales más costosos al disminuir el espesor necesario para que la subrasante soporte las cargas sin exceder su capacidad de resistencia.
- **Capa de Transición:** Evita la mezcla de materiales entre la base y la subrasante, actuando como filtro para prevenir la contaminación de la base por partículas finas provenientes de la subrasante.
- **Disminución de Deformaciones:** Absorbe variaciones volumétricas de la subrasante causadas por cambios de humedad o temperatura, protegiendo así la integridad estructural del pavimento.



- **Distribución de Esfuerzos:** Ayuda en la disipación de cargas transmitidas hacia la subrasante, reduciendo las presiones a niveles más manejables (Mamani & Pilco, 2021).

Base:

- **Función Económica:** Similar a la subbase, la base proporciona un medio costo-efectivo para soportar y distribuir las cargas generadas por el tráfico antes de que lleguen a la subrasante.
- **Drenaje:** Fundamental para manejar la infiltración de agua y prevenir el ascenso capilar de humedad.
- **Distribución de Esfuerzos:** Principalmente absorbe y distribuye esfuerzos horizontales generados por el tráfico, minimizando la transmisión de tensiones a la subrasante.
- **Resistencia:** Ofrece la resistencia necesaria para transmitir las cargas a la subbase y subrasante en intensidades adecuadas (Mamani & Pilco, 2021).

Carpeta Asfáltica:

- **Superficie de Rodamiento:** Proporciona una superficie uniforme, estable y segura para el tránsito, optimizando la textura y el color para evitar reflejos y deslumbramientos.
- **Impermeabilidad:** Diseñada para limitar la penetración de agua, protegiendo las capas subyacentes.
- **Distribución de Esfuerzos:** Gestiona los esfuerzos de compresión y tensión generados por las cargas vehiculares, disipándolos eficazmente para prevenir daños estructurales como el agrietamiento (Mamani & Pilco, 2021).



2.2.5 Estado estructural de un pavimento

El análisis estructural de un pavimento constituye un procedimiento exhaustivo destinado a evaluar su capacidad de carga y la estabilidad de las distintas capas que conforman su estructura. Este proceso es fundamental para determinar la eficiencia y resistencia del pavimento frente a las cargas dinámicas impuestas por el tránsito vehicular, así como para identificar posibles fallas que puedan comprometer su desempeño a largo plazo. Para llevar a cabo esta evaluación, se emplea una combinación de recopilación de datos, pruebas de campo y análisis detallados, los cuales permiten cuantificar la resistencia mecánica y la durabilidad del pavimento bajo diversas condiciones de carga y factores ambientales (Balarezo, 2017).

El estudio estructural de un pavimento implica un examen minucioso de su comportamiento frente a los esfuerzos a los que está sometido, considerando tanto la superficie de rodadura como las capas que la sustentan. Este análisis busca identificar la capacidad del pavimento para resistir deformaciones, fisuras, grietas y otros tipos de deterioro que puedan afectar su funcionalidad, seguridad y vida útil. En este sentido, no solo se estudia la capa superficial expuesta al tránsito, sino también los estratos inferiores, tales como la base, la subbase y la subrasante, cada uno de los cuales desempeña un papel clave en la distribución de las cargas y en la estabilidad general de la estructura vial (Ccasani & Ferro, 2017).

El desempeño estructural de un pavimento depende de múltiples factores, incluyendo la calidad y compactación de los materiales empleados, la magnitud y frecuencia del tráfico al que está sometido, y las condiciones ambientales del entorno. La evaluación estructural permite detectar deficiencias en cualquiera de estos aspectos y proporcionar información crucial para la toma de decisiones en materia de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción del pavimento. A través de ensayos específicos, como la medición de deflexiones, el uso de equipos de impacto y el análisis de las propiedades

mecánicas de los materiales, es posible obtener un diagnóstico preciso del estado estructural de la vía y establecer estrategias efectivas para optimizar su rendimiento y prolongar su durabilidad.

La evaluación estructural de un pavimento puede incluir diferentes técnicas y métodos, como:

- Inspecciones visuales: Observación directa de la superficie de rodadura y sus características, como grietas, baches, deformaciones y desgaste.
- Pruebas no destructivas: Utilización de herramientas y equipos especializados, como deflectómetros de impacto, deflectómetros de placa, y ultrasonido, para evaluar la resistencia y la capacidad estructural del pavimento sin dañarlo.
- Pruebas de laboratorio: Análisis de muestras de núcleos de pavimento obtenidas en el campo para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales utilizados en la construcción del pavimento.
- Modelado computacional: Utilización de software de ingeniería para simular el comportamiento del pavimento bajo diferentes condiciones de carga y predecir su desempeño futuro.

El resultado de la evaluación estructural proporciona información valiosa para la toma de decisiones relacionadas con el mantenimiento, la rehabilitación y la gestión de activos viales. Permite identificar las áreas problemáticas que requieren intervención y ayuda a priorizar las acciones necesarias para mantener la seguridad y la funcionalidad del pavimento a lo largo de su vida útil (Flores, 2023).

2.2.6 Flujo de tránsito

Las características fundamentales del flujo vehicular se articulan alrededor de tres variables principales: flujo, velocidad y densidad. La comprensión y la manipulación de



estas variables son esenciales para analizar y mejorar la corriente de tráfico en cualquier sistema vial. A continuación, desglosaremos estos conceptos y su interrelación para entender mejor cómo se pueden aplicar para optimizar el funcionamiento de las redes viales (Picoy, 2021).

El flujo de tráfico se refiere al movimiento de vehículos y peatones en una red vial o área específica durante un período de tiempo determinado. Este flujo puede variar en función de diversos factores, como la hora del día, el día de la semana, eventos especiales, condiciones climáticas, obras viales y la infraestructura disponible.

El tráfico implica entender cómo se distribuyen y se desplazan los diferentes tipos de vehículos en una red vial, incluyendo automóviles, camiones, autobuses, bicicletas y peatones. Se estudia con el fin de analizar y mejorar la eficiencia, la seguridad y la capacidad de la infraestructura vial (Avalos, 2021)

Existen varias medidas y parámetros para caracterizar y evaluar el flujo de tráfico, como la densidad vehicular (cantidad de vehículos por unidad de longitud de carretera), la velocidad media, la tasa de flujo (cantidad de vehículos que pasan por un punto específico en un período de tiempo) y la capacidad vial (máxima cantidad de vehículos que pueden pasar por una carretera en condiciones ideales) (Misari, 2021).

El flujo de tráfico puede clasificarse en diferentes patrones, como el flujo libre (cuando los vehículos pueden moverse a la velocidad deseada sin restricciones), el flujo interrumpido (debido a señales de tráfico, semáforos o congestión), y el flujo congestionado (cuando la cantidad de vehículos excede la capacidad de la carretera, lo que resulta en una disminución significativa de la velocidad y la eficiencia) (Misari, 2021).



El estudio del flujo de tráfico es fundamental para el diseño, la planificación y la gestión eficiente de las redes viales, así como para la implementación de medidas de control de tráfico, como semáforos, señales de tráfico, rotondas y sistemas de transporte público, con el objetivo de mejorar la movilidad y la seguridad vial (Coto, 2016).

ESAL

Para desarrollar un diseño adecuado de pavimento vial, es imprescindible estimar la cantidad de repeticiones de cada grupo de ejes de carga a lo largo del periodo de diseño. Esta estimación inicial se puede derivar de diversas fuentes como mediciones directas en campo, estaciones de conteo automático, peajes o incluso comparando con vías similares a la del proyecto. Generalmente, el tráfico inicial considera la suma de los vehículos en ambos sentidos de circulación y necesita ser ajustado mediante factores que consideren la dirección predominante y la distribución entre los carriles. Posteriormente, para el cálculo del diseño se debe utilizar un promedio de tráfico ajustado por un factor de crecimiento proyectado para el periodo de diseño (Ccasani & Ferro, 2017).

Se refiere a una medida utilizada en ingeniería de pavimentos para cuantificar el daño causado por vehículos de diferentes pesos y configuraciones en una carretera. Básicamente, el ESAL proporciona una manera de estandarizar el daño que causa un vehículo en términos de la cantidad de carga equivalente que representa un solo eje estándar. Esta medida es fundamental para diseñar y mantener carreteras de manera efectiva, ya que permite evaluar cómo diferentes tipos de vehículos afectan a la durabilidad y la vida útil de la infraestructura vial. El ESAL se utiliza en el diseño de pavimentos, en el cálculo de la capacidad de carga de las carreteras y en la planificación de mantenimiento para garantizar una gestión eficiente de la red vial (Ocaña & Cruz, 2019).

IMDA

El IMDA, o Índice Medio Diario Anual, es una medida clave utilizada en el ámbito del transporte y la planificación vial para evaluar el volumen de tráfico en una determinada carretera o ruta a lo largo de un año. Se calcula promediando el flujo de vehículos registrado en un punto de la vía a lo largo de todos los días del año.

Este índice proporciona una visión general de la cantidad de tráfico que experimenta una carretera en un período de tiempo prolongado, lo que es fundamental para la planificación y el diseño de infraestructuras viales eficientes y seguras. El IMDA se utiliza en la determinación de la capacidad de carga de una carretera, en la evaluación de la necesidad de mejoras o expansiones en la infraestructura vial, y en la planificación de proyectos de construcción y mantenimiento para garantizar un flujo de tráfico fluido y seguro. Además, el IMDA puede ser un indicador importante para la implementación de medidas de gestión del tráfico y de seguridad vial (Fernandez & Zagal, 2020).

2.2.7 Vida útil de un pavimento

El periodo de análisis es una ventana de tiempo específicamente definida durante la cual se busca evitar cualquier reconstrucción de la carretera. Por otro lado, el periodo de diseño estructural se caracteriza por ser una fase en la cual se anticipa, con una alta confianza, que no será necesario realizar mantenimientos estructurales. Para alcanzar el objetivo de diseñar el pavimento más adecuado, es esencial evaluar cómo se espera que este funcione a lo largo del periodo de análisis, considerando el valor presente de los costos totales. La formulación de la estrategia de diseño debe tomar en cuenta la relación entre el deterioro del pavimento y el tiempo, así como el número acumulado de ejes equivalentes. Esta relación típicamente indica una reducción progresiva en la calidad de la circulación a medida que pasa el tiempo y se incrementa el número de ejes, lo que es crucial para determinar la vida útil esperada del pavimento y planificar adecuadamente su mantenimiento y sustitución (Mendoza, 2019).



La vida útil estimada de un pavimento es un componente crucial en su diseño, pudiendo variar entre 5, 10 o 20 años. Esta decisión afecta directamente las propiedades físicas y estructurales del pavimento, así como su viabilidad económica. Un pavimento diseñado para una vida útil más larga, por ejemplo, requerirá materiales y técnicas de construcción que puedan soportar el desgaste prolongado, lo que podría incrementar los costos iniciales, pero reducir los gastos en mantenimiento a largo plazo (Sandoval, 2018).

Además, la vida útil del pavimento puede verse significativamente impactada por cambios en los patrones de tráfico o modificaciones en las regulaciones viales, especialmente si se aumentan las cargas máximas permitidas por eje. Un incremento en la carga de tráfico o en el peso de los vehículos que transitan la vía puede acelerar el deterioro del pavimento, reduciendo su vida útil prevista y, por consiguiente, aumentando la frecuencia y el costo de las necesidades de mantenimiento y reparación. Por lo tanto, es fundamental que los ingenieros consideren estos factores de riesgo al diseñar y planificar la infraestructura vial para asegurar su durabilidad y eficiencia económica a lo largo del tiempo.

2.2.8 Vida remanente

La vida remanente de un pavimento se refiere al período de tiempo restante durante el cual se espera que el pavimento mantenga su funcionalidad dentro de los estándares aceptables antes de requerir una rehabilitación o reconstrucción completa. Es una medida de la durabilidad restante del pavimento y se utiliza para evaluar su estado y planificar las actividades de mantenimiento y gestión de activos viales (Recuay, 2021).

La vida remanente de un pavimento se calcula considerando diversos factores, como el estado actual del pavimento, la tasa de deterioro esperada, el volumen de tráfico, las condiciones climáticas, el tipo de material utilizado y el nivel de servicio deseado. Se utiliza información recopilada a través de inspecciones visuales, evaluaciones estructurales

y pruebas de campo para estimar cuánto tiempo más el pavimento puede proporcionar un nivel aceptable de servicio antes de requerir intervenciones mayores (Recuay, 2021).

El concepto de vida remanente es fundamental en la gestión de activos viales, ya que ayuda a optimizar la asignación de recursos y a priorizar las acciones de mantenimiento y rehabilitación. Al comprender cuánto tiempo queda de vida útil en un pavimento, las agencias viales pueden tomar decisiones informadas sobre cuándo y cómo intervenir para maximizar la eficiencia y la economía en el mantenimiento de la red vial (Benito, 2020).

La vida remanente de un pavimento es una herramienta importante en la gestión proactiva de activos viales, ya que permite a las autoridades viales planificar y programar las actividades de mantenimiento de manera estratégica, evitando costos excesivos y minimizando las interrupciones en el tráfico. Además, ayuda a garantizar la seguridad vial y la comodidad de los usuarios al mantener el pavimento en condiciones adecuadas de servicio.

2.3 Marco conceptual

➤ EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

La evaluación estructural de una vía se refiere al análisis detallado de la capacidad, estabilidad y seguridad de una infraestructura vial existente. La evaluación busca identificar cualquier deterioro, defecto o daño que pueda afectar la integridad estructural de la vía y su funcionalidad a largo plazo. El proceso de evaluación estructural puede incluir varias técnicas y herramientas, como inspecciones visuales, pruebas de carga, análisis de vibraciones y ensayos de muestro destructivo.



➤ **FLUJO VEHICULAR**

El flujo vehicular se refiere a la cantidad de vehículos que transitan por una red vial o por un punto específico de esa red durante un período determinado. Este término es utilizado principalmente en estudios de ingeniería de tráfico para analizar la densidad, la velocidad y el tipo de vehículos que utilizan una vía, así como para evaluar la capacidad de la infraestructura vial y planificar mejoras o expansiones necesarias.

➤ **PAVIMENTOS**

Los pavimentos son estructuras construidas en las superficies de caminos, calles, carreteras y autopistas para soportar el tráfico vehicular y peatonal. Se diseñan para proporcionar una plataforma estable y duradera que facilite un tránsito seguro y eficiente.

➤ **PAVIMENTOS FLEXIBLES**

Los pavimentos flexibles son estructuras de carreteras que se caracterizan por su capacidad de deformarse y adaptarse a las cargas de tráfico sin romperse. Están compuestos por varias capas de materiales diferentes, cada una cumpliendo una función específica para distribuir las cargas de los vehículos a la subrasante.

➤ **VÍAS**

Es cualquier tipo de camino, calle o carretera diseñada y construida para permitir el tránsito de vehículos, personas o animales. Las vías son una infraestructura fundamental en el transporte y la comunicación dentro de una región, facilitando el movimiento eficiente de bienes y personas entre diferentes puntos.



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de investigación

El enfoque de investigación cuantitativo se caracteriza principalmente por la utilización de datos numéricos para entender fenómenos y establecer patrones de comportamiento en un contexto específico. Este enfoque se basa en la cuantificación de los datos, lo cual permite un análisis estadístico riguroso. Los investigadores que utilizan este método suelen enfocarse en recolectar datos que puedan ser convertidos en números y usados para realizar cálculos y construir modelos estadísticos. La investigación cuantitativa es muy común en las ciencias naturales y sociales, donde se puede aplicar a grandes poblaciones para obtener resultados que sean generalizables a toda la población de interés (Alfonso et al., 2020).

3.2 Método de investigación

El método científico es un enfoque sistemático y riguroso para la investigación que busca entender fenómenos, establecer relaciones causales y desarrollar teorías sólidas basadas en evidencia empírica. Este método es fundamental en todas las disciplinas



científicas y se caracteriza por su estructura organizada. El método científico es crucial porque proporciona un marco ordenado y objetivo para entender el mundo de manera metódica y replicable, asegurando que los conocimientos generados tengan una base sólida en la realidad observada y verificada (Alfonso et al., 2020).

3.3 Tipo de investigación

La investigación aplicada es un tipo de investigación que se enfoca en la aplicación práctica del conocimiento científico para resolver problemas específicos o mejorar procesos en contextos reales. A diferencia de la investigación básica, que busca expandir el conocimiento general sobre fenómenos fundamentales sin un enfoque en aplicaciones prácticas inmediatas, la investigación aplicada está orientada hacia resultados concretos que tienen un impacto directo en la industria. Este tipo de investigación es vital para el progreso tecnológico y social, ya que permite la transferencia de descubrimientos científicos desde el laboratorio hasta situaciones y problemas del mundo real (Baena, 2017).

3.4 Nivel de Investigación

Los niveles de investigación son categorías que describen la profundidad y el enfoque con el que se aborda un fenómeno en particular. Dentro de estos niveles, la investigación explicativa se sitúa como una de las más profundas y complejas, dado que su objetivo principal es determinar las causas de los fenómenos que estudia. La investigación explicativa va más allá de la descripción de características o del establecimiento de relaciones entre variables, como lo hacen los niveles descriptivo y correlacional, respectivamente. Este nivel de investigación busca profundizar en el porqué de los fenómenos, intentando entender las causas subyacentes que explican ciertas conductas, eventos o condiciones (Baena, 2017).



3.5 Diseño de investigación

El diseño de investigación experimental es un enfoque metodológico utilizado en la ciencia para probar hipótesis y establecer relaciones causales entre variables. Este tipo de diseño es considerado el estándar de oro para determinar la causalidad, debido a su capacidad de manipular variables y controlar influencias externas. Los diseños experimentales son poderosos porque proporcionan evidencia sólida de relaciones causales, permitiendo a los investigadores hacer afirmaciones más fuertes sobre cómo una variable afecta a otra, algo crucial en los diferentes campos (Alfonso et al., 2020).

3.6 Población y muestra

3.6.1 Población

La población de investigación se refiere al conjunto total de individuos, eventos o cosas que poseen las características específicas que un investigador está estudiando y sobre las cuales se desea generalizar los resultados del estudio. La población de investigación es esencialmente el grupo completo sobre el cual el investigador desea hacer afirmaciones o conclusiones basadas en la investigación empírica. La adecuada selección y definición de la población son esenciales para la validez y relevancia de cualquier investigación científica.

La población son todas las vías principales de la zona este de la ciudad de Juliaca que están construidas con pavimentos flexibles y están sujetas al flujo vehicular.

3.6.2 Muestra

La muestra de investigación se refiere a un subconjunto de individuos, eventos o elementos que se seleccionan de una población más grande para participar en un estudio. La muestra es representativa de esa población y se utiliza para realizar inferencias o conclusiones sobre la población completa, basándose en los datos recogidos de la



muestra. Seleccionar la muestra correcta es crucial para la validez de los resultados y para la capacidad de generalizar esos resultados a una población más grande.

La muestra son una selección representativa de estas vías principales.

3.6.3 Técnicas para la recolección de datos

- Observación
- Análisis de datos

3.6.4 Instrumentos

- Equipos de laboratorio
- Herramientas de laboratorio

3.7 Validación y de instrumentos y confiabilidad

3.7.1 Validación de instrumentos

La validación de la investigación se refiere al proceso de verificar la exactitud y la confiabilidad de los métodos y resultados de un estudio para asegurar que las conclusiones derivadas son legítimas y fundamentadas. Este proceso es fundamental para establecer la credibilidad de la investigación y para que sus hallazgos sean aceptados por la comunidad científica y otros usuarios de la investigación.

Validación de instrumentos fueron realizadas por el laboratorio.

3.7.2 Confiabilidad de instrumentos

La confiabilidad de los instrumentos de investigación se refiere a la consistencia y estabilidad de las mediciones que proporciona un instrumento al ser utilizado en diferentes ocasiones bajo condiciones similares. Es un aspecto crítico en la metodología de la investigación, ya que un instrumento confiable produce resultados similares de manera repetida, lo cual es esencial para validar las conclusiones de un estudio.

La confiabilidad fue realizada por mediante la prueba de retest repitiendo la prueba varias veces

3.8 Trabajos de campo

Inicialmente, se procedió con el conteo vehicular en las vías objeto de estudio, con el propósito de recopilar datos necesarios para calcular el IMDA. Este proceso permitió obtener una visión detallada del volumen y tipo de tráfico que transita por las vías analizadas, lo cual es fundamental para evaluar la carga a la que están sometidas y su impacto en la degradación del pavimento. Una vez obtenidos los datos de tráfico, se llevó a cabo una serie de evaluaciones de calidad para determinar el estado estructural de las distintas capas que componen el pavimento. Estas evaluaciones incluyeron inspecciones visuales, análisis de muestras de materiales y pruebas de laboratorio.

Figura 1

Vías en estudio



En la zona este de Juliaca, se identifican dos principales vías de estudio. La primera vía de estudio es la Avenida Perú, Mientras que la segunda vía de estudio es Modesto Borda.

3.9 Pruebas en laboratorio

3.9.1 Contenido de humedad

Este procedimiento tiene el objetivo de determinar la cantidad de agua presente en una muestra específica, permitiendo así un análisis preciso de su estado húmedo inicial.

Proceso:

1. Pesaje Inicial: Determinar el peso de los envases metálicos vacíos.
2. Preparación de la Muestra: Pesar la muestra húmeda junto con el envase metálico.
3. Secado: Colocar la muestra en el horno de secado durante aproximadamente 24 horas.
4. Enfriamiento: Una vez finalizado el secado, retirar la muestra del horno y dejarla enfriar a temperatura ambiente.
5. Pesaje Final: Establecer el peso seco de la muestra para su posterior análisis.

La determinación del contenido de humedad se realiza utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \left(\frac{\text{Peso humedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \right) \times 100$$

3.9.2 Limite liquido

El propósito de este ensayo es establecer el contenido de humedad en el que el suelo transita de un estado semisólido a un estado plástico. Esta transición define el límite líquido del suelo, un parámetro crítico en la caracterización de sus propiedades mecánicas y de fluidez.



Procedimiento Experimental

1. Preparación de la Muestra: Tamizar aproximadamente 150 gramos de suelo a través del tamiz N°40.
2. Humedecimiento y Amasado: Combinar la muestra con agua y amasarla manualmente hasta obtener una consistencia suave. Reposar la mezcla en un envase de metal durante una hora.
3. Colocación en la Cuchara Casagrande: Depositar hasta un tercio de la muestra humedecida en la cuchara Casagrande y nivelar la superficie hasta quedar al ras de los bordes de la cuchara.
4. Formación del Surco: Utilizando una espátula, hacer un surco en el centro de la muestra a lo largo de la cuchara.
5. Operación de la Cuchara: Girar la manivela de la cuchara a una velocidad de dos vueltas por segundo y contar el número de golpes hasta que las dos partes del suelo se unan a lo largo del surco formado.
6. Determinación del Contenido de Humedad: Retirar una pequeña porción de suelo del punto de unión para determinar su contenido de humedad mediante secado.
7. Repeticiones: Realizar el mismo procedimiento con nuevas porciones hasta obtener valores consistentes de contenido de humedad en el límite líquido.

3.9.3 Limite plástico

El objetivo de este análisis es determinar la cantidad de humedad en un suelo cuando transita del estado semisólido al estado plástico. Esta medición es crucial para entender la capacidad de deformación del suelo bajo presión sin romperse, lo que es fundamental en diversas aplicaciones de la ingeniería geotécnica.

Procedimiento Experimental



1. Selección y Preparación de la Muestra: Iniciar con una pequeña porción de suelo de aproximadamente 2 gramos.
2. Moldeado de la Muestra: En una lámina de vidrio, utilizar la palma de la mano para aplastar y extender la muestra hasta formar un hilo delgado de aproximadamente 3.2 mm de diámetro.
3. Evaluación de la Consistencia: Observar la formación del hilo: Si el hilo se extiende sin presentar agrietamientos, el contenido de humedad está por encima del límite plástico. Continuar el proceso, ajustando el contenido de humedad si es necesario, y repetir el moldeado hasta que el hilo comience a presentar desmoronamientos y agrietamientos, indicando que se ha alcanzado el límite plástico.
4. Registro del Peso: Colocar la muestra en un envase metálico y registrar el peso del espécimen junto con el envase para su posterior análisis.

3.9.4 Índice de plasticidad

El índice de plasticidad (IP) es una medida cuantitativa que caracteriza la plasticidad de un suelo, es decir, su capacidad para ser moldeado sin romperse ni agrietarse. Este índice es fundamental en la clasificación de suelos y en la determinación de sus propiedades mecánicas, particularmente en el campo de la ingeniería geotécnica y la construcción de cimientos.

Cálculo del Índice de Plasticidad:

El índice de plasticidad se obtiene a través de la diferencia entre el Límite Líquido (LL) y el Límite Plástico (LP) del suelo:

$$IP=LL-LP$$

Condiciones Especiales para la Determinación del Índice de Plasticidad:

Si no es posible determinar el límite líquido o el límite plástico debido a las características inherentes del suelo, se clasifica como No Plástico (NP).

Además, si el valor del Límite Plástico es igual o superior al del Límite Líquido, esto indica que el suelo no exhibe comportamiento plástico significativo, por lo cual también se clasificará como No Plástico (NP).

Implicaciones del Índice de Plasticidad:

El índice de plasticidad es un indicador crucial de la capacidad del suelo para cambiar de forma sin alterar su volumen, lo que afecta directamente a su comportamiento bajo carga y su susceptibilidad a la erosión y otros procesos geológicos. Un valor alto en el índice de plasticidad sugiere un alto contenido de arcillas y, por ende, una mayor plasticidad, lo cual puede requerir consideraciones especiales en el diseño de estructuras y en la gestión del terreno.

3.9.5 Análisis granulométrico

El análisis granulométrico por tamizado tiene como finalidad determinar la distribución del tamaño de los granos de un suelo. Este proceso implica medir el peso del material que queda retenido en cada tamiz, clasificado según el número de malla, para obtener un perfil detallado de la gradación del suelo.

Equipos

- Tamices: Serie de tamices normalizados, seleccionados según especificaciones de la norma aplicable.
- Balanza Electrónica: Con precisión del 0.1%, para asegurar mediciones exactas del peso de los materiales retenidos.
- Horno Eléctrico: Ajustado a 105°C, con una tolerancia de $\pm 5^\circ\text{C}$, utilizado para secar las muestras.
- Mazo de Goma: Para ayudar en la desagregación y el tamizado de los suelos.



- Cepillo con Cerdas de Jebe (caucho): Para limpiar los residuos de las mallas de los tamices sin dañarlas.
- Vaso de Plástico: Para manejo y traslado de muestras.
- Valdés (cubetas) y Agua: Para el lavado y separación de las partículas finas como la arcilla.
- Recipientes para cada muestra (tara): Etiquetados adecuadamente para evitar confusiones durante el proceso.

Procedimiento:

1. Preparación de Muestras: Colocar el suelo en recipientes y registrar su peso inicial.
2. Lavado de Muestras: Sumergir las muestras en una bandeja con agua y agitar para eliminar las partículas de arcilla. Repetir el proceso, vertiendo el contenido en el tamiz N°200, hasta que el agua de lavado se torne transparente.
3. Secado de Muestras: Transferir las muestras al horno precalentado a 105°C y dejarlas secar completamente.
4. Enfriamiento: Permitir que las muestras se enfríen a temperatura ambiente tras ser retiradas del horno.
5. Tamizado: Realizar el tamizado de cada muestra, agitando vigorosamente los tamices en movimientos circulares para facilitar la separación de los granos por tamaño.
6. Pesaje Post-Tamizado: Pesar cada fracción retenida en los tamices para determinar la cantidad de suelo correspondiente a cada rango de tamaño de grano.

3.9.6 Proctor modificado

El ensayo Proctor Modificado está diseñado para determinar el peso volumétrico máximo seco y la humedad óptima necesaria para la compactación de suelos, lo que es crucial para asegurar las condiciones ideales para la construcción de cimientos y otras estructuras de ingeniería civil. El ensayo Proctor Modificado es esencial para definir las especificaciones de compactación de los suelos en proyectos de ingeniería, asegurando que las bases y sub-bases de las estructuras tengan la densidad y estabilidad requeridas para soportar las cargas impuestas durante y después de la construcción. Este procedimiento es clave para optimizar las propiedades mecánicas del suelo y garantizar la longevidad y seguridad de las infraestructuras.

Procedimiento del peso unitario suelto

1. Preparación de Muestras: Colocar el suelo en recipientes y registrar su peso inicial.
2. Lavado de Muestras: Sumergir las muestras en una bandeja con agua y agitar para eliminar las partículas de arcilla. Repetir el proceso, vertiendo el contenido en el tamiz N°200, hasta que el agua de lavado se torne transparente.
3. Secado de Muestras: Transferir las muestras al horno precalentado a 105°C y dejarlas secar completamente.
4. Enfriamiento: Permitir que las muestras se enfríen a temperatura ambiente tras ser retiradas del horno.
5. Tamizado: Realizar el tamizado de cada muestra, agitando vigorosamente los tamices en movimientos circulares para facilitar la separación de los granos por tamaño.
6. Pesaje Post-Tamizado: Pesar cada fracción retenida en los tamices para determinar la cantidad de suelo correspondiente a cada rango de tamaño de grano.

3.9.7 CBR

Este ensayo está diseñado para evaluar la resistencia de un suelo al esfuerzo cortante, específicamente bajo condiciones de carga y penetración simuladas. La Relación de Soporte de California (CBR) es una medida crítica utilizada para determinar la capacidad de carga y la calidad de la subrasante en proyectos de construcción de carreteras y aeropuertos. Se calcula como el porcentaje de la carga de penetración en el material de prueba respecto a la carga de penetración en un material estándar, multiplicado por 100. El CBR es crucial para diseñar y evaluar pavimentos y otras estructuras que reposan sobre el suelo, ya que proporciona datos fundamentales sobre su capacidad de soporte. Este ensayo es ampliamente reconocido por su aplicabilidad en el diseño de carreteras y aeropuertos, siendo un indicador confiable de la adecuación del suelo para soportar cargas estructurales.

Procedimiento:

1. Preparación de la Muestra: Utilizando las mismas muestras del ensayo Proctor, preparar tres muestras y pesar el molde con las pesas. Ajustar la muestra en el molde.
2. Montaje y Compactación: Dividir la muestra tratada con agua en cinco porciones, colocar el papel de filtro en el molde y compactar cada porción con 56 golpes del pisón.
3. Preparación para Saturación: Retirar el collarín de extensión, nivelar la superficie del molde, y colocar las muestras restantes en latas para determinar el contenido de humedad. Reposicionar el papel de filtro bajo el suelo compactado y sumergir en un tanque de agua con sobrecarga, utilizando un trípode y un extensómetro para monitorear el hinchamiento durante cuatro días.
4. Ensayo de Penetración: Después de la saturación, drenar la muestra durante 15 minutos y someter a la prueba de penetración. Aplicar una carga de 10 libras y registrar la penetración a diferentes profundidades específicas.



5. Finalización y Análisis: Retirar la muestra de la prensa, eliminar la sobrecarga y desechar la muestra.
6. Determinación de Parámetros Óptimos: Utilizar los valores de humedad y densidad máxima seca obtenidos del ensayo Proctor modificado previo.
7. Densidad del Molde: Establecer y verificar la densidad seca del suelo compactado en el molde.
8. Análisis de Datos: Graficar la relación de penetración versus carga aplicada para obtener curvas comparativas basadas en diferentes niveles de impacto (56, 25, 12 golpes).



CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Resultados obtenidos

Este capítulo constituye la exposición de los resultados obtenidos, los cuales se presentarán mediante tablas y gráficos acompañados de una descripción concisa y precisa. Se abordará en detalle el Índice de Mantenimiento Distrital de Asfalto (IMDA), que proporciona una medida integral del estado de las vías bajo estudio. Además, se analizarán en profundidad las propiedades de las diferentes capas que componen estas vías, incluyendo su resistencia, elasticidad, y otras características relevantes. Particularmente, se dedicará una sección específica al estudio de la vida restante de los pavimentos flexibles presentes en las vías en análisis.

4.1.1 El IMDA expresado en flujo vehicular de las principales vías en la zona este de la ciudad de Juliaca

4.1.1.1 IMDA de la vía primera vía de estudio

Tabla 2

IMDS de la primera vía de estudio

Tipo de Vehículo	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	ΣV	IMS=ΣV/7
AUTO	728	625	658	694	717	603	692	4717	674
STATION WAGON	279	273	256	263	266	255	249	1841	263
CAMIONETAS	PICK UP	200	185	190	187	196	152	1309	187
	PANEL	168	156	144	140	146	96	1002	143
	RURAL	298	305	254	263	281	289	1980	283
	Combi								
MICRO	212	200	199	203	205	164	201	1384	198
BUS	2 E	179	157	160	172	169	92	1101	157
	>=3 E	60	65	85	89	91	62	539	77
CAMIÓN	2 E	85	98	105	98	120	76	697	100
	3 E	44	49	45	49	56	44	340	49
	4 E	41	31	35	32	39	34	248	35
SEMI TRÁILER	2S1/2S2	20	22	19	23	24	23	152	22
	2S3	31	29	32	30	36	35	226	32
	3S1/3S2	27	30	29	25	32	36	209	30
	>= 3S3	20	24	19	22	31	38	189	27
TRÁILER	2T2	23	27	20	26	26	32	184	26
	2T3	19	22	17	23	24	26	154	22
	3T2	15	16	13	10	17	22	113	16
	>=3T3	16	14	13	14	18	23	117	17

Se analizan los resultados del Índice de IMDS para vehículos livianos como pesados que transitan por la primera vía de estudio, la cual funciona como un importante conector. Los datos revelan la naturaleza crucial de esta ruta como un enlace esencial para el tráfico tanto local como de largo recorrido.

- Cálculo de IMDA

$$IMDA = IMDS \times FC$$

Donde el factor correlacional (FC) para vehículos livianos es de 1.059 y para vehículos pesados es de 1.050

Tabla 3

IMDA de la primera vía de estudio

Tipo de Vehículo		IMS= $\sum V/7$	Fcm	IMDA
AUTO		674	1.059	713.615
STATION WAGON		263	1.059	278.517
CAMIONETAS	PICK UP	187	1.059	198.033
	PANEL	143	1.059	151.588
	RURAL	283	1.059	299.546
	Combi			
MICRO		198	1.059	209.379
BUS	2 E	157	1.05	165.150
	>=3 E	77	1.05	80.850
CAMIÓN	2 E	100	1.05	104.550
	3 E	49	1.05	51.000
	4 E	35	1.05	37.200
SEMI TRÁILER	2S1/2S2	22	1.05	22.800
	2S3	32	1.05	33.900
	3S1/3S2	30	1.05	31.350
	>= 3S3	27	1.05	28.350
TRÁILER	2T2	26	1.05	27.600
	2T3	22	1.05	23.100
	3T2	16	1.05	16.950
	>=3T3	17	1.05	17.550
Total				2491.028

En la tabla se expresa el índice medio diario anual donde presenta un total de 2491.028.

Tabla 4

Flujo vehicular en la primera vía de estudio

Tipo de Vehículo	IMDA	Flujo vehicular	
AUTO	713.615	29%	
STATION WAGON	278.517	11%	
CAMIONETAS	PICK UP	198.033	8%
	PANEL	151.588	6%
	RURAL	299.546	12%
	Combi		
MICRO	209.379	8%	
BUS	2 E	165.150	7%
	>=3 E	80.850	3%
CAMIÓN	2 E	104.550	4%
	3 E	51.000	2%
	4 E	37.200	1%
SEMI TRÁILER	2S1/2S2	22.800	1%
	2S3	33.900	1%
	3S1/3S2	31.350	1%
	>= 3S3	28.350	1%
TRÁILER	2T2	27.600	1%
	2T3	23.100	1%
	3T2	16.950	1%
	>=3T3	17.550	1%
Total	2491.028	100%	

El análisis revela el flujo vehicular por tipo de vehículo en la primera vía estudiada, donde los automóviles registraron el mayor flujo, con un 29% del total. Les siguen las combis, que constituyen el 12% del flujo vehicular en esta vía.

El ESAL actual del pavimento fue de: 589037.30

4.1.1.2 IMDA de la vía segunda vía de estudio

Tabla 5

IMDS de la segunda vía de estudio

Tipo de Vehículo	Domingo	Lunes	Mares	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	ΣV	IMDS= $\Sigma V/7$
AUTO	612	598	584	592	572	538	584	4080	583
STATION WAGON	212	203	199	186	197	190	187	1374	196
CAMIONETAS	PICK UP	184	168	172	165	171	175	1219	174
	PANEL	85	78	65	52	82	40	471	67
	RURAL Combi	625	610	599	604	614	564	4228	604
MICRO	194	189	175	170	171	187	192	1278	183
BUS	2 E	54	45	38	40	57	38	318	45
	>=3 E	22	20	23	21	27	26	168	24
CAMIÓN	2 E	30	28	24	20	32	23	192	27
	3 E	21	18	20	14	19	16	125	18
	4 E	22	19	20	16	21	14	130	19
SEMI TRÁILER	2S1/2S2	11	15	14	12	13	13	93	13
	2S3	11	15	10	9	14	14	89	13
	3S1/3S2	8	10	5	8	10	11	65	9
	>= 3S3	7	9	10	11	10	9	67	10
TRÁILER	2T2	10	9	13	8	12	13	77	11
	2T3	13	12	16	12	8	15	88	13
	3T2	7	10	8	11	10	13	70	10
	>=3T3	9	11	7	4	8	11	64	9

Se analizan los resultados del Índice de IMDS para vehículos livianos como pesados que transitan por la segunda vía de estudio, la cual funciona como un importante conector. Los datos revelan la naturaleza crucial de esta ruta como un enlace esencial para el tráfico tanto local como de largo recorrido.

- Cálculo de IMDA

$$IMDA = IMDS \times FC$$

Donde el factor correlacional (FC) para vehículos livianos es de 1.059 y para vehículos pesados es de 1.050

Tabla 6

IMDA de la segunda vía de estudio

Tipo de Vehículo		IMDS= $\sum V/7$	Fcm	IMDA
AUTO		583	1.059	617.25
STATION WAGON		196	1.059	207.87
CAMIONETAS	PICK UP	174	1.059	184.42
	PANEL	67	1.059	71.26
	RURAL Combi	604	1.059	639.64
MICRO		183	1.059	193.34
BUS	2 E	45	1.05	47.70
	>=3 E	24	1.05	25.20
CAMION	2 E	27	1.05	28.80
	3 E	18	1.05	18.75
	4 E	19	1.05	19.50
SEMI TRAYLER	2S1/2S2	13	1.05	13.95
	2S3	13	1.05	13.35
	3S1/3S2	9	1.05	9.75
	>= 3S3	10	1.05	10.05
TRAYLER	2T2	11	1.05	11.55
	2T3	13	1.05	13.20
	3T2	10	1.05	10.50
	>=3T3	9	1.05	9.60
TOTAL				2145.66

En la tabla se expresa el índice medio diario anual donde presenta un total de 2145.66.

Tabla 7

Flujo vehicular en la segunda vía de estudio

Tipo de Vehículo		IMDA	Flujo vehicular
AUTO		617.25	28.8%
STATION WAGON		207.87	9.7%
CAMIONETAS	PICK UP	184.42	8.6%
	PANEL	71.26	3.3%
	RURAL Combi	639.64	29.8%
MICRO		193.34	9.0%
BUS	2 E	47.70	2.2%
	>=3 E	25.20	1.2%
CAMION	2 E	28.80	1.3%
	3 E	18.75	0.9%
	4 E	19.50	0.9%
SEMI TRAYLER	2S1/2S2	13.95	0.7%
	2S3	13.35	0.6%
	3S1/3S2	9.75	0.5%
	>= 3S3	10.05	0.5%
TRAYLER	2T2	11.55	0.5%
	2T3	13.20	0.6%
	3T2	10.50	0.5%
	>=3T3	9.60	0.4%
TOTAL		2145.66	100%

El análisis revela el flujo vehicular por tipo de vehículo en la primera vía estudiada, donde las combis registraron el mayor flujo, con un 29.8% del total. Les siguen los autos, que constituyen el 28.8% del flujo vehicular en esta vía.

El ESAL actual del pavimento fue de: 231238.236

4.1.2 Estado estructural de las vías de la zona este en la ciudad de Juliaca

4.1.2.1 Propiedades de la primera vía de estudio

a) Estado estructural de la base

Tabla 8

Límites en la base del pavimento

Límites	
Descripción	IP (%)
ME-1	NP
ME-2	NP
ME-3	NP

Según la normativa (CE.010, 2016), que establece los estándares para la evaluación de materiales en pavimentos, se especifica que el índice de plasticidad de los suelos de la base no debe exceder el 4%. Sin embargo, al analizar la primera vía de estudio, se observó que no se presentó ningún índice de plasticidad medible.

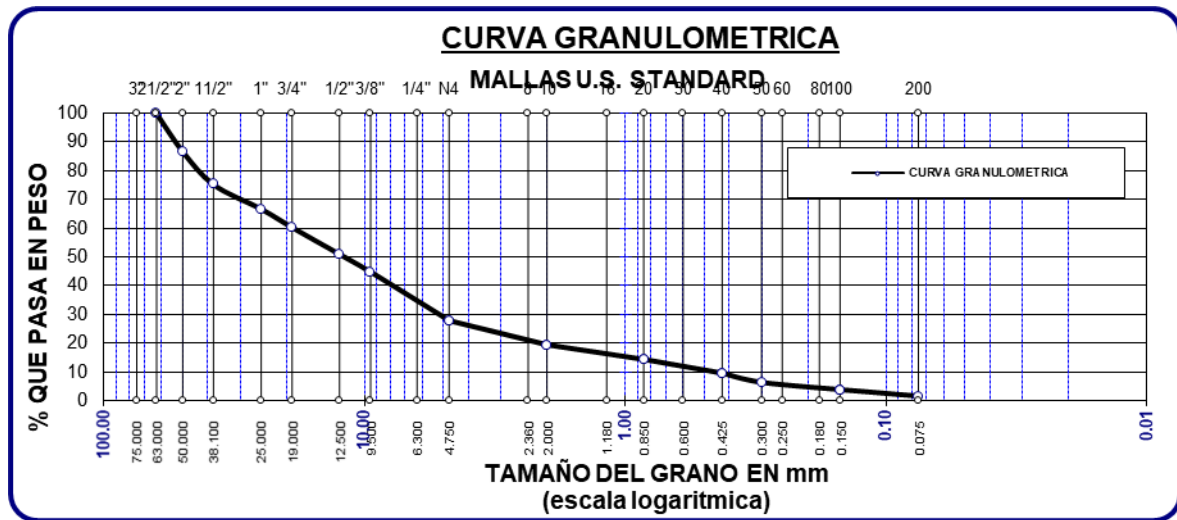
Tabla 9

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	464.00	13.26	13.26	86.74
1 1/2"	402.00	11.49	24.74	75.26
1"	298.00	8.51	33.26	66.74
3/4"	226.00	6.46	39.71	60.29
1/2"	327.00	9.34	49.06	50.94
3/8"	216.30	6.18	55.24	44.76
No4	592.40	16.93	72.16	27.84
No10	295.40	8.44	80.60	19.40
No20	178.50	5.10	85.70	14.30
No40	168.50	4.81	90.52	9.48
No 50	112.50	3.21	93.73	6.27
No100	87.60	2.50	96.23	3.77
No200	80.20	2.29	98.53	1.47
BASE	51.60	1.47	100.00	0.00
TOTAL	3500.00	100.00		
% PERDIDA	1.47			

Figura 2

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1



La granulometría de la muestra extraída de la base del pavimento flexible de la primera vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

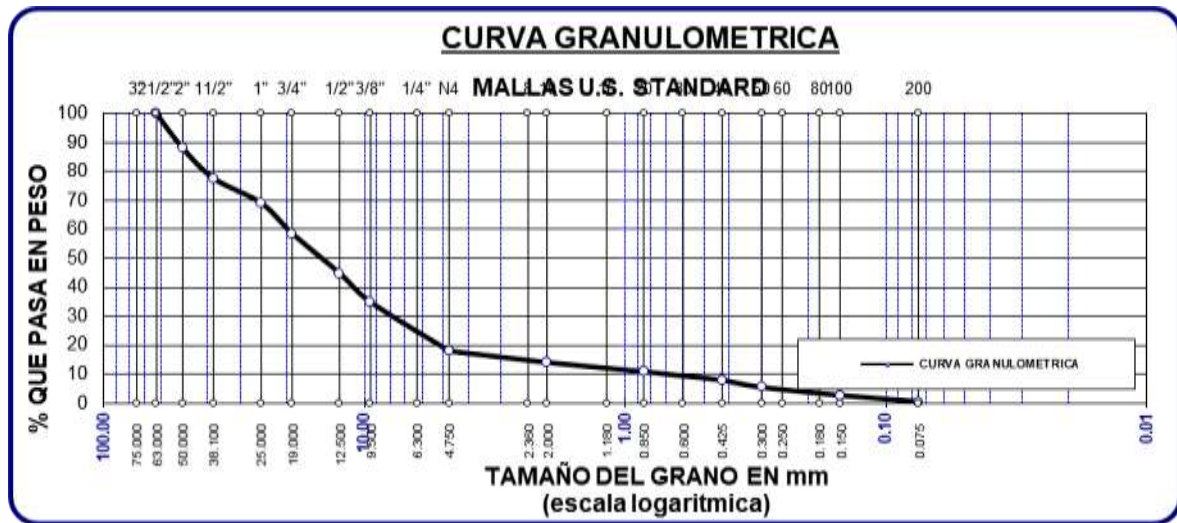
Tabla 10

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	356.78	11.89	11.89	88.11
1 1/2"	312.40	10.41	22.31	77.69
1"	257.60	8.59	30.89	69.11
3/4"	315.80	10.53	41.42	58.58
1/2"	412.70	13.76	55.18	44.82
3/8"	300.14	10.00	65.18	34.82
No4	507.60	16.92	82.10	17.90
No10	118.60	3.95	86.05	13.95
No20	95.60	3.19	89.24	10.76
No40	87.60	2.92	92.16	7.84
No 50	74.20	2.47	94.63	5.37
No100	84.12	2.80	97.44	2.56
No200	64.92	2.16	99.60	0.40
BASE	11.94	0.40	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	0.40			

Figura 3

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2



La granulometría de la muestra extraída de la base del pavimento flexible de la primera vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

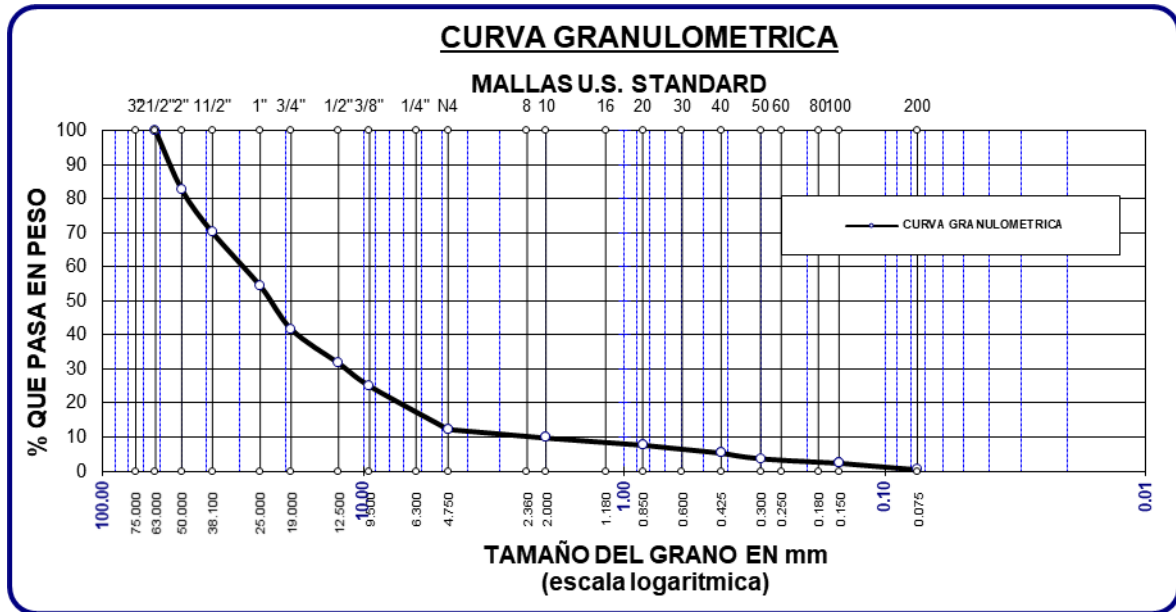
Tabla 11

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	516.00	17.20	17.20	82.80
1 1/2"	379.00	12.63	29.83	70.17
1"	471.00	15.70	45.53	54.47
3/4"	381.00	12.70	58.23	41.77
1/2"	300.00	10.00	68.23	31.77
3/8"	201.00	6.70	74.93	25.07
No4	381.00	12.70	87.63	12.37
No10	75.60	2.52	90.15	9.85
No20	63.40	2.11	92.27	7.73
No40	69.70	2.32	94.59	5.41
No 50	49.38	1.65	96.24	3.76
No100	39.80	1.33	97.56	2.44
No200	58.10	1.94	99.50	0.50
BASE	15.02	0.50	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	0.50			

Figura 4

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3



La granulometría de la muestra extraída de la base del pavimento flexible de la primera vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

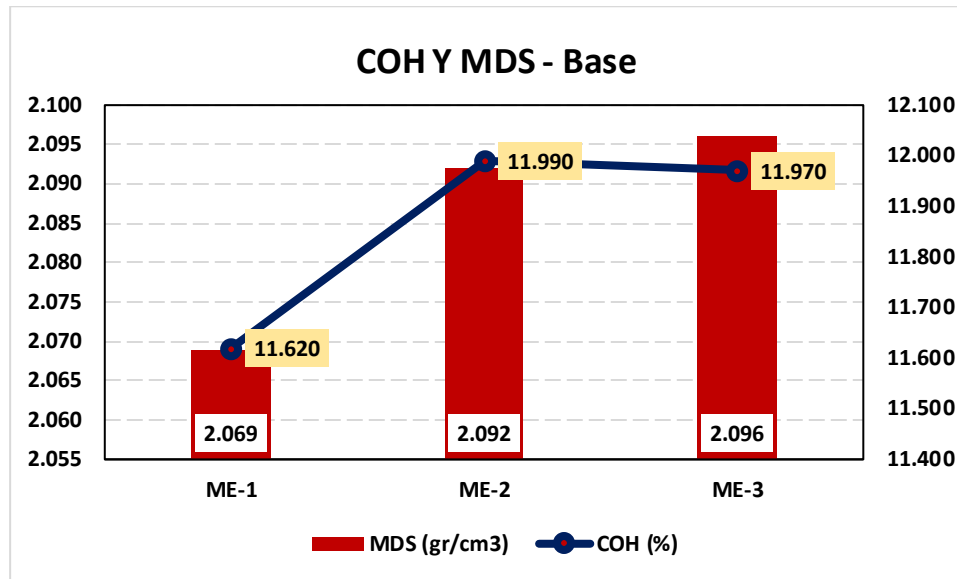
Tabla 12

OCH y MDS de la base del pavimento

Explo.	Grado de compactación	
	MDS (gr/cm3)	OCH (%)
ME-1	2.069	11.620
ME-2	2.092	11.990
ME-3	2.096	11.970

Figura 5

OCH y MDS de la base del pavimento



En el marco del estudio de la primera vía, se exhiben los resultados obtenidos respecto al contenido óptimo de humedad y la máxima densidad seca, los cuales se han determinado tras el análisis de tres muestras exploratorias.

Tabla 13

CBR de la base

Descripción	CBR	
	CBR-100%	CBR-95%
ME-1	94.12	74.97
ME-2	92.85	72.95
ME-3	94.47	72.29

Se observa que el CBR al 95% de la MDS no cumple con los estándares establecidos por la normativa (CE.010, 2016). Según esta normativa, la base de un pavimento debería alcanzar un CBR del 100%.

b) Estado estructural de la subbase**Tabla 14***Límites en la subbase del pavimento*

Límites	
Descripción	IP (%)
ME-1	NP
ME-2	NP
ME-3	NP

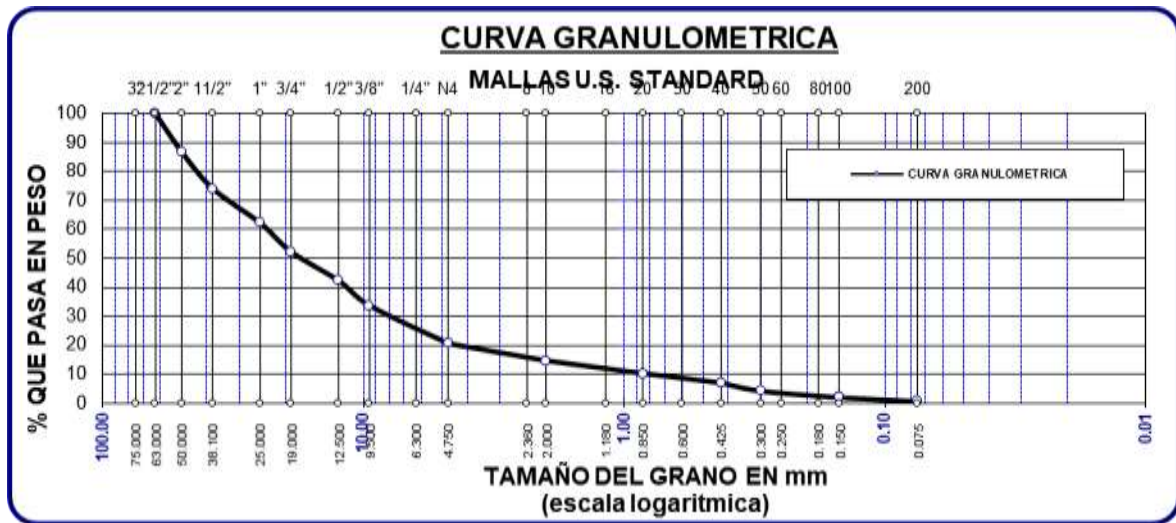
Según la normativa (CE.010, 2016), que establece los estándares para la evaluación de materiales en pavimentos, se especifica que el índice de plasticidad de los suelos de la subbase no debe exceder el 6%. Sin embargo, al analizar la primera vía de estudio, se observó que no se presentó ningún índice de plasticidad medible.

Tabla 15*Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1*

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	395.60	13.19	13.19	86.81
1 1/2"	378.00	12.60	25.79	74.21
1"	359.00	11.97	37.75	62.25
3/4"	300.00	10.00	47.75	52.25
1/2"	299.00	9.97	57.72	42.28
3/8"	259.00	8.63	66.35	33.65
No4	392.00	13.07	79.42	20.58
No10	178.00	5.93	85.35	14.65
No20	132.40	4.41	89.77	10.23
No40	98.60	3.29	93.05	6.95
No 50	85.20	2.84	95.89	4.11
No100	68.20	2.27	98.17	1.83
No200	40.60	1.35	99.52	0.48
BASE	14.40	0.48	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	0.48			

Figura 6

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1



La granulometría de la muestra extraída de la subbase del pavimento flexible de la primera vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

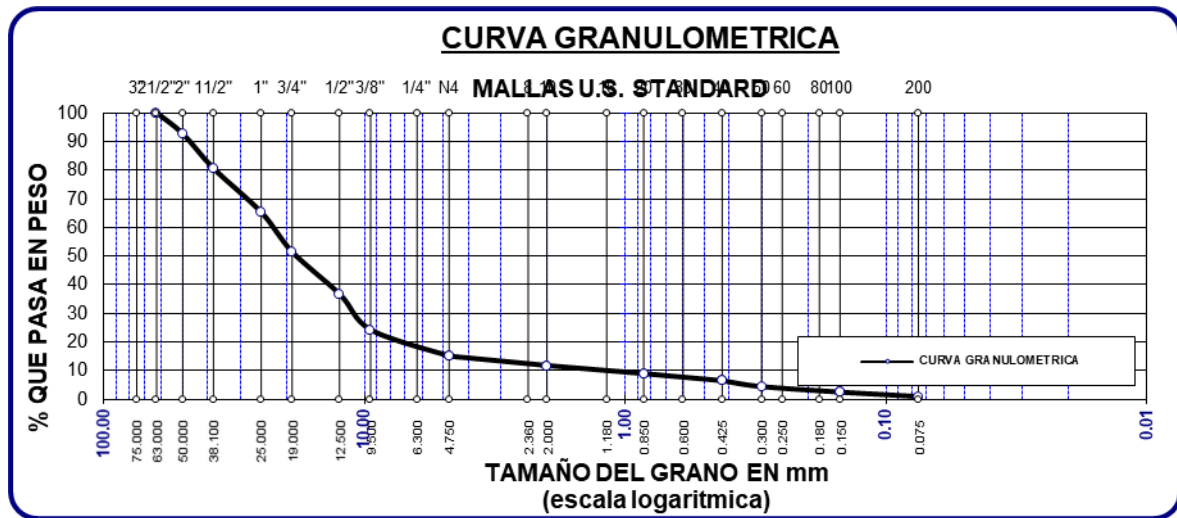
Tabla 16

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	221.00	7.37	7.37	92.63
1 1/2"	364.00	12.13	19.50	80.50
1"	459.20	15.31	34.81	65.19
3/4"	416.80	13.89	48.70	51.30
1/2"	442.00	14.73	63.43	36.57
3/8"	372.50	12.42	75.85	24.15
No4	275.00	9.17	85.02	14.98
No10	98.60	3.29	88.30	11.70
No20	85.20	2.84	91.14	8.86
No40	74.20	2.47	93.62	6.38
No 50	62.40	2.08	95.70	4.30
No100	57.60	1.92	97.62	2.38
No200	46.80	1.56	99.18	0.82
BASE	24.70	0.82	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	0.82			

Figura 7

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2



La granulometría de la muestra extraída de la subbase del pavimento flexible de la primera vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

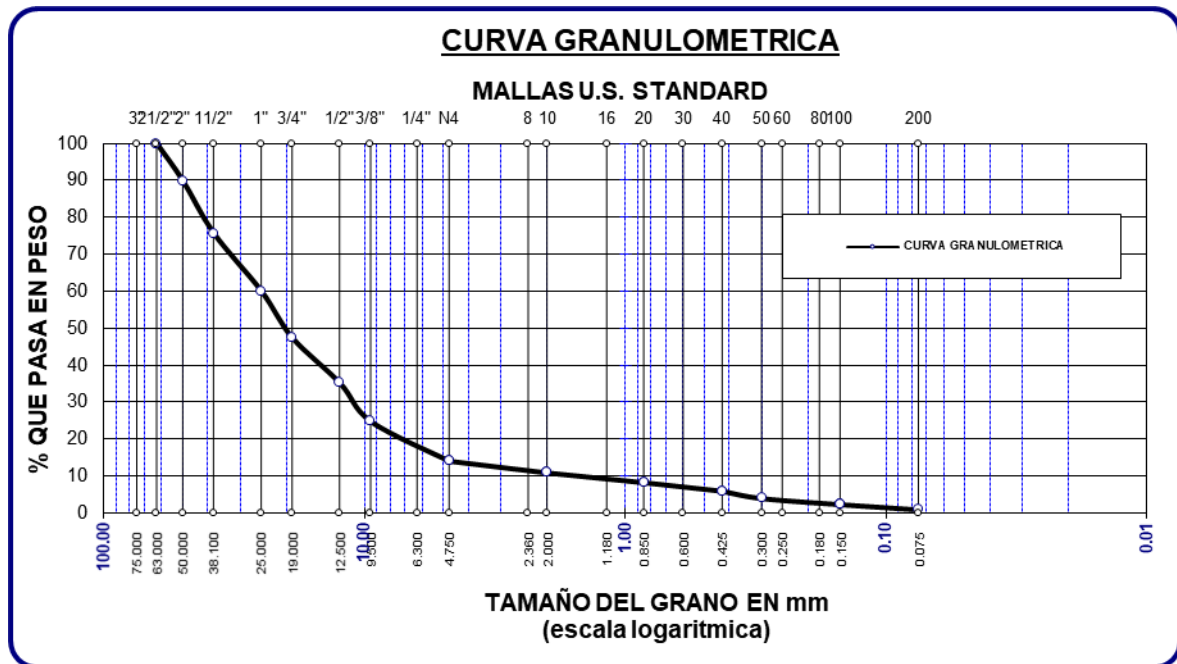
Tabla 17

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	302.00	10.07	10.07	89.93
1 1/2"	425.60	14.19	24.25	75.75
1"	468.50	15.62	39.87	60.13
3/4"	380.20	12.67	52.54	47.46
1/2"	365.00	12.17	64.71	35.29
3/8"	312.60	10.42	75.13	24.87
No4	321.40	10.71	85.84	14.16
No10	95.60	3.19	89.03	10.97
No20	78.60	2.62	91.65	8.35
No40	69.50	2.32	93.97	6.03
No 50	59.60	1.99	95.95	4.05
No100	49.20	1.64	97.59	2.41
No200	42.31	1.41	99.00	1.00
BASE	29.89	1.00	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	1.00			

Figura 8

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3



La granulometría de la muestra extraída de la subbase del pavimento flexible de la primera vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

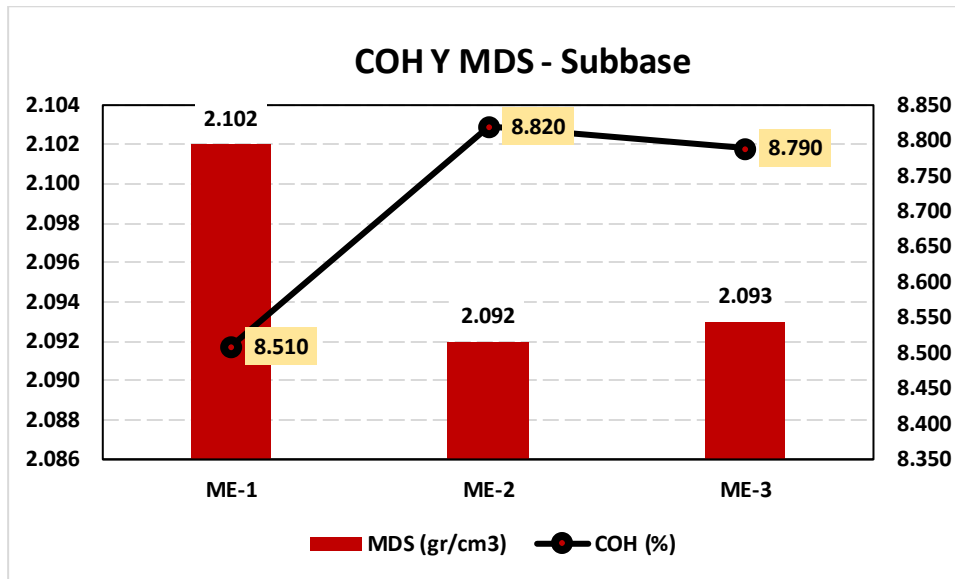
Tabla 18

OCH y MDS de la subbase del pavimento

Explo.	Grado de compactación	
	MDS (gr/cm3)	OCH (%)
ME-1	2.102	8.510
ME-2	2.092	8.820
ME-3	2.093	8.790

Figura 9

OCH y MDS de la subbase del pavimento



En el marco del estudio de la primera vía, se exhiben los resultados obtenidos respecto al contenido óptimo de humedad y la máxima densidad seca de la subbase del pavimento, los cuales se han determinado tras el análisis de tres muestras exploratorias.

Tabla 19

CBR de la subbase

Descripción	CBR	
	CBR-100%	CBR-95%
ME-1	56.12	47.51
ME-2	54.23	45.09
ME-3	54.12	46.05

Se observa que el CBR al 95% de la MDS cumple con los estándares establecidos por la normativa (CE.010, 2016). Según esta normativa, la subbase de un pavimento debería alcanzar un CBR mínimo del 40%.

c) Estado estructural de la subrasante

Tabla 20

Limites en la subrasante del pavimento

Explo.	Límites		
	LL (%)	LP (%)	IP (%)
ME-1	36.21	19.18	17.03
ME-2	36.11	18.24	17.88
ME-3	35.93	18.96	16.97

Al analizar la primera vía de estudio, se observó que en el punto de muestreo 1 presento un índice de plasticidad de 17.03%, en el muestreo 2 fue de 17.88% y en el muestreo 3 fue de 16.97%.

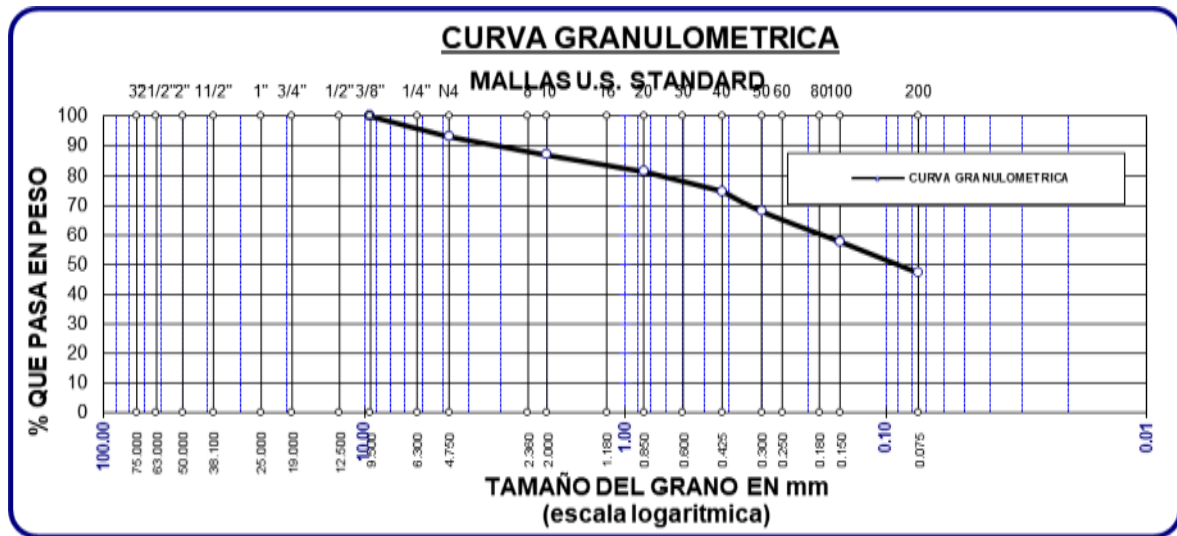
Tabla 21

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
No4	20.50	6.83	6.83	93.17
No10	18.60	6.20	13.03	86.97
No20	16.70	5.57	18.60	81.40
No40	19.80	6.60	25.20	74.80
No 50	20.60	6.87	32.07	67.93
No100	30.60	10.20	42.27	57.73
No200	31.70	10.57	52.83	47.17
BASE	141.50	47.17	100.00	0.00
TOTAL	300.00	100.00		
% PERDIDA	47.17			

Figura 10

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1



La granulometría de la muestra extraída de la subrasante del pavimento flexible de la primera vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

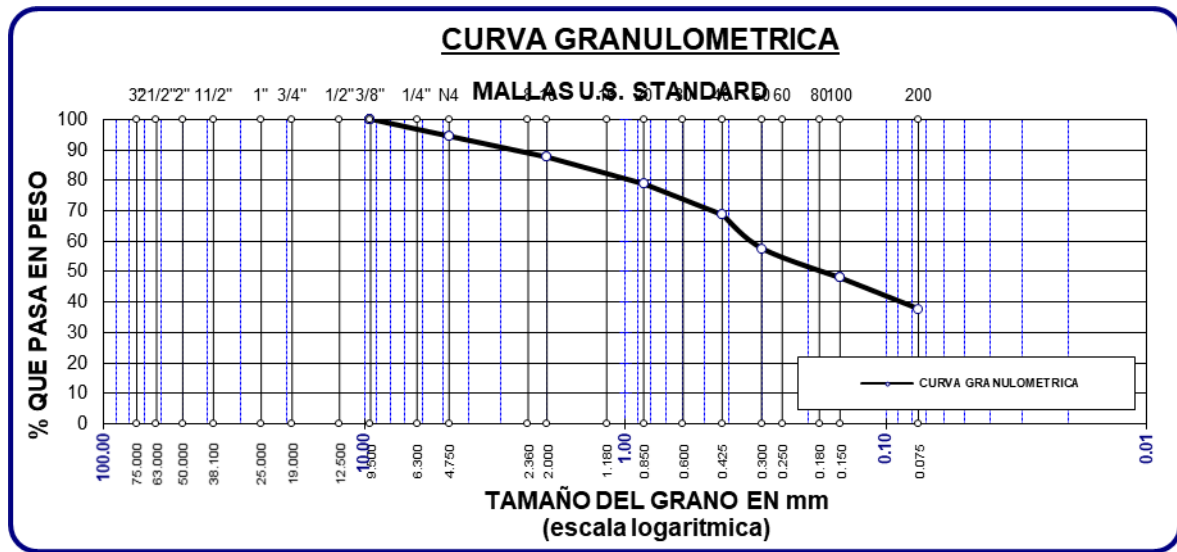
Tabla 22

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
No4	16.80	5.60	5.60	94.40
No10	20.60	6.87	12.47	87.53
No20	26.50	8.83	21.30	78.70
No40	30.40	10.13	31.43	68.57
No 50	33.20	11.07	42.50	57.50
No100	28.90	9.63	52.13	47.87
No200	30.70	10.23	62.37	37.63
BASE	112.90	37.63	100.00	0.00
TOTAL	300.00	100.00		
% PERDIDA	37.63			

Figura 11

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2



La granulometría de la muestra extraída de la subrasante del pavimento flexible de la primera vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

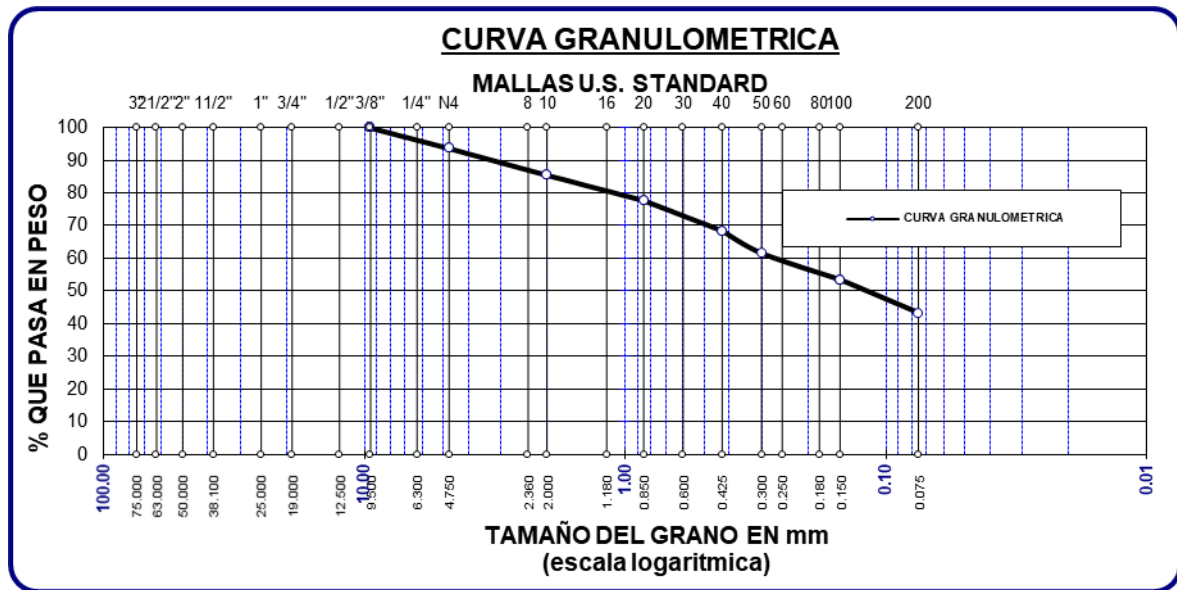
Tabla 23

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
No4	12.60	6.30	6.30	93.70
No10	16.40	8.20	14.50	85.50
No20	15.60	7.80	22.30	77.70
No40	18.60	9.30	31.60	68.40
No 50	13.70	6.85	38.45	61.55
No100	16.20	8.10	46.55	53.45
No200	20.40	10.20	56.75	43.25
BASE	86.50	43.25	100.00	0.00
TOTAL	200.00	100.00		
% PERDIDA	43.25			

Figura 12

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3



La granulometría de la muestra extraída de la subrasante del pavimento flexible de la primera vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

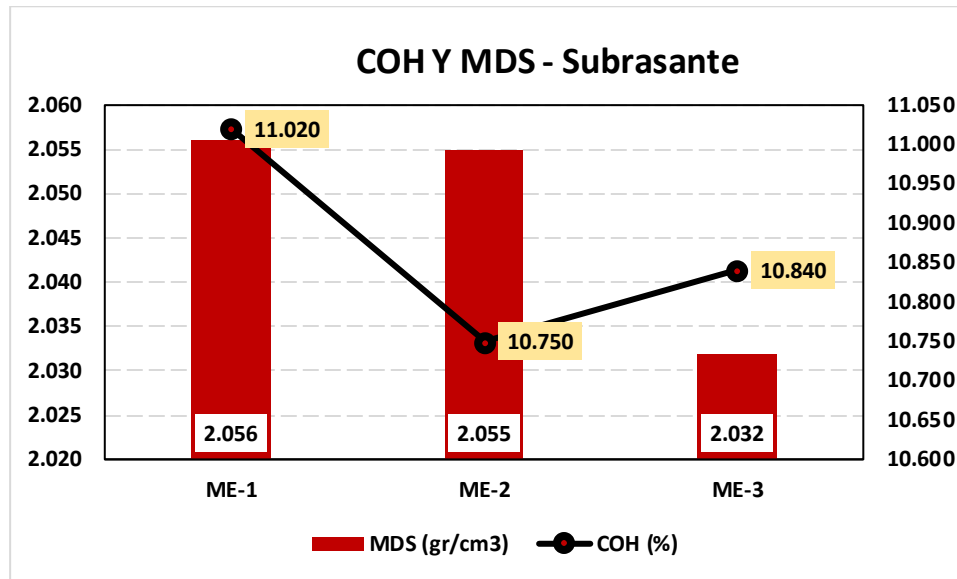
Tabla 24

OCH y MDS de la subrasante del pavimento

Explo.	Grado de compactación	
	MDS (gr/cm3)	COH (%)
ME-1	2.056	11.020
ME-2	2.055	10.750
ME-3	2.032	10.840

Figura 13

OCH y MDS de la subrasante del pavimento



En el marco del estudio de la primera vía, se exhiben los resultados obtenidos respecto al contenido óptimo de humedad y la máxima densidad seca de la subrasante del pavimento, los cuales se han determinado tras el análisis de tres muestras exploratorias.

Tabla 25

CBR de la subrasante

Descripción	CBR	
	CBR-100%	CBR-95%
ME-1	10.36	8.61
ME-2	11.00	8.52
ME-3	10.61	8.56

Se observa que el CBR al 95% de la MDS en el primer muestreo fue de 8.61%, en el muestreo 2 fue de 8.52% y en el muestreo 3 fue de 8.56% la cual estaría clasificado como un CBR regular.

4.1.2.2 Evaluación estructural de la segunda vía de estudio

a) Estado estructural de la base

Tabla 26

Límites en la base del pavimento

Límites	
Descripción	IP (%)
ME-1	NP
ME-2	NP
ME-3	NP

Según la normativa (CE.010, 2016), que establece los estándares para la evaluación de materiales en pavimentos, se especifica que el índice de plasticidad de los suelos de la base no debe exceder el 4%. Sin embargo, al analizar la segunda vía de estudio, se observó que no se presentó ningún índice de plasticidad medible.

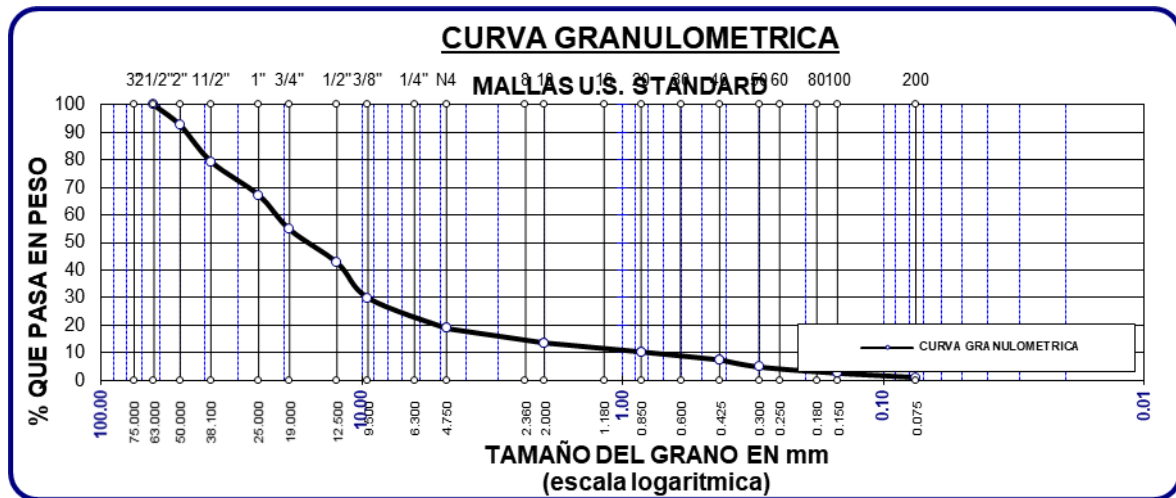
Tabla 27

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	221.50	7.38	7.38	92.62
1 1/2"	395.70	13.19	20.57	79.43
1"	365.60	12.19	32.76	67.24
3/4"	376.50	12.55	45.31	54.69
1/2"	361.50	12.05	57.36	42.64
3/8"	384.50	12.82	70.18	29.82
No4	332.10	11.07	81.25	18.75
No10	156.40	5.21	86.46	13.54
No20	98.50	3.28	89.74	10.26
No40	86.50	2.88	92.63	7.37
No 50	78.50	2.62	95.24	4.76
No100	68.34	2.28	97.52	2.48
No200	45.60	1.52	99.04	0.96
BASE	28.76	0.96	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	0.96			

Figura 14

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1



La granulometría de la muestra extraída de la base del pavimento flexible de la segunda vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

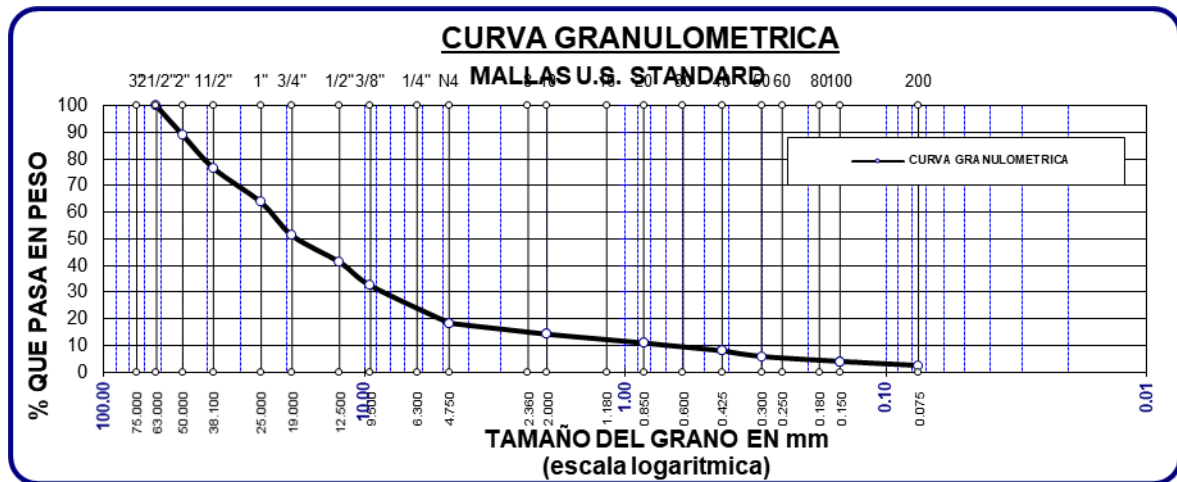
Tabla 28

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	326.50	10.88	10.88	89.12
1 1/2"	375.60	12.52	23.40	76.60
1"	386.50	12.88	36.29	63.71
3/4"	374.20	12.47	48.76	51.24
1/2"	300.20	10.01	58.77	41.23
3/8"	265.40	8.85	67.61	32.39
No4	422.30	14.08	81.69	18.31
No10	125.40	4.18	85.87	14.13
No20	98.50	3.28	89.15	10.85
No40	87.60	2.92	92.07	7.93
No 50	63.50	2.12	94.19	5.81
No100	56.80	1.89	96.08	3.92
No200	46.30	1.54	97.63	2.37
BASE	71.20	2.37	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	2.37			

Figura 15

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2



La granulometría de la muestra extraída de la base del pavimento flexible de la segunda vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

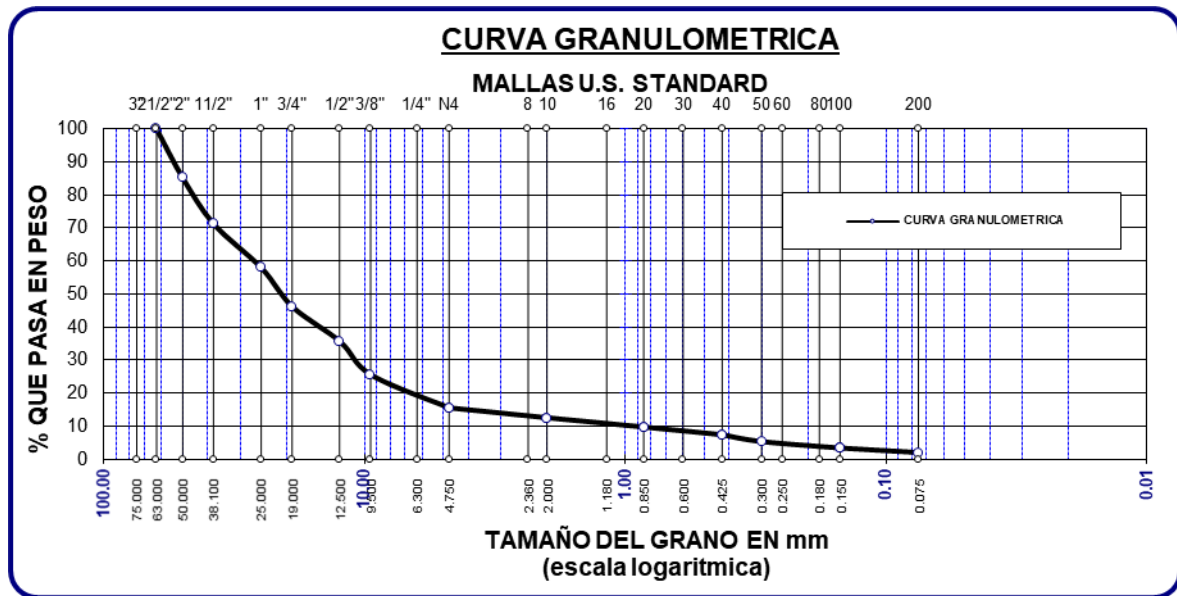
Tabla 29

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	445.20	14.84	14.84	85.16
1 1/2"	416.50	13.88	28.72	71.28
1"	400.10	13.34	42.06	57.94
3/4"	354.60	11.82	53.88	46.12
1/2"	314.70	10.49	64.37	35.63
3/8"	304.60	10.15	74.52	25.48
No4	300.60	10.02	84.54	15.46
No10	90.10	3.00	87.55	12.45
No20	84.60	2.82	90.37	9.63
No40	70.60	2.35	92.72	7.28
No 50	62.50	2.08	94.80	5.20
No100	57.80	1.93	96.73	3.27
No200	42.30	1.41	98.14	1.86
BASE	55.80	1.86	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	1.86			

Figura 16

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3



La granulometría de la muestra extraída de la base del pavimento flexible de la segunda vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

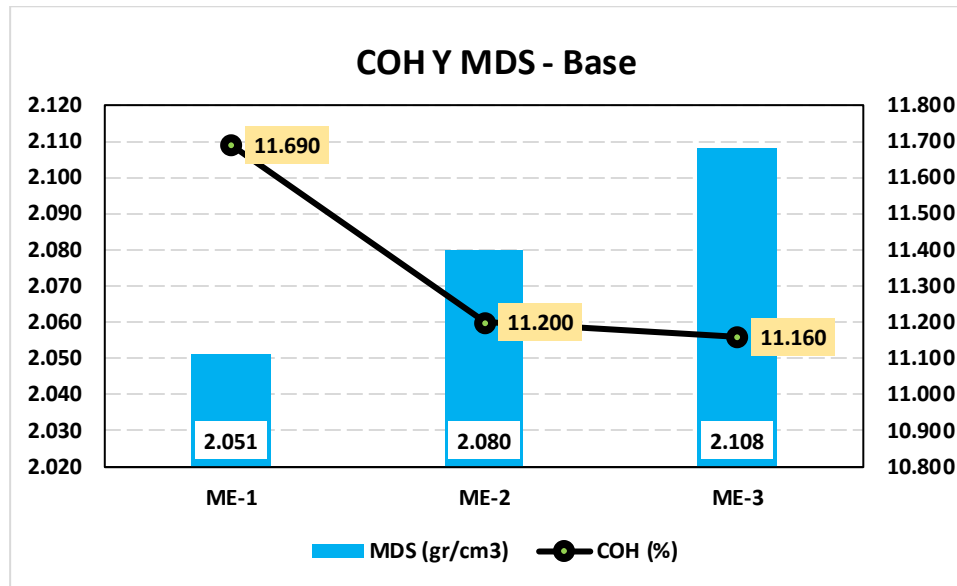
Tabla 30

OCH y MDS de la base del pavimento

Explo.	Grado de compactación	
	MDS (gr/cm ³)	COH (%)
ME-1	2.051	11.690
ME-2	2.080	11.200
ME-3	2.108	11.160

Figura 17

OCH y MDS de la base del pavimento



En el marco del estudio de la segunda vía, se exhiben los resultados obtenidos respecto al contenido óptimo de humedad y la máxima densidad seca, los cuales se han determinado tras el análisis de tres muestras exploratorias.

Tabla 31

CBR de la base

Descripción	CBR	
	CBR-100%	CBR-95%
ME-1	81.46	62.58
ME-2	80.00	61.79
ME-3	80.96	60.00

Se observa que el CBR al 95% de la MDS no cumple con los estándares establecidos por la normativa (CE.010, 2016) Según esta normativa, la base de un pavimento debería alcanzar un CBR del 100%.

b) Estado estructural de la subbase**Tabla 32***Limites en la subbase del pavimento*

Límites	
Descripción	IP (%)
ME-1	NP
ME-2	NP
ME-3	NP

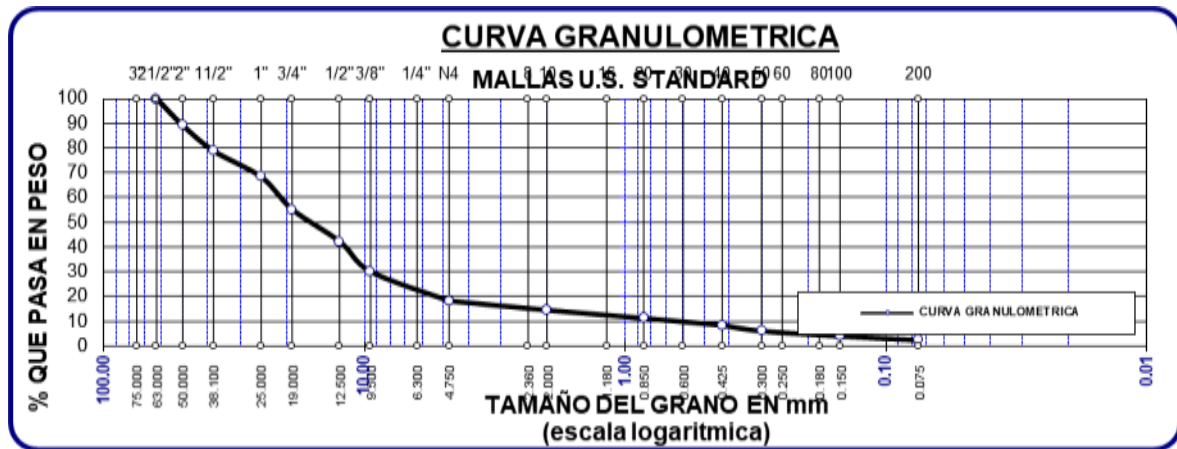
Según la normativa (CE.010, 2016), que establece los estándares para la evaluación de materiales en pavimentos, se especifica que el índice de plasticidad de los suelos de la subbase no debe exceder el 6%. Sin embargo, al analizar la segunda vía de estudio, se observó que no se presentó ningún índice de plasticidad medible.

Tabla 33*Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1*

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	324.50	10.82	10.82	89.18
1 1/2"	308.50	10.28	21.10	78.90
1"	316.50	10.55	31.65	68.35
3/4"	395.00	13.17	44.82	55.18
1/2"	387.60	12.92	57.74	42.26
3/8"	364.50	12.15	69.89	30.11
No4	354.20	11.81	81.69	18.31
No10	112.40	3.75	85.44	14.56
No20	98.60	3.29	88.73	11.27
No40	84.50	2.82	91.54	8.46
No 50	71.20	2.37	93.92	6.08
No100	61.50	2.05	95.97	4.03
No200	49.58	1.65	97.62	2.38
BASE	71.42	2.38	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	2.38			

Figura 18

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1



La granulometría de la muestra extraída de la subbase del pavimento flexible de la segunda vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

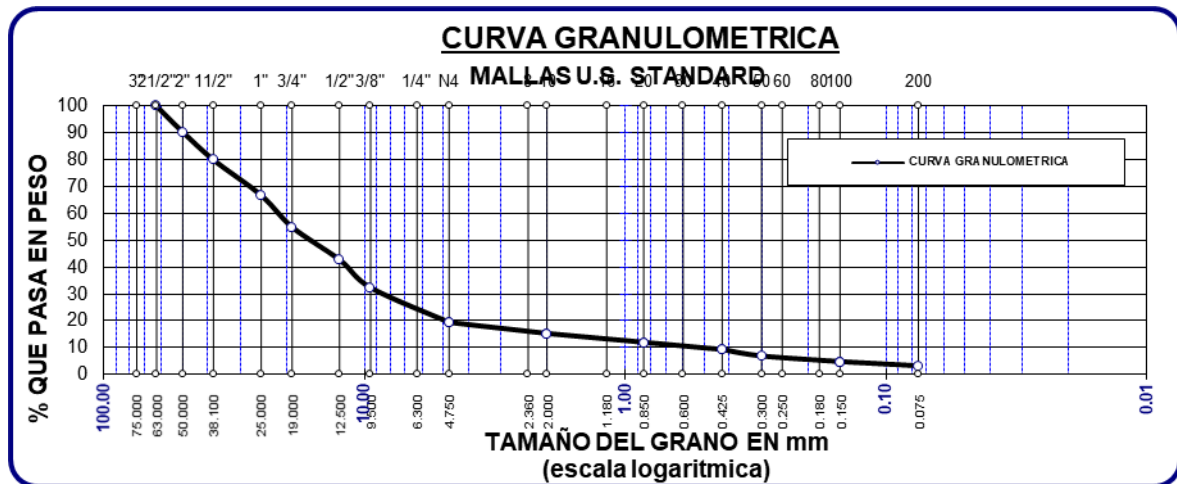
Tabla 34

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	289.60	9.65	9.65	90.35
1 1/2"	312.40	10.41	20.07	79.93
1"	398.50	13.28	33.35	66.65
3/4"	357.40	11.91	45.26	54.74
1/2"	365.40	12.18	57.44	42.56
3/8"	312.40	10.41	67.86	32.14
No4	387.60	12.92	80.78	19.22
No10	124.50	4.15	84.93	15.07
No20	98.60	3.29	88.21	11.79
No40	81.20	2.71	90.92	9.08
No 50	72.40	2.41	93.33	6.67
No100	62.50	2.08	95.42	4.58
No200	48.60	1.62	97.04	2.96
BASE	88.90	2.96	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	2.96			

Figura 19

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2



La granulometría de la muestra extraída de la subbase del pavimento flexible de la segunda vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

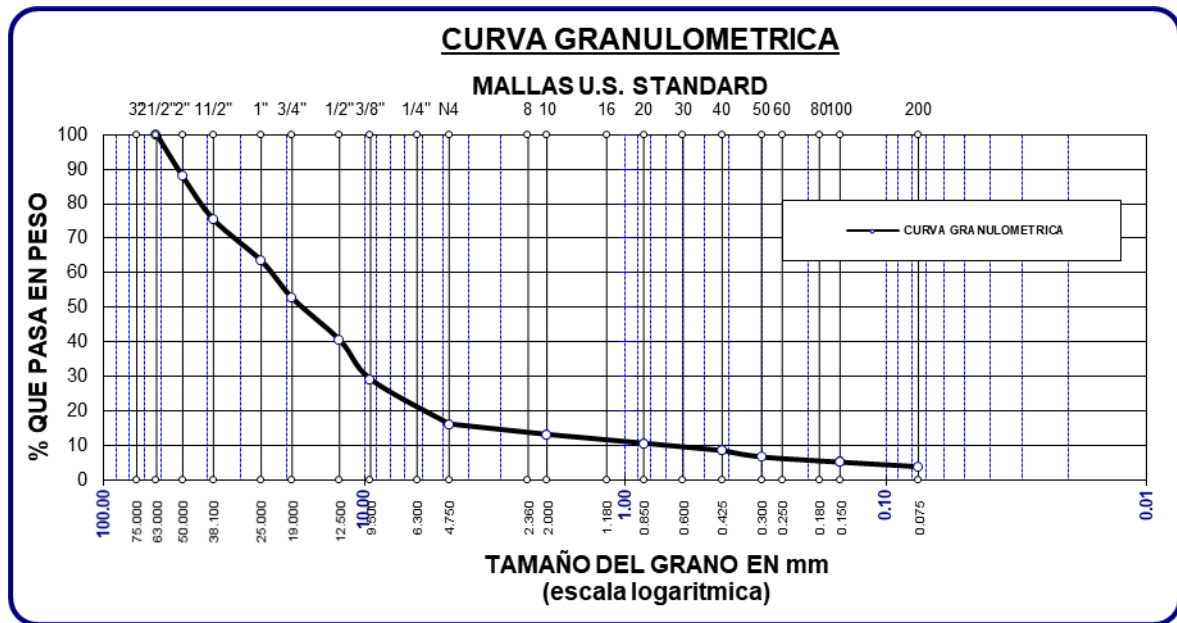
Tabla 35

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	365.40	12.18	12.18	87.82
1 1/2"	375.40	12.51	24.69	75.31
1"	357.20	11.91	36.60	63.40
3/4"	324.60	10.82	47.42	52.58
1/2"	365.00	12.17	59.59	40.41
3/8"	341.00	11.37	70.95	29.05
No4	386.50	12.88	83.84	16.16
No10	91.20	3.04	86.88	13.12
No20	76.50	2.55	89.43	10.57
No40	64.10	2.14	91.56	8.44
No 50	55.60	1.85	93.42	6.58
No100	45.20	1.51	94.92	5.08
No200	40.20	1.34	96.26	3.74
BASE	112.10	3.74	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	3.74			

Figura 20

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3



La granulometría de la muestra extraída de la subbase del pavimento flexible de la segunda vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

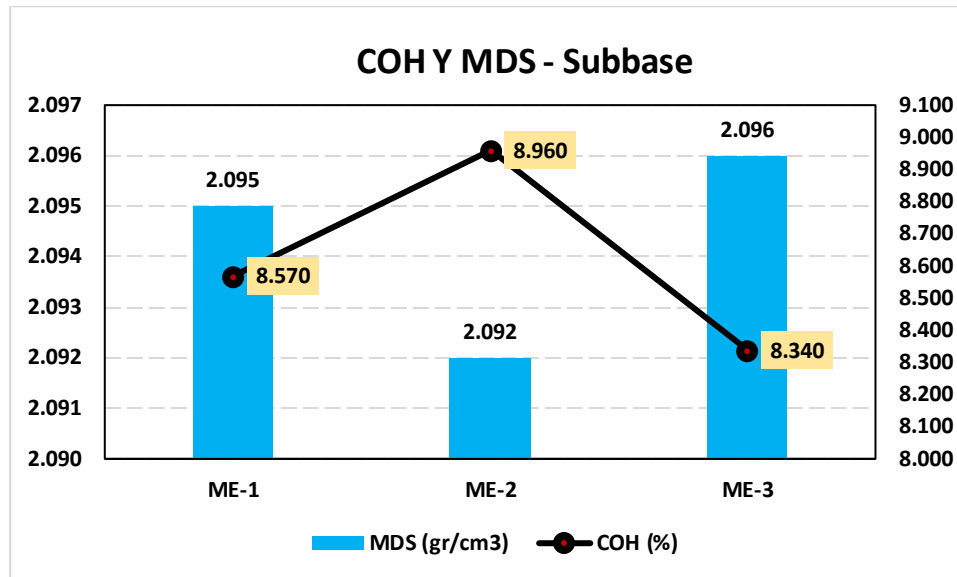
Tabla 36

OCH y MDS de la subbase del pavimento

Explo.	Grado de compactación	
	MDS (gr/cm3)	OCH (%)
ME-1	2.095	8.570
ME-2	2.092	8.960
ME-3	2.096	8.340

Figura 21

OCH y MDS de la subbase del pavimento



En el marco del estudio de la segunda vía, se exhiben los resultados obtenidos respecto al contenido óptimo de humedad y la máxima densidad seca de la subbase del pavimento, los cuales se han determinado tras el análisis de tres muestras exploratorias.

Tabla 37

CBR de la subbase

Descripción	CBR	
	CBR-100%	CBR-95%
ME-1	52.76	43.96
ME-2	50.98	40.98
ME-3	53.48	42.50

Se observa que el CBR al 95% de la MDS cumple con los estándares establecidos por la normativa (CE.010, 2016). Según esta normativa, la subbase de un pavimento debería alcanzar un CBR mínimo del 40%.

c) Estado estructural de la subrasante

Tabla 38

Límites en la subrasante del pavimento

Límites			
Explo.	LL (%)	LP (%)	IP (%)
ME-1	36.93	19.62	17.31
ME-2	37.39	19.81	17.58
ME-3	36.37	19.19	17.18

Al analizar la segunda vía de estudio, se observó que en el punto de muestreo 1 presento un índice de plasticidad de 17.31%, en el muestreo 2 fue de 17.58% y en el muestreo 3 fue de 17.18%.

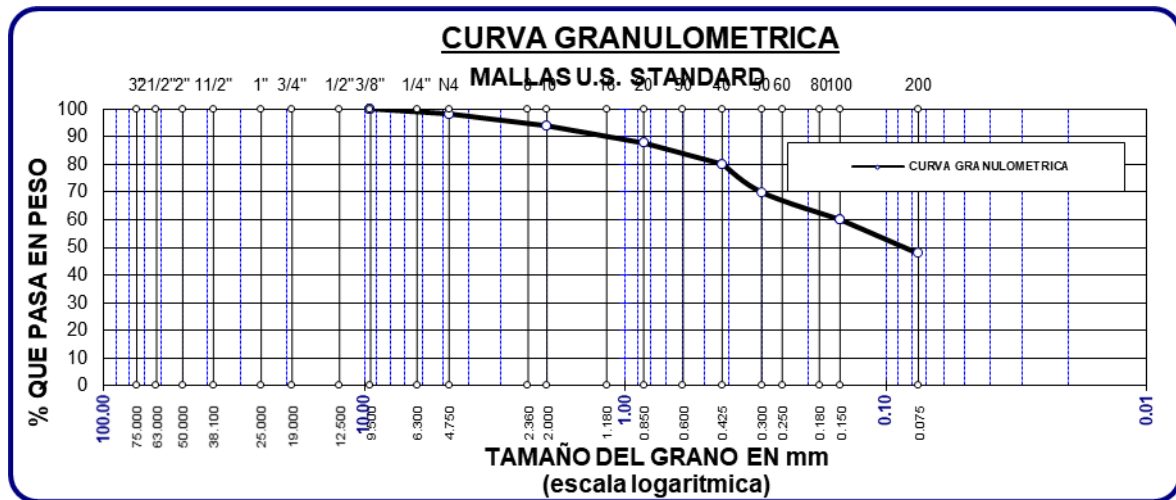
Tabla 39

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
No4	3.58	1.79	1.79	98.21
No10	8.62	4.31	6.10	93.90
No20	12.40	6.20	12.30	87.70
No40	15.20	7.60	19.90	80.10
No 50	20.30	10.15	30.05	69.95
No100	19.60	9.80	39.85	60.15
No200	24.50	12.25	52.10	47.90
BASE	95.80	47.90	100.00	0.00
TOTAL	200.00	100.00		
% PERDIDA	47.90			

Figura 22

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 1



La granulometría de la muestra extraída de la subrasante del pavimento flexible de la segunda vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

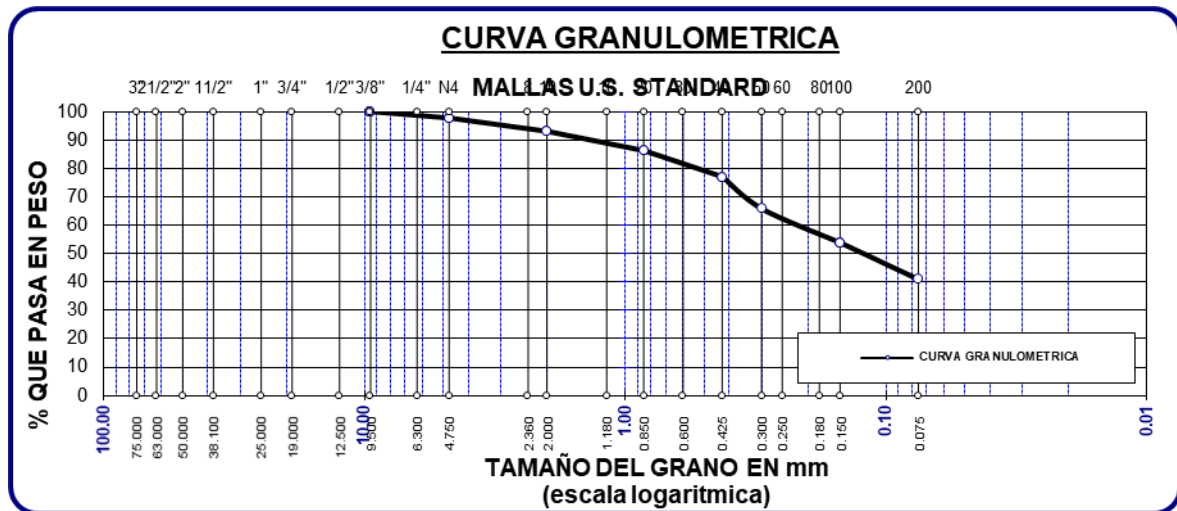
Tabla 40

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
No4	4.56	2.28	2.28	97.72
No10	9.34	4.67	6.95	93.05
No20	13.62	6.81	13.76	86.24
No40	18.40	9.20	22.96	77.04
No 50	22.60	11.30	34.26	65.74
No100	23.80	11.90	46.16	53.84
No200	25.98	12.99	59.15	40.85
BASE	81.70	40.85	100.00	0.00
TOTAL	200.00	100.00		
% PERDIDA	40.85			

Figura 23

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 2



La granulometría de la muestra extraída de la subrasante del pavimento flexible de la segunda vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

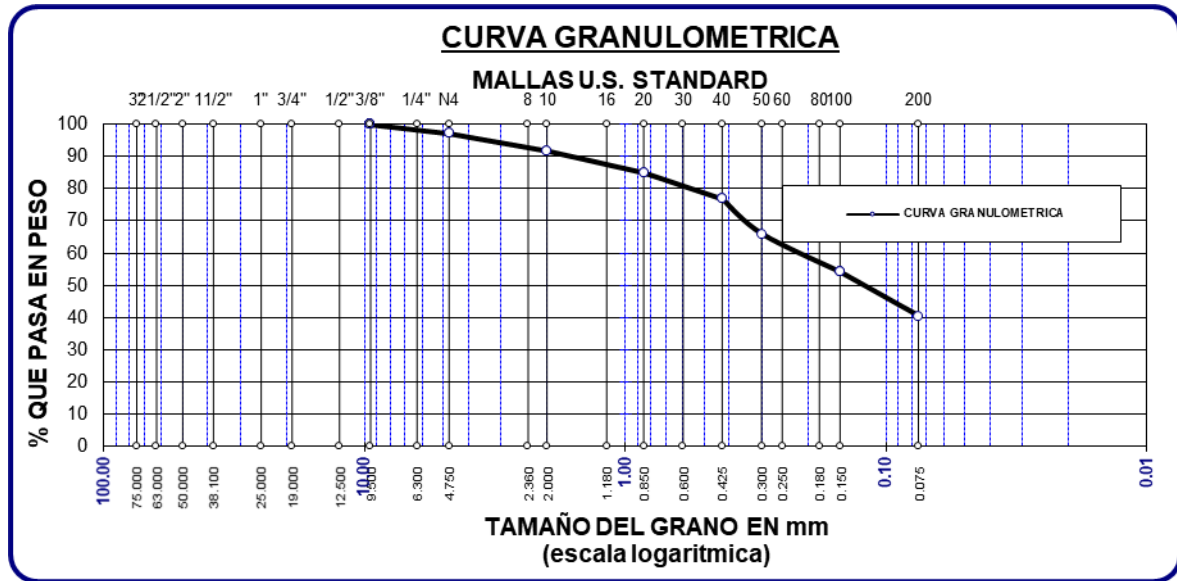
Tabla 41

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
No4	5.60	2.80	2.80	97.20
No10	10.80	5.40	8.20	91.80
No20	13.62	6.81	15.01	84.99
No40	16.40	8.20	23.21	76.79
No 50	21.60	10.80	34.01	65.99
No100	23.80	11.90	45.91	54.09
No200	27.40	13.70	59.61	40.39
BASE	80.78	40.39	100.00	0.00
TOTAL	200.00	100.00		
% PERDIDA	40.39			

Figura 24

Evaluación de la distribución de partículas de la exploración 3



La granulometría de la muestra extraída de la subrasante del pavimento flexible de la segunda vía de estudio, donde este análisis es crucial para comprender la distribución de los tamaños de partículas en el suelo.

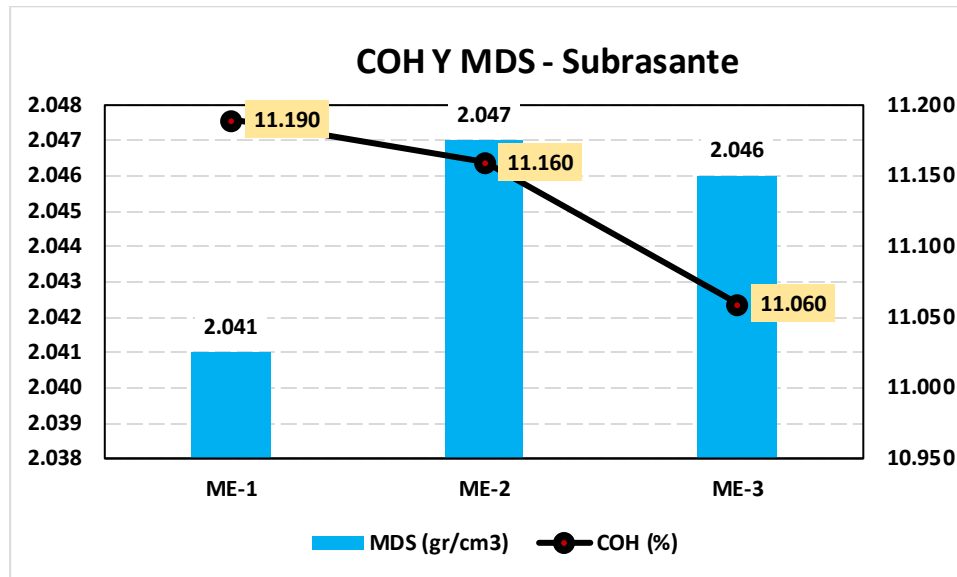
Tabla 42

OCH y MDS de la subrasante del pavimento

Explo.	Grado de compactación	
	MDS (gr/cm3)	COH (%)
ME-1	2.041	11.190
ME-2	2.047	11.160
ME-3	2.046	11.060

Figura 25

OCH y MDS de la subrasante del pavimento



En el marco del estudio de la segunda vía, se exhiben los resultados obtenidos respecto al contenido óptimo de humedad y la máxima densidad seca de la subrasante del pavimento, los cuales se han determinado tras el análisis de tres muestras exploratorias.

Tabla 43

CBR de la subrasante

Descripción	CBR	
	CBR-100%	CBR-95%
ME-1	8.79	7.21
ME-2	8.83	7.18
ME-3	8.89	7.20

Se observa que el CBR al 95% de la MDS en el primer muestreo fue de 7.21%, en el muestreo 2 fue de 7.18% y en el muestreo 3 fue de 7.20% la cual estaría clasificado como un CBR regular.

4.1.3 Vida útil restante de las vías de la zona este de la ciudad de Juliaca

4.1.3.1 Vida útil restante de la primera vía de estudio

Para calcular la vida remanente del pavimento asfáltico de la primera vía de estudio, se empleará la siguiente fórmula:

$$RL = 100 * [1 - Np / N1.5]$$

Donde:

RL= Vida remanente en %

Np: Medición eje equivalente actual

N15: Eje equivalente de diseño

Tabla 44

Eje equivalente actual de la primera vía de estudio

Tipo de Vehículo	IMDA	FdxFc	Fvp	Fca	N	EE
AUTO	714	0.5	0.00105403	1.00	365	137.2716705
STATION WAGON	279	0.5	0.00105403	1.00	365	53.5758205
CAMIONETAS	PICK UP	198	0.5	0.01686453	1.00	609.5013496
	PANEL	152	0.5	0.01686453	1.00	466.554891
	RURAL Combi	300	0.5	0.01686453	1.00	921.9348145
MICRO	209	0.5	0.01686453	1.00	365	644.4231229
BUS	2 E	165	0.5	4.50365371	1.00	135739.5598
	>=3 E	81	0.5	2.3205264	1.00	34239.65706
CAMION	2 E	105	0.5	4.50365371	1.00	85931.40164
	3 E	51	0.5	3.2845802	1.00	30571.23024
	4 E	37	0.5	2.77355035	1.00	18829.6333
SEMI TRAYLER	2S1/2S2	23	0.5	7.74194067	1.00	32214.21513
	2S3	34	0.5	3.25301265	1.00	20125.57598
	3S1/3S2	31	0.5	5.30379366	1.00	30344.99243
	>= 3S3	28	0.5	8.54208062	1.00	44195.65735
TRAYLER	2T2	28	0.5	10.9802276	1.00	55307.40657
	2T3	23	0.5	9.76115412	1.00	41150.5855
	3T2	17	0.5	9.76115412	1.00	30194.91014
	>=3T3	18	0.5	8.54208062	1.00	27359.21646
Ejes equivalentes actual						589037.3033

NP = 589037.30

N15= 1399034.59

Reemplazando los valores correspondientes para la primera vía de estudio, se obtiene que el pavimento asfáltico tiene una vida útil remanente del 57.90%.

4.1.3.2 Vida útil restante de la segunda vía de estudio

Para calcular la vida remanente del pavimento asfáltico de la segunda vía de estudio, se empleará la siguiente fórmula:

$$RL = 100 * [1 - Np / N1.5]$$

Donde:

RL= Vida remanente en %

Np: Medición eje equivalente actual

N15: Eje equivalente de diseño

Tabla 45

Ejes equivalentes actual de la segunda vía de estudio

Tipo de Vehículo		IMDA	FdxFc	Fvp	Fca	N	EE 8.2tn
AUTO		617	0.5	0.00105403	1.00	365	118.734
STATION WAGON		208	0.5	0.00105403	1.00	365	39.985
CAMIONETAS	PICK UP	184	0.5	0.01686453	1.00	365	567.595
	PANEL	71	0.5	0.01686453	1.00	365	219.309
	RURAL Combi	640	0.5	0.01686453	1.00	365	1968.657
MICRO		193	0.5	0.01686453	1.00	365	595.067
BUS	2 E	48	0.5	4.50365371	1.00	365	39205.431
	>=3 E	25	0.5	2.3205264	1.00	365	10672.101
CAMIÓN	2 E	29	0.5	4.50365371	1.00	365	23671.204
	3 E	19	0.5	3.2845802	1.00	365	11239.423
	4 E	20	0.5	2.77355035	1.00	365	9870.372
SEMI TRÁILER	2S1/2S2	14	0.5	7.74194067	1.00	365	19710.013
	2S3	13	0.5	3.25301265	1.00	365	7925.559
	3S1/3S2	10	0.5	5.30379366	1.00	365	9437.438
	>= 3S3	10	0.5	8.54208062	1.00	365	15667.244
TRÁILER	2T2	12	0.5	10.9802276	1.00	365	23144.947
	2T3	13	0.5	9.76115412	1.00	365	23514.620
	3T2	11	0.5	9.76115412	1.00	365	18704.812
	>=3T3	10	0.5	8.54208062	1.00	365	14965.725
Ejes equivalentes actual							231238.236

NP = 231238.24



N15= 451474.91

Reemplazando los valores correspondientes para la primera vía de estudio, se obtiene que el pavimento asfáltico tiene una vida útil remanente del 48.78%.

4.2 Discusión de resultados

➤ En lo que respecta al flujo vehicular

Como parte de la investigación realizada por Nina en el 2017, realizó un análisis del flujo vehicular en los cruces primarios del Jr. Mariano Núñez Butrón en Juliaca. Los resultados de este estudio indican que los conteos manuales de tránsito son las formas más eficientes para realizar estudios de esta naturaleza. Esto se debe a que los conteos manuales de tráfico ofrecen información completa sobre los volúmenes de tráfico y los patrones de movimiento en cada uno de los cruces que fueron examinados. Los resultados que se obtuvieron indican que la composición de los vehículos en la intersección No. 6 Jr. Mariano Núñez - Jr. Huancané es la siguiente: 34 por ciento de los vehículos son mototaxis, 18 por ciento camionetas rurales, 14 por ciento automóviles, 8 por ciento motos lineales, 5 por ciento microbuses, 5 por ciento taxis, 5 por ciento triciclos, 3 por ciento buses interprovinciales, 2 por ciento transporte de carga y 1 por ciento ómnibus. Los resultados del estudio mostraron que los mototaxis, u otros vehículos más pequeños, constituyen la mayor parte del tráfico en el centro de Juliaca. En gran parte, este fenómeno puede atribuirse a la ausencia de instrucción vial, así como a la circulación informal y no regulada de estos vehículos, que contribuyen en gran medida a la congestión que se experimenta en la región específica.

En nuestro estudio, se presentó el Índice Medio Diario Anual (IMDA) como una medida del flujo vehicular en las vías ubicadas en la zona este de la ciudad de Juliaca. En la primera vía estudiada, el IMDA fue de 2491.028, lo que indica una cantidad significativa

de vehículos que transitan por esta vía a lo largo del año. Al analizar el flujo vehicular por tipo de vehículo en esta primera vía, se observa que los automóviles representaron el mayor porcentaje, con un 29% del total. En segundo lugar, se encuentran las combis, que constituyen el 12% del flujo vehicular en esta vía específica. Por otro lado, en la segunda vía de estudio, el IMDA fue ligeramente menor, situándose en 2145.66, lo que aún denota un flujo considerable de vehículos a lo largo del año. Al examinar el flujo vehicular por tipo de vehículo en esta segunda vía, se evidencia que las combis ocupan el primer lugar en términos de flujo, representando el 29.8% del total. Les siguen los automóviles, que constituyen el 28.8% del flujo vehicular en esta vía en particular. Estos hallazgos sugieren una distribución diferente del flujo vehicular entre las dos vías estudiadas, con una mayor presencia de automóviles en la primera vía y una predominancia de combis en la segunda.

➤ **En lo que respecta a la evaluación estructural de un pavimento flexible**

En el estudio de (Aliaga, 2021), se realizó una evaluación estructural del óvalo en la intersección de la autopista Mártires 4 de Noviembre. Se observó que en las propiedades de la sub base, la granulometría apenas se desvía de los estándares de la ASTM D422 para sub base, con una máxima densidad seca de 2.05 gr/cm³, un índice plástico promedio de 3.31%, cumpliendo así el requisito para lugares ubicados a más de 3000 m.s.n.m., al ser inferior al 4%. Además, el CBR al 100% promedio fue de 65.3%, superando el requisito del 40% para sub base. En cuanto a las propiedades de la base, se encontró que la granulometría también se desvía ligeramente de los estándares de la ASTM D422, con una máxima densidad seca de 2.089 gr/cm³ y un índice plástico promedio de 1.92%, que no cumple con el requisito para lugares ubicados a más de 3000 m.s.n.m., al ser menor al 2%. Además, el CBR al 100% promedio fue de 91.9%, por debajo del requisito del 100% para la base. Tras realizar la evaluación estructural del pavimento en la intersección del óvalo de la autopista Mártires 4 de Noviembre, entrada a la ciudad universitaria, se concluye que el pavimento flexible presenta un bajo deterioro, mientras que el pavimento rígido muestra un deterioro más significativo.



En nuestro estudio, se realizaron mediciones del Índice de Soporte Califórnia (CBR, por sus siglas en inglés) en las capas de la estructura de pavimento en dos tramos de carretera. En el primer tramo, denominado ME-1, el CBR en la base fue de 74.97%, en ME-2 fue de 72.95%, y en ME-3 fue de 72.29%. En cuanto a la subbase, los valores de CBR fueron de 47.51% en ME-1, 45.09% en ME-2, y 46.05% en ME-3. Por último, en la subrasante, los valores de CBR fueron de 8.61% en ME-1, 8.52% en ME-2, y 8.56% en ME-3. En el segundo tramo de estudio, los resultados fueron ligeramente diferentes. En la base, el CBR en ME-1 fue de 62.58%, en ME-2 fue de 61.79%, y en ME-3 fue de 60.00%. Respecto a la subbase, se registraron valores de CBR de 43.96% en ME-1, 40.98% en ME-2, y 42.50% en ME-3. Por último, en la subrasante, los valores de CBR fueron de 7.21% en ME-1, 7.18% en ME-2, y 7.20% en ME-3.

➤ **En lo que respecta a la vida útil restante de un pavimento**

En el estudio (Recuay, 2021) se enfocó en evaluar el tiempo de vida remanente de distintos tramos de una carretera específica. La carretera fue dividida en cinco segmentos para un análisis más detallado: el Tramo I, que va desde Tarma hasta la carretera Tupi; el Tramo II, desde la carretera Tupi hasta Acobamba; el Tramo III, desde Acobamba hasta Palca; el Tramo IV, desde Palca hasta San Ramón; y finalmente, el Tramo V, que abarca desde San Ramón hasta La Merced. Los resultados obtenidos revelaron una variación significativa en el tiempo de vida remanente entre estos tramos. El Tramo I mostró un tiempo de vida remanente del 77.06 %, lo cual sugiere una condición relativamente favorable en términos de durabilidad y resistencia. Por otro lado, el Tramo II exhibió un valor más bajo, con un 52.65 %, indicando una disminución en la calidad de la carretera en esta sección específica. Sin embargo, el Tramo III presentó un tiempo de vida remanente notablemente más alto, con un 73.88 %, lo que sugiere una mejor conservación o mantenimiento en comparación con el Tramo II. El análisis continuó con el Tramo IV, donde se registró un tiempo de vida remanente del 58.52 %. Aunque este valor es inferior al del Tramo III, aún indica una durabilidad significativa en la infraestructura vial.



Finalmente, el Tramo V mostró el tiempo de vida remanente más bajo de todos, con un 51.02 %. Esta cifra sugiere la necesidad de una atención especial en términos de mantenimiento y posiblemente renovación de la superficie vial. En conjunto, el promedio del tiempo de vida remanente en toda la vía analizada fue del 62.63 %, lo que proporciona una visión general del estado de conservación de la carretera. Estos hallazgos subrayan la importancia de llevar a cabo evaluaciones periódicas del estado de las carreteras para garantizar su seguridad y funcionalidad a largo plazo.

En nuestro estudio, se evaluó la vida útil restante de dos vías diferentes. En la primera vía analizada, se encontró que la vida útil restante era del 57.90%, lo que sugiere que más de la mitad de la vida útil proyectada originalmente aún está disponible para el uso futuro de la vía. Por otro lado, en la segunda vía de estudio, se determinó que la vida útil remanente era del 48.78%, lo que indica que aproximadamente la mitad de la vida útil estimada ya ha sido consumida o comprometida por el desgaste y el uso.



CONCLUSIONES

Primera. - El índice medio diario anual (IMDA) de flujo vehicular en la primera vía de estudio fue de 2491.028 vehículos. Se observó que los automóviles representaron el mayor porcentaje del flujo, con un 29%, seguidos por las combis rurales con un 12%. En cuanto a la segunda vía de estudio, el IMDA fue de 2145.66 vehículos. Aquí, las combis representaron el mayor flujo vehicular, con un 29.8%, seguidas de cerca por los automóviles, también con un 29.8%.

Segunda. - El estado estructural de la primera vía de estudio reveló que, el CBR no cumplió con la normativa establecida. En el tramo ME-1, se registró un CBR de 74.97%, mientras que en ME-2 fue de 72.95%, y en ME-3 de 72.29%. La subbase cumplió con los estándares, presentando valores de CBR de 47.51% en ME-1, 45.09% en ME-2, y 46.05% en ME-3. Por último, en la subrasante, se obtuvieron valores de CBR de 8.61% en ME-1, 8.52% en ME-2, y 8.56% en ME-3. En el segundo tramo de estudio los resultados variaron ligeramente. En la base, se observaron valores de CBR de 62.58% en ME-1, 61.79% en ME-2, y 60.00% en ME-3 las cuales no cumplieron con lo mínimo requerido. Respecto a la subbase, los valores de CBR fueron de 43.96% en ME-1, 40.98% en ME-2, y 42.50% en ME-3 cumplió con lo mínimo requerido. En cuanto a la subrasante, se registraron valores de CBR de 7.21% en ME-1, 7.18% en ME-2, y 7.20% en ME-3.

Tercera. - La vida útil restante de la primera vía de estudio se determinó en un 57.90%, lo que indica que aún conserva más de la mitad de su vida útil. En contraste, la segunda vía de estudio mostró una vida útil restante ligeramente inferior, con un 48.78%, lo que sugiere que ha consumido un poco más de su vida útil en comparación con la primera.



RECOMENDACIONES

Primera. Se recomienda a los investigadores que estén llevando a cabo estimaciones de carga vehicular acumulada que realicen el conteo de vehículos de manera minuciosa y detallada. Es crucial considerar la clasificación de los vehículos, ya que estos pueden tener configuraciones de ejes diferentes. La falta de una clasificación detallada podría llevar a variaciones significativas en los resultados de la carga vehicular estimada. Además, se sugiere que estos conteos se realicen durante un período mínimo de siete días consecutivos.

Segunda. Se recomienda realizar de manera minuciosa los ensayos requeridos a nivel de capa base y subbase en la evaluación estructural de los pavimentos. Esto permitirá una interpretación más precisa del comportamiento estructural de los mismos.

Tercera. Se recomienda realizar mantenimientos rutinarios al pavimento con el objetivo de conservar su vida útil y evitar que se deteriore completamente.



REFERENCIAS

- Alfonso, B. M., Eusebio, M. O., Carlos, & Flavio, M. O., Juan. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Grupo Editorial Patria.
- Aliaga Humpiri, S. C. (2021). La inclusión de cláusulas de liberalidad en los contratos de adhesión en la adquisición de pasajes aéreos en el Perú. *Repositorio Institucional - UCV*.
2021. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65489>
- Álvarez Gutiérrez, L. F., Bravo Viche, J. F., & Orellana, C. (2022). *Evaluación estructural y funcional del pavimento de la av. Unidad Nacional entre la calle Gran Colombia y avenida México* [bachelorThesis, Universidad del Azuay].
<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11631>
- Arteaga Felix, E. W., & Luna Palmadera, M. R. (2022). Evaluación estructural del pavimento flexible, tramo puente Lampanin – psj Las Flores, distrito Cáceres del Perú—Jimbe 2021. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/100479>
- Balarezo, J. (2017). *Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento*. <https://hdl.handle.net/11042/3135>
- Benito Cárdenas, V. (2020). Análisis comparativo entre las estimaciones del porcentaje de vida remanente útil obtenidas a partir de una evaluación funcional y una evaluación estructural, del pavimento flexible en el tramo T'icapata – Pumamarca en la carretera ENACO – Abra Ccorao.
- Bravo Mendoza, K. G. (2023). *Evaluación del comportamiento estructural del pavimento flexible en vía Tugaduaja – Engunga del cantón y de la provincia de Santa Elena utilizando la viga Benkelman* [bachelorThesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2023.].
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9218>



- Cai, X., Liang, Y., Xin, T., Ma, C., & Wang, H. (2019). Assessing the effects of subgrade frost heave on vehicle dynamic behaviors on high-speed railway. *Cold Regions Science and Technology*, 158, 95-105.
<https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2018.11.009>
- Ccasani Bravo, M. J., & Ferro Moína, Y. I. (2017). Evaluación y análisis de pavimentos en la ciudad de Abancay, para proponer una mejor alternativa estructural en el diseño de pavimentos. *Universidad Tecnológica de los Andes*.
<https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/107>
- CE.010. (2016). *CE.010 Pavimentos Urbanos DS N° 010-2010*.
<https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619679-ce-010-pavimentos-urbanos-ds-n-010-2010>
- Coto-Sánchez, J. D. (2016). *Comparación de las estructuras de pavimento rígido y flexible por medio de un análisis de ciclo de vida, enfocado a carreteras de tránsito pesado*.
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6792>
- Demir, A., Santos, J., Miller, S., Diele, R., & Naarding, G. (2023). Multi-objective optimization of flexible pavement design from an environmental and economic perspective. *Journal of Cleaner Production*, 430, 139441.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139441>
- Fernandez Cubas, F. S., & Zagal Ancajima, A. J. P. (2020). Diseño de infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular carretera 108 – pueblo joven San Martín (KM0+000 – KM10+200)—Lambayeque 2020. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/102305>
- Hasan, M. M., Islam, M. R., & Tarefder, R. A. (2018). Characterization of subgrade soil mixed with recycled asphalt pavement. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 5(3), 207-214.
<https://doi.org/10.1016/j.jtte.2017.03.007>



- Ibañez Ccoapaza, C. E., & Coaquira Cueva, D. Y. (2021). Evaluación del pavimento flexible mediante métodos convencionales y destructivos, tramo Azángaro – Salinas del Km 0+000 al 3+000, Puno 2021.
- Kermani, B., Xiao, M., Stoffels, S. M., & Qiu, T. (2018). Reduction of subgrade fines migration into subbase of flexible pavement using geotextile. *Geotextiles and Geomembranes*, 46(4), 377-383. <https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2018.03.006>
- Kumar Gautam, P., Kalla, P., Singh Chouhan, H., & Sitaramanjaneyulu, K. (2022). Use of dimensional limestone mining waste as flexible pavement material. *Materials Today: Proceedings*, 65, 2016-2020. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.05.431>
- Kumar, P., & Shukla, S. (2022). Flexible pavement construction using different waste materials: A review. *Materials Today: Proceedings*, 65, 1697-1702. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.713>
- Li, Q., Wang, Z., Li, Y., & Shang, J. (2018). Cold recycling of lime-fly ash stabilized macadam mixtures as pavement bases and subbases. *Construction and Building Materials*, 169, 306-314. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.03.030>
- Mamani Arcata, S. M., & Pilco Chura, W. C. (2021). Evaluación estructural por deflectometría e IRI para determinar la vida remanente del pavimento flexible en la av. Circunvalación—Puno, 2021.
- Medina Solano, E. R., Niño González, C. R., & Briceño Barrantes, Y. E. (2024). *Incidencia del tipo de eje de los buses articulados de Transmilenio en el ciclo de vida de los pavimentos* [Bachelor Thesis, Especialización en Gerencia de Proyectos -Virtual]. <https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/13457>
- Medrano Yanque, S. J. A., & Rimachi Ccama, T. E. (2020). Evaluación estructural del pavimento flexible de la carretera Cusco—Sicuaní (tramo Tinta- San Pedro), 2019. *Universidad Andina del Cusco*. <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3600>
- Mendoza Torres, E. S. (2019). Relación entre los métodos de diseño de pavimento flexible empírico mecanístico ASSHTO 93 y Shell para determinar la vida útil del pavimento.



- Universidad* *Ricardo* *Palma.*
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2800>
- M.g., G., Shetty, K. K., & Nayak, G. (2022). Synthesis of Fly-ash and Slag Based Geopolymer Concrete for Rigid Pavement. *Materials Today: Proceedings*, 60, 46-54. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.332>
- Misari Salazar, L. O. (2021). Capacidad Vial y Flujo Vehicular en la Carretera PE. 3SB. *Repositorio Institucional* - *UPLA.*
<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2825>
- Mukiza, E., Zhang, L., Liu, X., & Zhang, N. (2019). Utilization of red mud in road base and subgrade materials: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 187-199. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.031>
- Nina Huanca, A. (2017). Optimización del tráfico vehicular en las principales intersecciones del Jr. Mariano Núñez Butrón del centro de la ciudad de Juliaca. *Universidad Peruana Unión*. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/948>
- Ocaña Ortiz, F. A., & Cruz Rubio, O. F. (2019). *Evaluación estructural de pavimentos flexibles construidos en la localidad de Usme utilizando el deflectómetro de impacto o FWD* [Master thesis, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16535>
- Picoy Alvarado, S. J. (2021). Análisis del flujo vehicular y el nivel de servicio en el jirón dos de mayo aledaño al centro de la Ciudad de Huánuco, 2021. *Universidad Nacional Hermilio Valdizán*. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6570>
- Quispe Santamaria, J. A. (2022). Sistema Bitufor para reducir reflexión de grietas y prolongar vida útil de un pavimento flexible Villa María del Triunfo, 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/123106>
- Recuay, P. (2021). Modelo estructural para determinar el tiempo de vida remanente en pavimentos flexibles. *Universidad Peruana Los Andes*.
<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2674>



- Sandoval Rivera, Y. A. (2018). "Mantenimiento Periódico inicial en la mejora de vida útil del pavimento en la carretera: Pucará km 13+542 al Dv. Pampas km 39+842".
Universidad César Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26905>
- Sepúlveda Ángel, A., & Jiménez Bautista, E. S. (2022). *Evaluación de propiedades de resistencia y rigidez en granulares remanentes de estructuras de pavimentos al tratarlos con cal, en Bogotá*. [Bachelor thesis, Pregrado Ingeniería Civil].
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/43237>
- Singh, K., & Ghosh, G. (2022). Stress behavior of concrete pavement. *Materials Today: Proceedings*, 55, 246-249. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.06.424>
- Talkeri, A., & Ravi Shankar, A. U. (2022). Alkali activated slag-fly ash concrete incorporating precious slag as fine aggregate for rigid pavements. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 9(1), 78-92.
<https://doi.org/10.1016/j.jtte.2021.05.001>
- Vargas Espinoza, L. A. (2019). *Evaluación estructural del pavimento flexible de la carretera Patacamaya – Tambo Quemado, mediante el deflectómetro de impacto FWD (Falling Weight Deflectometer)* [Thesis].
<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/34719>
- Zarei, S., Ouyang, J., & Zhao, Y. (2022). Evaluation of fatigue life of semi-flexible pavement with cement asphalt emulsion pastes. *Construction and Building Materials*, 349, 128797. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128797>
- Zhao, Y., Liu, X., Zhang, X., & Wang, Q. (2024). Cooling optimization of asphalt pavement by topology optimization and cooling mechanism analysis. *Journal of Cleaner Production*, 449, 141726. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141726>



ANEXOS



EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿De qué manera el flujo vehicular y estado estructural de pavimentos flexibles incide en la vida útil en vías principales de la zona este de la ciudad de Juliaca?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar el flujo vehicular y estado estructural de pavimentos flexibles y su incidencia en la vida útil en vías principales de la zona este de la ciudad de Juliaca.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>El flujo vehicular y el estado estructural de los pavimentos flexibles serán deficientes, lo que tendrá un impacto significativo en la vida útil de las vías principales en la zona este de la ciudad de Juliaca.</p>	<p>Variable Independiente Flujo Vehicular y Estado Estructural</p> <p>Dimensiones: <i>Tráfico vehicular</i> <i>Estado del pavimento</i></p> <p>Variable Dependiente Vida Útil de Pavimentos Flexibles</p> <p>Dimensiones: <i>Durabilidad</i></p>	<p><i>Conteos de tráfico, técnicas de evaluación y ensayos en laboratorio</i></p> <p>% de vida restante del pavimento</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuál es el índice medio diario anual expresado en flujo vehicular de las principales vías a nivel de pavimento flexible de la zona este de la ciudad de Juliaca?</p> <p>¿Cuál es el estado estructural de las principales vías a nivel de pavimento flexible de la zona este de la ciudad de Juliaca?</p> <p>¿Cuál es la vida útil restante en relación al flujo vehicular y estado estructural de las principales vías a nivel de pavimento flexible de la zona este de la ciudad de Juliaca?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar el índice medio diario anual expresado en flujo vehicular de las principales vías a nivel de pavimento flexible de la zona este de la ciudad de Juliaca.</p> <p>Determinar el estado estructural de las principales vías a nivel de pavimento flexible de la zona este de la ciudad de Juliaca.</p> <p>Estimar la vida útil restante en relación al flujo vehicular y estado estructural de las principales vías a nivel de pavimento flexible de la zona este de la ciudad de Juliaca.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>El índice medio diario anual de flujo vehicular en las vías principales con pavimento flexible en la zona este de Juliaca será notablemente mayor para los autobuses en comparación con otros vehículos.</p> <p>El deterioro estructural de las principales vías con pavimento flexible en la zona este de Juliaca será evidente, reflejando condiciones deficientes.</p> <p>Se estima que la vida útil restante de las principales vías con pavimento flexible en la zona este de Juliaca será del 50% en comparación con su vida útil inicial.</p>		



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

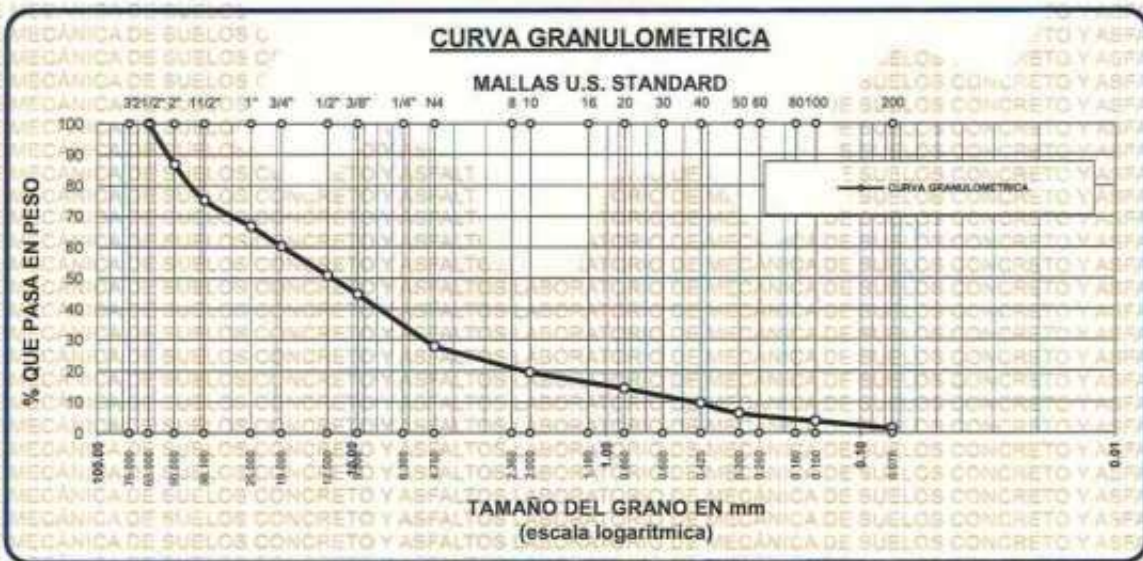
UBICACIÓN : VIA PRINCIPAL ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 01- BASE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 3500.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 3448.40
2"	50.000	464.00	13.26	13.26	86.74		P.P.= 51.60
1 1/2"	38.100	402.00	11.49	24.74	75.26		%w= 16.47
1"	25.000	298.00	8.51	33.26	66.74		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	226.00	6.46	39.71	60.29		L.L.= 12.07
1/2"	12.500	327.00	9.34	49.06	50.94		L.P.= 0.00
3/8"	9.500	216.30	6.18	55.24	44.76		I.P.= NP
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	592.40	16.93	72.16	27.84		D10= 0.471 Cu= 39.9
No8	2.360						D30= 5.357 Cc= 3.24
No10	2.000	295.40	8.44	80.60	19.40		D60= 18.80
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	178.50	5.10	85.70	14.30		I.G. =
No30	0.600						SUSCS GM-GC
No40	0.425	168.50	4.81	90.52	9.48		ASSTHO A1
No 50	0.300	112.50	3.21	93.73	6.27		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	87.60	2.50	96.23	3.77		
No200	0.075	80.20	2.29	98.53	1.47		
BASE		51.60	1.47	100.00	0.00		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		1.47					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Ing. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 01- BASE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	102.50
SUELO SECO + TARRO	gr	91.40
PESEO DEL TARRO	gr	24.00
PESEO DEL AGUA	gr	11.10
PESEO DEL SUELO SECO	gr	67.40
HUMEDAD %	%	16.47

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	43.00	44.26	43.27		
SUELO SECO + TARRO	gr	41.27	42.62	41.87		
PESEO DEL TARRO	gr	28.53	28.58	29.50		
PESEO DEL AGUA	gr	1.73	1.64	1.40		
PESEO DEL SUELO SECO	gr	12.74	14.04	12.37		
HUMEDAD %	%	13.58	11.68	11.32		
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 12.07 **LIMITE PLASTICO** :

INDICE PLASTICO : NP

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

Ing. Anacleto Jara Torres
CIP 11125



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE: ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

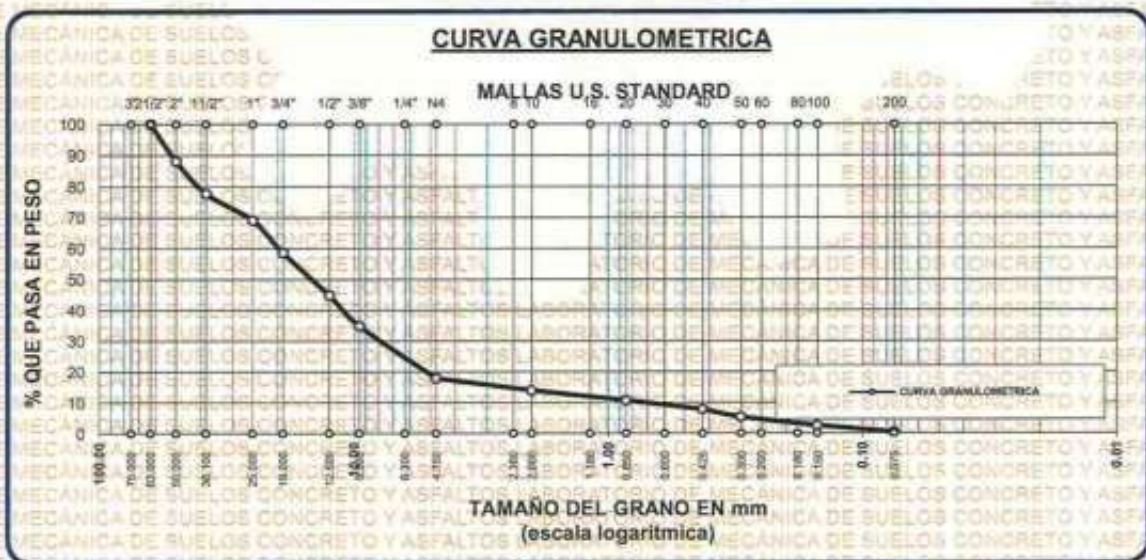
UBICACIÓN: VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA: CALICATA 02- BASE

FECHA: 27 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 3000.00
2"	50.000	356.78	11.89	11.89	88.11		P.L.= 2988.06
1 1/2"	38.100	312.40	10.41	22.31	77.69		P.P.= 11.94
1"	25.000	257.60	8.59	30.89	69.11		%w = 16.73
3/4"	19.000	315.80	10.53	41.42	58.58		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	412.70	13.76	55.18	44.82		L.L.= 9.09
3/8"	9.500	300.14	10.00	65.18	34.82		L.P.= NP
1/4"	6.300						I.P.= NP
No4	4.750	507.60	16.92	82.10	17.90		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= 0.739 Cu= 26.8
No10	2.000	118.60	3.95	86.05	13.95		D30= 8.147 Cc= 4.53
No16	1.180						D60= 19.81
No20	0.850	95.60	3.19	89.24	10.76		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	87.60	2.92	92.16	7.84		SUSCS GW-GM
No50	0.300	74.20	2.47	94.63	5.37		ASSTHO A1
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	84.12	2.80	97.44	2.56		
No200	0.075	64.92	2.16	99.60	0.40		
BASE		11.94	0.40	100.00	0.00		
TOTAL		3000.00	100.00				
% PERDIDA		0.40					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAR. INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A.

Ing. Arnaldo Yana Torres
CIP 12257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VÍA PRINCIPAL- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 02- BASE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	106.30
SUELO SECO + TARRO	gr	94.50
PESO DEL TARRO	gr	23.95
PESO DEL AGUA	gr	11.80
PESO DEL SUELO SECO	gr	70.55
HUMEDAD %	%	16.73

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		4	5	6	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	44.30	43.50	44.67		
SUELO SECO + TARRO	gr	43.28	42.51	42.76		
PESO DEL TARRO	gr	28.64	29.64	28.34		
PESO DEL AGUA	gr	1.02	0.99	1.91		
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.64	12.87	14.42		
HUMEDAD %	%	6.97	7.69	13.25		
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 09.09 **LIMITE PLASTICO** : NP

INDICE PLASTICO : NP

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL
 M. Sc. Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

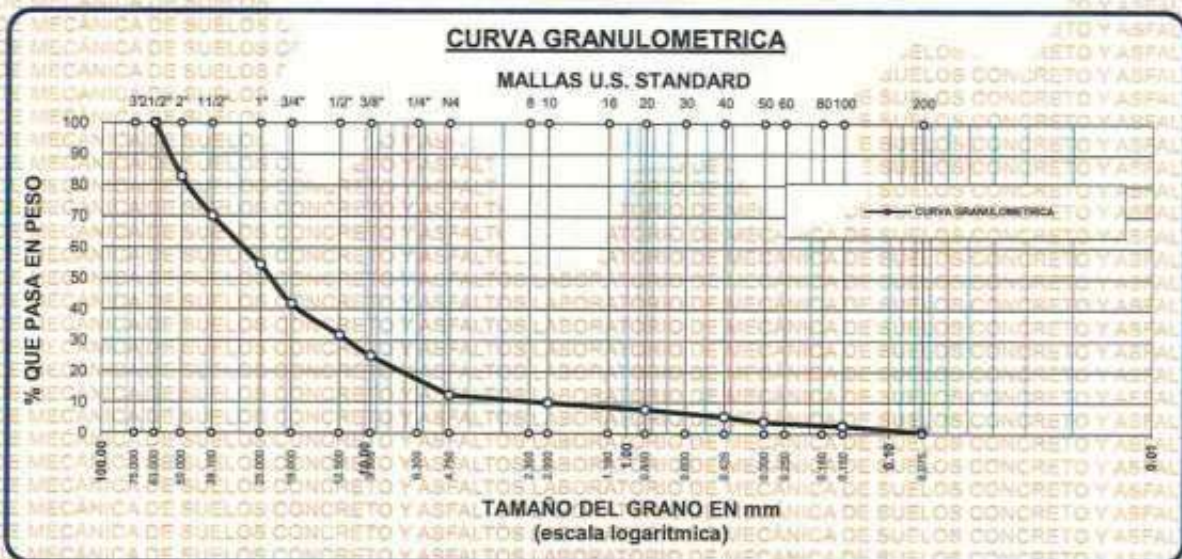
UBICACIÓN : VÍA PRINCIPAL- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 03- BASE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 3000.00
2"	50.000	516.00	17.20	17.20	82.80		P.L.= 2984.98
1 1/2"	38.100	379.00	12.63	29.83	70.17		P.P.= 15.02
1"	25.000	471.00	15.70	45.53	54.47		% W = 15.51
3/4"	19.000	381.00	12.70	58.23	41.77		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	300.00	10.00	68.23	31.77		LL=
3/8"	9.500	201.00	6.70	74.93	25.07		LP.=
1/4"	6.300						I.P.= NP
No4	4.750	381.00	12.70	87.63	12.37		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= 2.167 Cu= 13.6652
No10	2.000	75.60	2.52	90.15	9.85		D30= 11.709 Cc= 2.13585
No16	1.180						D60= 29.62
No20	0.850	63.40	2.11	92.27	7.73		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	69.70	2.32	94.59	5.41		SUSCS GP-GM
No50	0.300	49.38	1.65	96.24	3.76		ASSTHO A1
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	39.80	1.33	97.56	2.44		
No200	0.075	58.10	1.94	99.50	0.50		
BASE		15.02	0.50	100.00	0.00		
TOTAL		3000.00	100.00				
% PERDIDA		0.50					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FCB, CADIZGHEVA, CAJ.

[Handwritten signature]



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO

EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE

ING. MARCO MIGUEL SUCAPICA ROJAS

UBICACIÓN

VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA

CALICATA 03- BASE

FECHA

27 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	121.20
SUELO SECO + TARRO	gr	108.10
PESO DEL TARRO	gr	23.64
PESO DEL AGUA	gr	13.10
PESO DEL SUELO SECO	gr	84.46
HUMEDAD %	%	15.51

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	7	8	9	E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	44.30	43.80	44.12	
SUELO SECO + TARRO	gr	42.62	41.97	42.57	
PESO DEL TARRO	gr	28.25	28.62	29.14	
PESO DEL AGUA	gr	1.68	1.83	1.55	
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.37	13.35	13.43	
HUMEDAD %	%	11.69	13.71	11.54	
N° DE GOLPES		30	25	15	

LIMITE LIQUIDO	:	12.17	LIMITE PLASTICO	:	NP
-----------------------	---	--------------	------------------------	---	-----------

INDICE PLASTICO : **NP**

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
FICP - CAJ. INGENIERIA CIVIL

Mely Arsalindo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

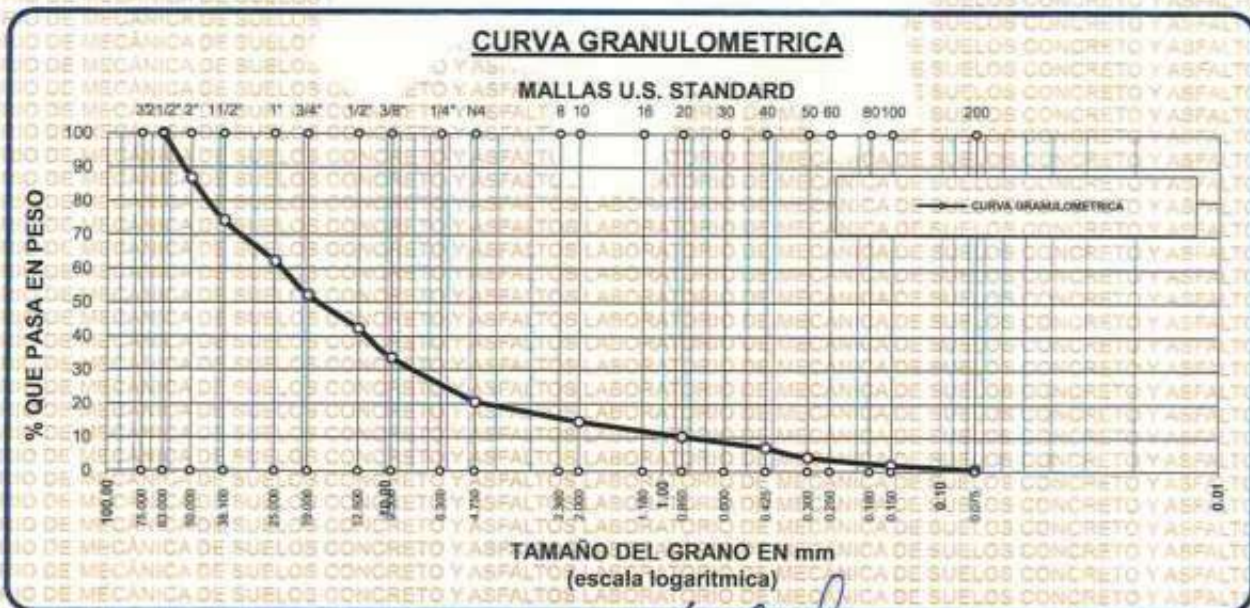
UBICACIÓN : VÍA PRINCIPAL- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 01- SUBBASE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.I.= 3000.00
2"	50.000	395.60	13.19	13.19	86.81		P.L.= 2985.60
1 1/2"	38.100	378.00	12.60	25.79	74.21		P.P.= 14.40
1"	25.000	359.00	11.97	37.75	62.25		% w = 12.56
3/4"	19.000	300.00	10.00	47.75	52.25		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	299.00	9.97	57.72	42.28		L.L.= 0.00
3/8"	9.500	259.00	8.63	66.35	33.65		L.P.= 0.00
1/4"	6.300						I.P.= NP
No4	4.750	392.00	13.07	79.42	20.58		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= 0.820 Cu= 28.8
No10	2.000	178.00	5.93	85.35	14.65		D30= 8.174 Cc= 3.45
No16	1.180						D60= 23.65
No20	0.850	132.40	4.41	89.77	10.23		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	98.60	3.29	93.05	6.95		SUSCS GP:
No 50	0.300	85.20	2.84	95.89	4.11		ASSTHO A1
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	68.20	2.27	98.17	1.83		
No200	0.075	40.60	1.35	99.52	0.48		
BASE		14.40	0.48	100.00	0.00		
TOTAL		3000.00	100.00				
% PERDIDA		0.48					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚRAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO: EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE: ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN: VIA PRINCIPAL - ZONA ESTE

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA: CALICATA 01- SUBBASE

FECHA: 27 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	112.30
SUELO SECO + TARRO	gr	102.50
PESO DEL TARRO	gr	24.50
PESO DEL AGUA	gr	9.80
PESO DEL SUELO SECO	gr	78.00
HUMEDAD %	%	12.56

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr				
SUELO SECO + TARRO	gr				
PESO DEL TARRO	gr				
PESO DEL AGUA	gr				
PESO DEL SUELO SECO	gr				
HUMEDAD %	%				
N° DE GOLPES					

LIMITE LIQUIDO : CONCRETO Y ASFALTOS **LIMITE PLASTICO** : SUELOS CONCRETO Y ASFALTOS

INDICE PLASTICO : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTOS **NP**

$LL = Wn * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CÁTEDRA INGENIERÍA CIVIL
M.S.C. ALIAC
M.Sc. *María Inés Torres*
2024



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

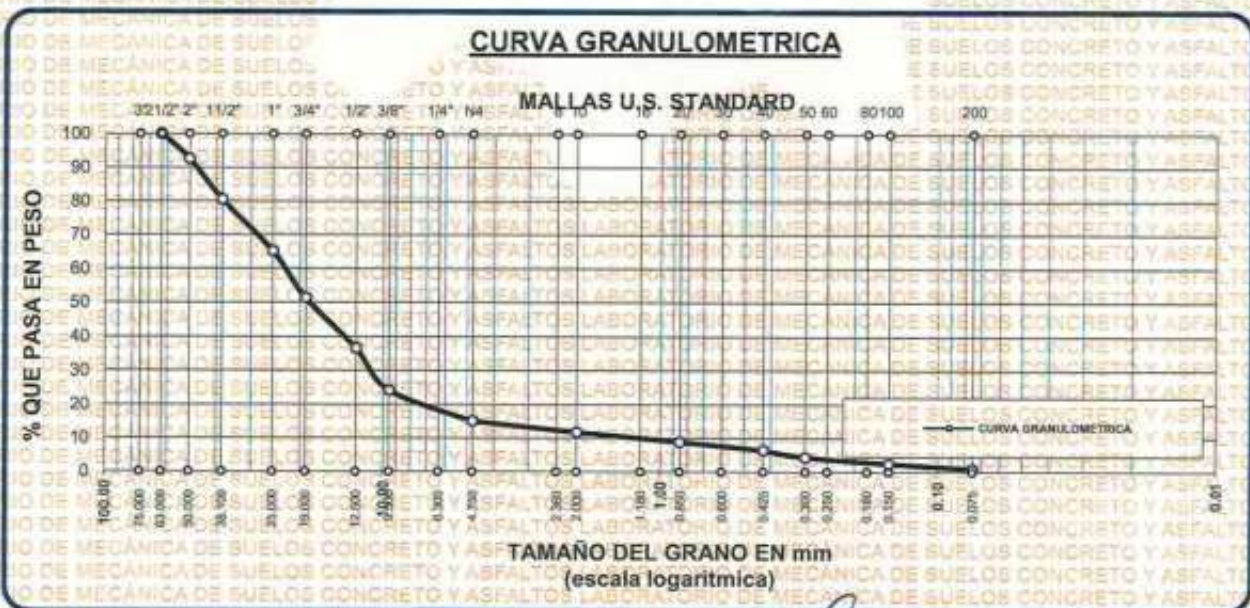
UBICACIÓN : VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 02- SUBBASE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.I.= 3000.00
2"	50.000	221.00	7.37	7.37	92.63		P.L.= 2975.30
1 1/2"	38.100	364.00	12.13	19.50	80.50		P.P.= 24.70
1"	25.000	459.20	15.31	34.81	65.19		% w = 11.30
3/4"	19.000	416.80	13.89	48.70	51.30		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	442.00	14.73	63.43	36.57		L.L.=
3/8"	9.500	372.50	12.42	75.85	24.15		L.P.=
1/4"	6.300						I.P.= NP
No4	4.750	275.00	9.17	85.02	14.98		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= 1.313 Cu= 17.3
No10	2.000	98.60	3.29	88.30	11.70		D30= 10.913 Cc= 3.99
No16	1.180						D60= 22.76
No20	0.850	85.20	2.84	91.14	8.86		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	74.20	2.47	93.62	6.38		SUSCS GW-GM
No 50	0.300	62.40	2.08	95.70	4.30		ASSTHO A1
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	57.60	1.92	97.62	2.38		
No200	0.075	46.80	1.56	99.18	0.82		
BASE		24.70	0.82	100.00	0.00		
TOTAL		3000.00	100.00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 VICP - CALIFICACIÓN DE INGENIERIA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 02-SUBBASE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	106.89
SUELO SECO + TARRO	gr	98.40
PESO DEL TARRO	gr	23.30
PESO DEL AGUA	gr	8.49
PESO DEL SUELO SECO	gr	75.10
HUMEDAD %	%	11.30

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	4	5	6	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr				
SUELO SECO + TARRO	gr				
PESO DEL TARRO	gr				
PESO DEL AGUA	gr				
PESO DEL SUELO SECO	gr				
HUMEDAD %	%				
N° DE GOLPES					

LIMITE LIQUIDO : NP **LIMITE PLASTICO** : NP

INDICE PLASTICO : NP

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAS INGENIERIA CIVIL
M.S.C.A. JEFADO
Metr. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚRAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

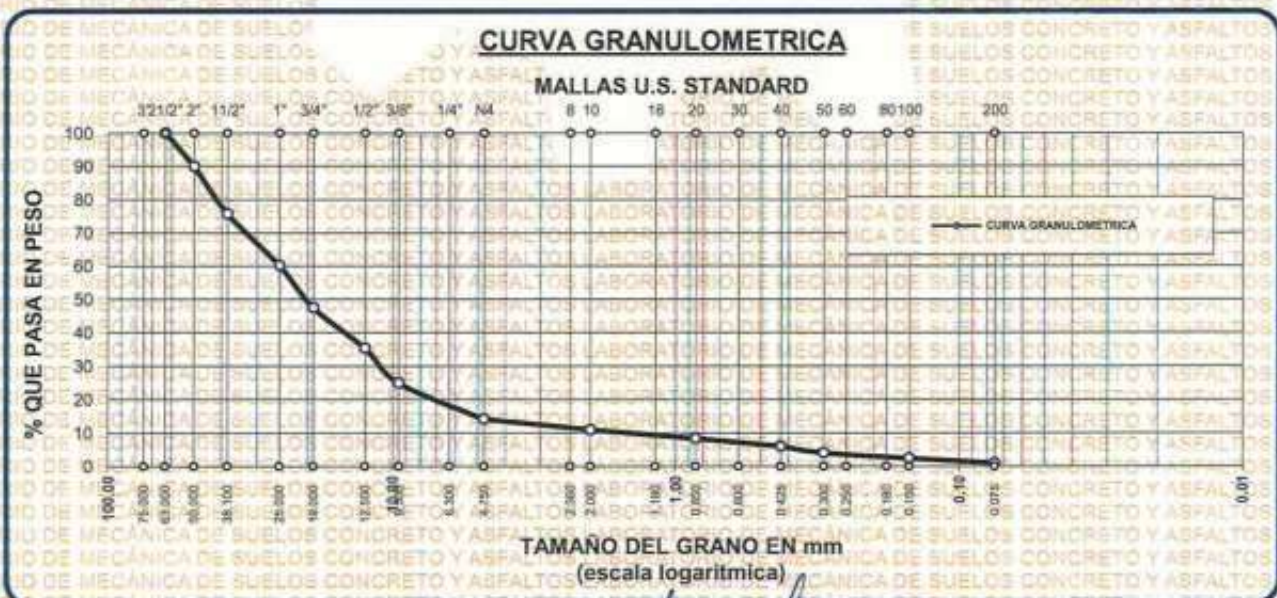
UBICACIÓN : VÍA PRINCIPAL- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 03- SUBBASE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.I.= 3000.00
2"	50.000	302.00	10.07	10.07	89.93		P.L.= 2970.11
1 1/2"	38.100	425.60	14.19	24.25	75.75		P.P.= 29.89
1"	25.000	468.50	15.62	39.87	60.13		%w= 11.55
3/4"	19.000	380.20	12.67	52.54	47.46		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	365.00	12.17	64.71	35.29		LL=
3/8"	9.500	312.60	10.42	75.13	24.87		LP.=
1/4"	6.300						I.P.= NP
No4	4.750	321.40	10.71	85.84	14.16		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= 1.574 Cu= 15.84
No10	2.000	95.60	3.19	89.03	10.97		D30= 10.977 Cc= 3.07
No16	1.180						D60= 24.94
No20	0.850	78.60	2.62	91.65	8.35		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	69.50	2.32	93.97	6.03		SUSCS GP-GM
No 50	0.300	59.60	1.99	95.95	4.05		ASSTHO A1
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	49.20	1.64	97.59	2.41		
No200	0.075	42.31	1.41	99.00	1.00		
BASE TOTAL		29.89	1.00	100.00	0.00		
% PERDIDA		1.00					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 03- SUBBASE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	108.50
SUELO SECO + TARRO	gr	99.80
PESO DEL TARRO	gr	24.50
PESO DEL AGUA	gr	8.70
PESO DEL SUELO SECO	gr	75.30
HUMEDAD %	%	11.55

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	7	8	9	E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr				
SUELO SECO + TARRO	gr				
PESO DEL TARRO	gr				
PESO DEL AGUA	gr				
PESO DEL SUELO SECO	gr				
HUMEDAD %	%				
N° DE GOLPES					
LIMITE LIQUIDO	: 00.00	LIMITE PLASTICO		:	

INDICE PLASTICO : NP

$$LL = Wn * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Limite Líquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAL INGENIERÍA CIVIL
Ing. *Armando Yana Torres*
C.I. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

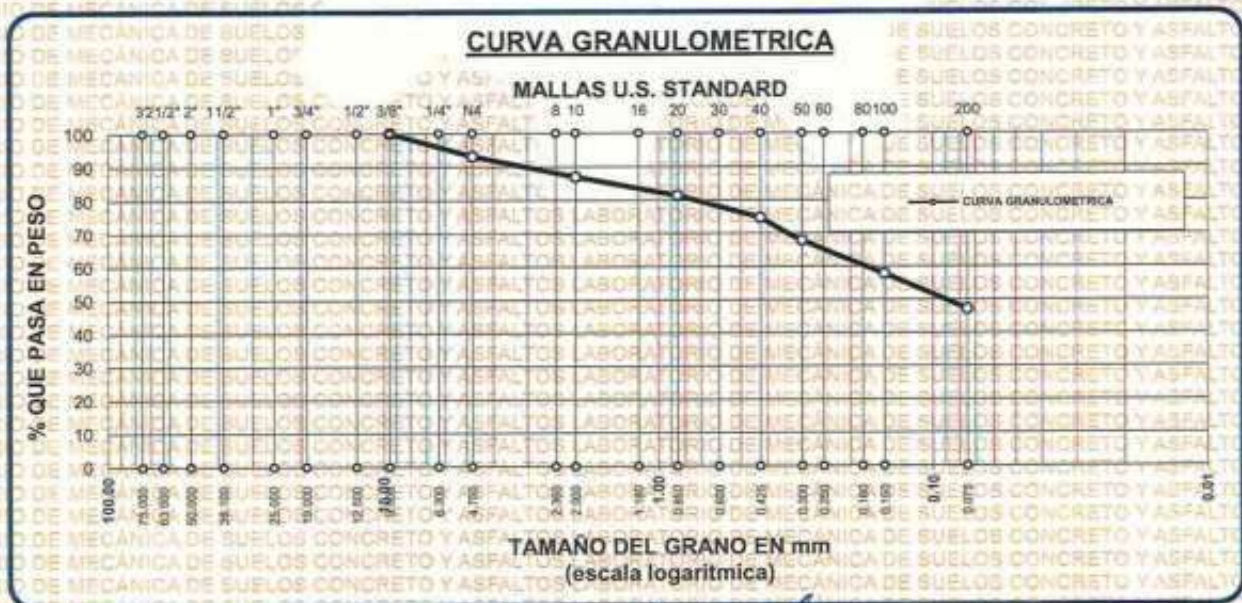
UBICACIÓN : VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 01- SUBRASANTE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

TAMICES	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
ASTM	mm						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 300.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 158.50
2"	50.000						P.P.= 141.50
1 1/2"	38.100						%w= 18.35
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						LL.= 36.21
1/2"	12.500						L.P.= 19.18
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		I.P.= 17.03
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	20.50	6.83	6.83	93.17		D10= --- Cu= ---
No8	2.360						D30= --- Cc= ---
No10	2.000	18.60	6.20	13.03	86.97		D60= 0.18
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	16.70	5.57	18.60	81.40		I.G. =
No30	0.600						SUSCS CL
No40	0.425	19.80	6.60	25.20	74.80		ASSTHO
No 50	0.300	20.60	6.87	32.07	67.93		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	30.60	10.20	42.27	57.73		
No200	0.075	31.70	10.57	52.83	47.17		
BASE		141.50	47.17	100.00	0.00		
TOTAL		300.00	100.00				
% PERDIDA		47.17					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 FICP - CARRERA INGENIERIA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 01- SUBRASANTE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	115.60
SUELO SECO + TARRO	gr	101.40
PESO DEL TARRO	gr	24.00
PESO DEL AGUA	gr	14.20
PESO DEL SUELO SECO	gr	77.40
HUMEDAD %	%	18.35

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	42.60	43.58	42.60	14.82	14.73
SUELO SECO + TARRO	gr	38.82	39.47	39.01	13.74	13.63
PESO DEL TARRO	gr	28.25	28.62	29.14	8.00	8.00
PESO DEL AGUA	gr	3.78	4.11	3.59	1.08	1.10
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.57	10.85	9.87	5.74	5.63
HUMEDAD %	%	35.76	37.88	36.37	18.82	19.54
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO	36.21	LIMITE PLASTICO	19.18
-----------------------	--------------	------------------------	--------------

INDICE PLASTICO : 17.03

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
Agripino Yaná Torres
010157



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

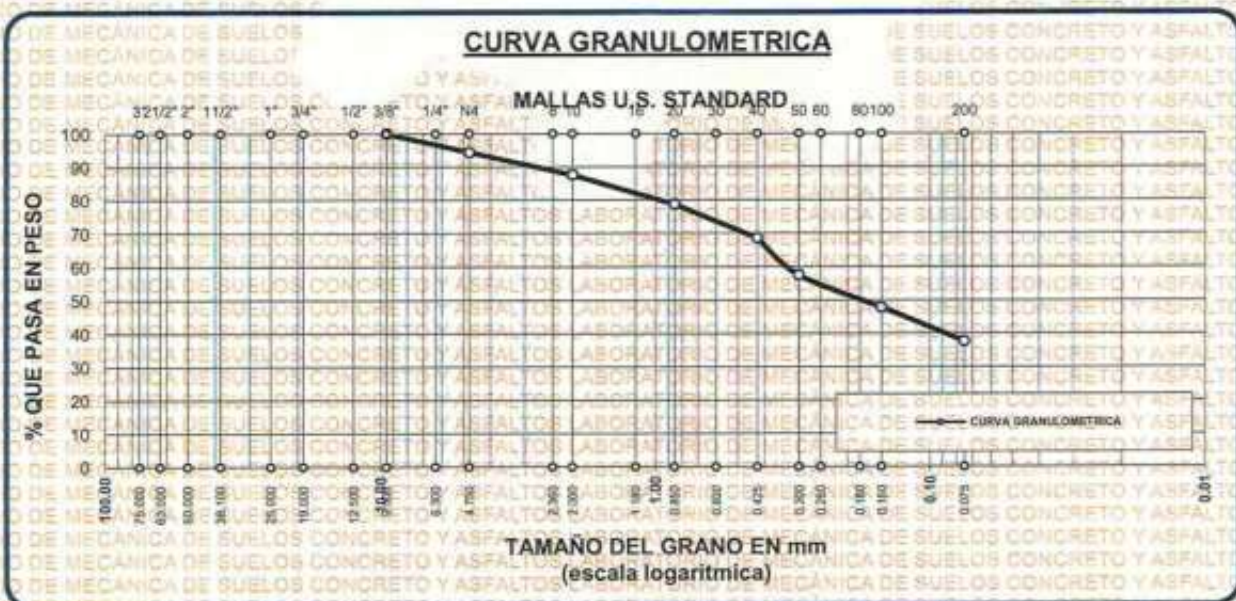
UBICACIÓN : VIA PRINCIPAL - ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 02- SUBRASANTE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 300.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 187.10
2"	50.000						P.P.= 112.90
1 1/2"	38.100						% W = 16.84
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						LL = 36.11
1/2"	12.500						L.P. = 18.24
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		I.P. = 17.88
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	16.80	5.60	5.60	94.40		D10= --- Cu= ---
No8	2.360						D30= --- Cc= ---
No10	2.000	20.60	6.87	12.47	87.53		D60= 0.33
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	26.50	8.83	21.30	78.70		I.G. =
No30	0.600						SUSCS CL
No40	0.425	30.40	10.13	31.43	68.57		ASSTHO
No 50	0.300	33.20	11.07	42.50	57.50		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	28.90	9.63	52.13	47.87		
No200	0.075	30.70	10.23	62.37	37.63		
BASE		112.90	37.63	100.00	0.00		
TOTAL		300.00	100.00				
% PERDIDA		37.63					



ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
M.S.C.A.



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 02-SUBRASANTE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	112.30
SUELO SECO + TARRO	gr	99.60
PESO DEL TARRO	gr	24.20
PESO DEL AGUA	gr	12.70
PESO DEL SUELO SECO	gr	75.40
HUMEDAD %	%	16.84

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		4	5	6	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	42.69	43.60	42.67	14.89	14.92
SUELO SECO + TARRO	gr	38.95	39.60	39.10	13.81	13.87
PESO DEL TARRO	gr	28.36	28.72	29.64	8.00	8.00
PESO DEL AGUA	gr	3.74	4.00	3.57	1.08	1.05
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.59	10.88	9.46	5.81	5.87
HUMEDAD %	%	35.32	36.76	37.74	18.59	17.89
N° DE GOLPES		30	25	15		
LIMITE LIQUIDO		36.11		LIMITE PLASTICO		18.24

INDICE PLASTICO : 17.88

$LL = Wn * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAR. INGENIERÍA CIVIL
M.S.C. JEFATURA
Ing. Anbaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

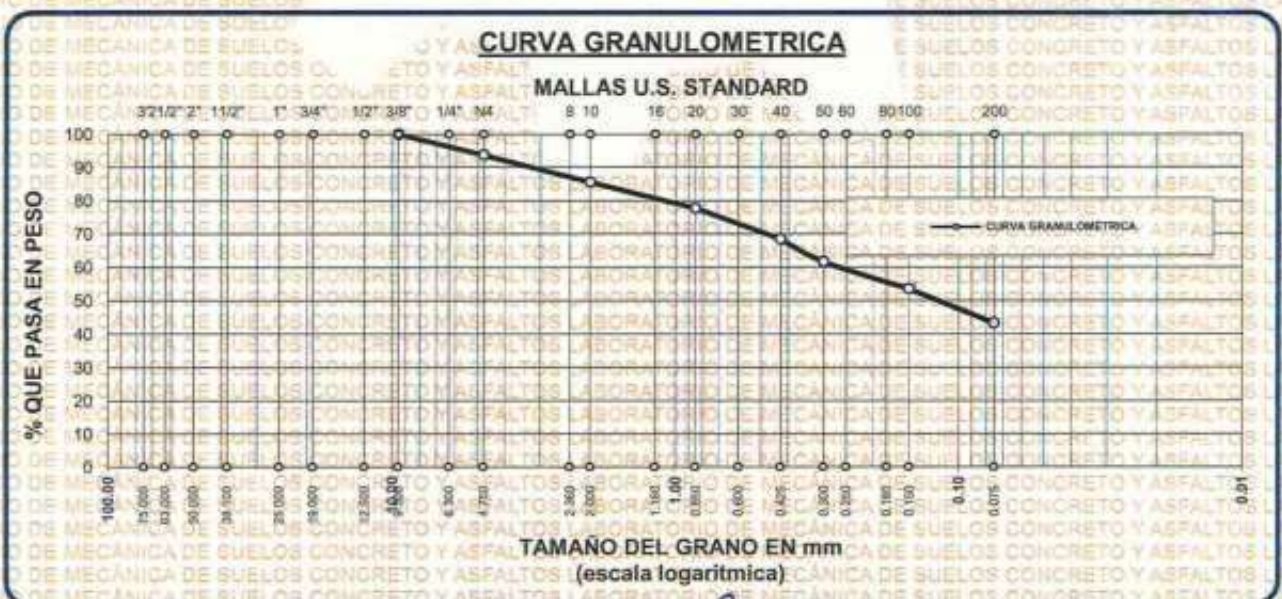
UBICACIÓN : VÍA PRINCIPAL- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 03- SUBRASANTE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 200.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 113.50
2"	50.000						P.P.= 86.50
1 1/2"	38.100						% W= 15.70
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						LL=
1/2"	12.500						L.P.=
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		I.P.= 16.97
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	12.60	6.30	6.30	93.70		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= — Cc= —
No10	2.000	16.40	8.20	14.50	85.50		D60= 0.27
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	15.60	7.80	22.30	77.70		I.G. =
No30	0.600						SUSCS CL
No40	0.425	18.60	9.30	31.60	68.40		ASSTHO
No 50	0.300	13.70	6.85	38.45	61.55		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	16.20	8.10	46.55	53.45		
No200	0.075	20.40	10.20	56.75	43.25		
BASE		86.50	43.25	100.00	0.00		
TOTAL		200.00	100.00				
% PERDIDA		43.25					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 OFICINA DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE
SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN : VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE
LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA : CALICATA 03- SUBRASANTE
FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	102.50
SUELO SECO + TARRO	gr	91.80
PESO DEL TARRO	gr	23.64
PESO DEL AGUA	gr	10.70
PESO DEL SUELO SECO	gr	68.16
HUMEDAD %	%	15.70

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		7	8	9	E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	43.87	42.56	43.67	14.57	14.86
SUELO SECO + TARRO	gr	39.70	38.78	39.91	13.52	13.77
PESO DEL TARRO	gr	28.35	28.47	29.38	8.00	8.00
PESO DEL AGUA	gr	4.17	3.78	3.76	1.05	1.09
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.35	10.31	10.53	5.52	5.77
HUMEDAD %	%	36.74	36.66	35.71	19.02	18.89
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 35.93 **LIMITE PLASTICO** : 18.96

INDICE PLASTICO : 16.97

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes



[Signature]
Ing. Arnulfo Yana Torres
CIP: 100257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDEIRO VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO: EN EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE: ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

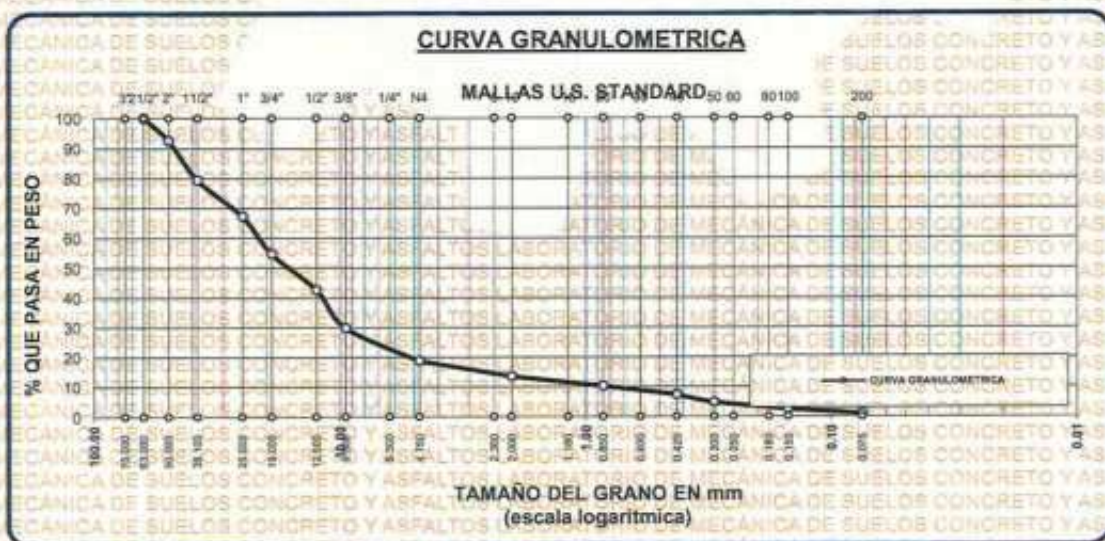
UBICACIÓN: VÍA SECUNDARIA- ZONA ESTE

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA: CALICATA 01-BASE

FECHA: 29 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 3000.00
2"	50.000	221.50	7.38	7.38	92.62		P.L.= 2971.24
1 1/2"	38.100	395.70	13.19	20.57	79.43		P.P.= 28.76
1"	25.000	365.60	12.19	32.76	67.24		%W= 16.36
3/4"	19.000	376.50	12.55	45.31	54.69		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	361.50	12.05	57.36	42.64		LL.= 13.35
3/8"	9.500	384.50	12.82	70.18	29.82		L.P.= NP
1/4"	6.300						I.P.= NP
No4	4.750	332.10	11.07	81.25	18.75		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= 0.812 Cu= 26.5
No10	2.000	156.40	5.21	86.46	13.54		D30= 9.541 Cc= 5.2
No16	1.180						D60= 21.54
No20	0.850	98.50	3.28	89.74	10.26		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	86.50	2.88	92.63	7.37		SUSCS GW-GM
No50	0.300	78.50	2.62	95.24	4.76		ASSTHO A1
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	68.34	2.28	97.52	2.48		
No200	0.075	45.60	1.52	99.04	0.96		
BASE		28.76	0.96	100.00	0.00		
TOTAL		3000.00	100.00				
% PERDIDA		0.96					





UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VÍA SECUNDARIA- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 01-BASE

FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	119.60
SUELO SECO + TARRO	gr	106.20
PESO DEL TARRO	gr	24.30
PESO DEL AGUA	gr	13.40
PESO DEL SUELO SECO	gr	81.90
HUMEDAD %	%	16.36

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		4	5	6	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	43.60	44.71	43.20		
SUELO SECO + TARRO	gr	41.80	42.90	41.40		
PESO DEL TARRO	gr	28.51	29.31	28.27		
PESO DEL AGUA	gr	1.80	1.81	1.80		
PESO DEL SUELO SECO	gr	13.29	13.59	13.13		
HUMEDAD %	%	13.54	13.32	13.71		
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 13.35 **LIMITE PLASTICO** : NP

INDICE PLASTICO : NP

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL
Ing. Marco Miguel Sucapuca Rojas



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE: ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJÁS

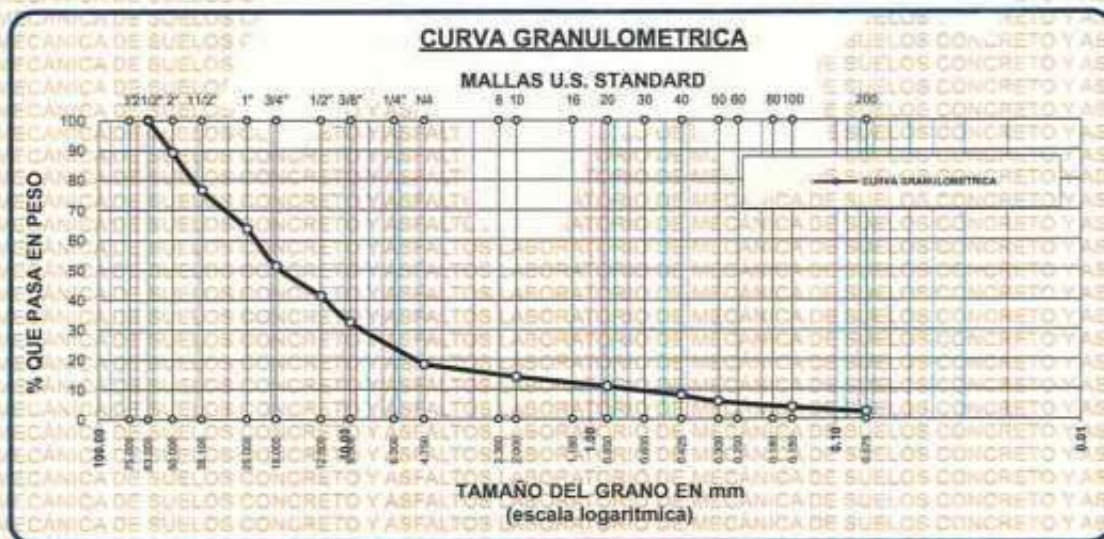
UBICACIÓN: VÍA SECUNDARIA- ZONA ESTE

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA: CALICATA 02-BASE

FECHA: 29 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 3000.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 2928.80
2"	50.000	326.50	10.88	10.88	89.12		P.P.= 71.20
1 1/2"	38.100	375.60	12.52	23.40	76.60		%W= 18.49
1"	25.000	386.50	12.88	36.29	63.71		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	374.20	12.47	48.76	51.24		LL= 15.92
1/2"	12.500	303.20	10.01	58.77	41.23		LP= 0.00
3/8"	9.500	265.40	8.85	67.61	32.39		IP= NP
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	422.30	14.08	81.69	18.31		D10= 0.727 Cu= 31.9
No8	2.360						D30= 8.695 Cc= 4.48
No10	2.000	125.40	4.18	85.87	14.13		D60= 23.21
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	98.50	3.28	89.15	10.85		I.G. =
No30	0.600						SUSCS GM-GC
No40	0.425	87.60	2.92	92.07	7.93		ASSTHO A1
No50	0.300	63.50	2.12	94.19	5.81		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	56.80	1.89	96.08	3.92		
No200	0.075	46.30	1.54	97.63	2.37		
BASE		71.20	2.37	100.00	0.00		
TOTAL		3000.00	100.00				
% PERDIDA		2.37					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

[Signature]

M.Sc. - JULIACA



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS
SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN : VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA : CALICATA 02-BASE
FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	119.50
SUELO SECO + TARRO	gr	104.60
PESO DEL TARRO	gr	24.00
PESO DEL AGUA	gr	14.90
PESO DEL SUELO SECO	gr	80.60
HUMEDAD %	%	18.49

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	45.62	45.84	44.75		
SUELO SECO + TARRO	gr	43.21	43.52	42.60		
PESO DEL TARRO	gr	28.56	29.62	28.41		
PESO DEL AGUA	gr	2.41	2.32	2.15		
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.65	13.90	14.19		
HUMEDAD %	%	16.45	16.69	15.15		
N° DE GOLPES		30	25	15		
LIMITE LIQUIDO		15.92	LIMITE PLASTICO		0.00	
INDICE PLASTICO			NP			

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Mgtr. Yanina Torres
CIE 1503252



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

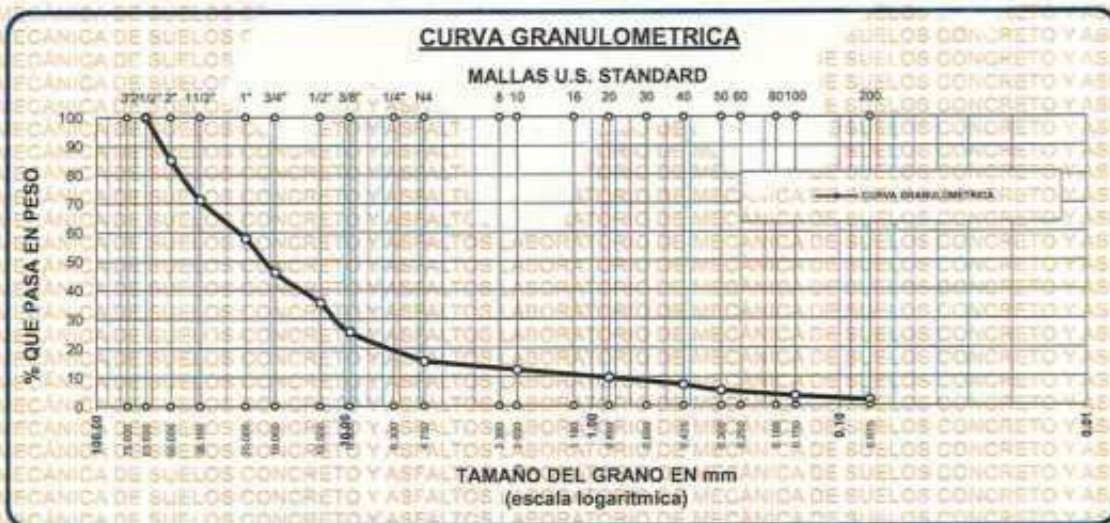
UBICACIÓN : VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALIGATA 03-BASE

FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000		0.00	0.00	100.00		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.I.= 3000.00
2"	50.000	445.20	14.84	14.84	85.16		P.L.= 2944.20
1 1/2"	38.100	416.50	13.88	28.72	71.28		P.P.= 55.80
1"	25.000	400.10	13.34	42.06	57.94		%W = 17.42
3/4"	19.000	354.60	11.82	53.88	46.12		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	314.70	10.49	64.37	35.63		L.L.=
3/8"	9.500	304.60	10.15	74.52	25.48		L.P.=
1/4"	6.300						I.P.= NP
No4	4.750	300.60	10.02	84.54	15.46		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= 1.000 Cu= 27.0362
No10	2.000	90.10	3.00	87.55	12.45		D30= 10.837 Cc= 4.34754
No16	1.180						
No20	0.850	84.60	2.82	90.37	9.63		
No30	0.600						CLASIFICACION:
No40	0.425	70.60	2.35	92.72	7.28		I.G. =
No50	0.300	62.50	2.08	94.80	5.20		SUSCS GP-GM
No60	0.250						ASSTHO A1
No80	0.180						OBSERVACIONES:
No100	0.150	57.80	1.93	96.73	3.27		
No200	0.075	42.30	1.41	98.14	1.86		
BASE		55.80	1.86	100.00	0.00		
TOTAL		3000.00	100.00				
% PERDIDA		1.86					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 Ing. Arnaldo Llane Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE
SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN : VÍA SECUNDARIA- ZONA ESTE
LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA : CALICATA 03-BASE
FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	110.50
SUELO SECO + TARRO	gr	97.60
PESO DEL TARRO	gr	23.54
PESO DEL AGUA	gr	12.90
PESO DEL SUELO SECO	gr	74.06
HUMEDAD %	%	17.42

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		7	8	9	E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	45.31	46.32	45.56		
SUELO SECO + TARRO	gr	43.12	44.09	43.31		
PESO DEL TARRO	gr	28.61	29.59	28.44		
PESO DEL AGUA	gr	2.19	2.23	2.25		
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.51	14.50	14.87		
HUMEDAD %	%	15.09	15.38	15.13		
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 15.01 **LIMITE PLASTICO** :

INDICE PLASTICO : NP

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

Mg. Arnoldo Yana Torres
CIP: 303257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDA VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUÇA ROJAS

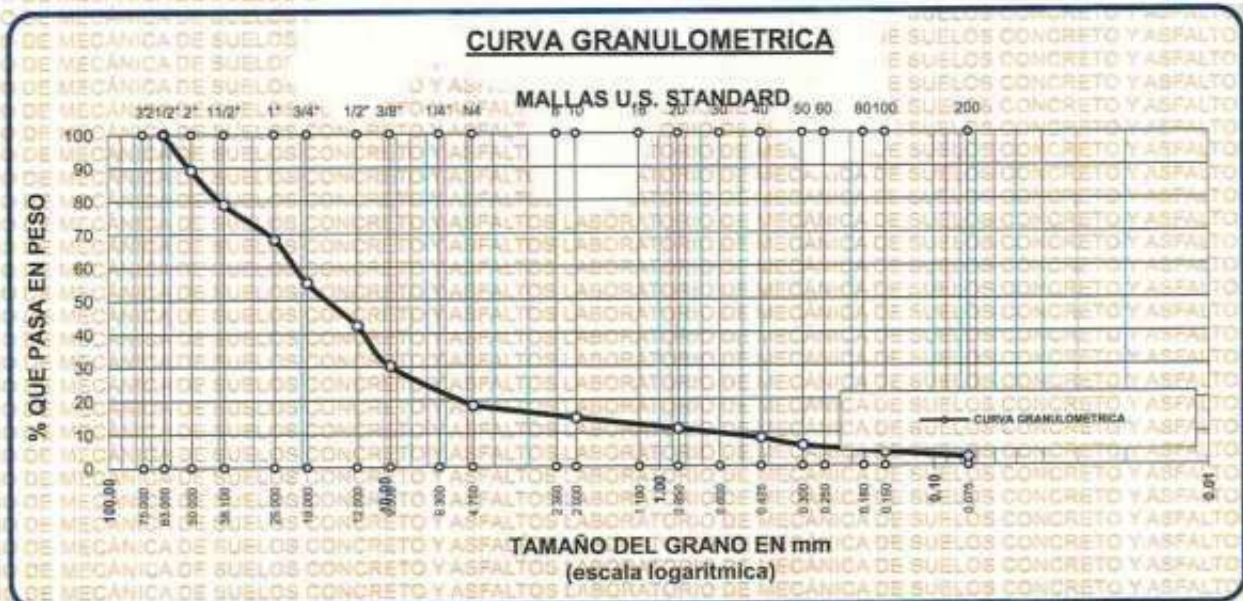
UBICACIÓN : VÍA SECUNDARIA- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 01-SUBBASE

FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.I.= 3000.00
2"	50.000	324.50	10.82	10.82	89.18		P.L.= 2928.58
1 1/2"	38.100	308.50	10.28	21.10	78.90		P.P.= 71.42
1"	25.000	316.50	10.55	31.65	68.35		% w= 9.18
3/4"	19.000	395.00	13.17	44.82	55.18		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	387.60	12.92	57.74	42.26		L.L.=
3/8"	9.500	364.50	12.15	69.89	30.11		L.P.=
1/4"	6.300						I.P.= NP
No4	4.750	354.20	11.81	81.69	18.31		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= 0.658 Cu= 32.2
No10	2.000	112.40	3.75	85.44	14.56		D30= 9.454 Cc= 6.41
No16	1.180						D60= 21.19
No20	0.850	98.60	3.29	88.73	11.27		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	84.50	2.82	91.54	8.46		SUSCS GP
No50	0.300	71.20	2.37	93.92	6.08		ASSTHO A1
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	61.50	2.05	95.97	4.03		
No200	0.075	49.58	1.65	97.62	2.38		
BASE		71.42	2.38	100.00	0.00		
TOTAL		3000.00	100.00				
% PERDIDA		2.38					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDA VELASQUEZ"
FICP - CARRERA INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 01-SUBBASE

FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	100.60
SUELO SECO + TARRO	gr	94.10
PESO DEL TARRO	gr	23.30
PESO DEL AGUA	gr	6.50
PESO DEL SUELO SECO	gr	70.80
HUMEDAD %	%	9.18

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		4	5	6	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr					
SUELO SECO + TARRO	gr					
PESO DEL TARRO	gr					
PESO DEL AGUA	gr					
PESO DEL SUELO SECO	gr					
HUMEDAD %	%					
N° DE GOLPES						

LIMITE LIQUIDO : NP **LIMITE PLASTICO** : NP

INDICE PLASTICO : NP

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Limite Liquido

W_n = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

M.S.C.A. *[Firma]*

Ing. Arnaldo Ferra Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

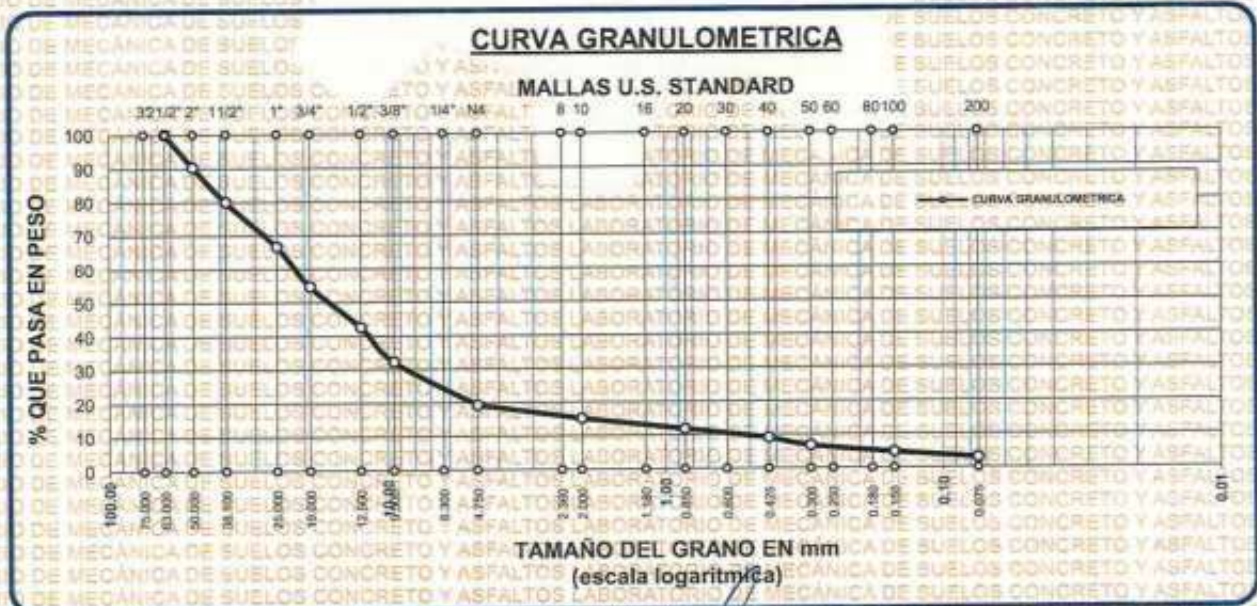
UBICACIÓN : VÍA SECUNDARIA- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 02-SUBBASE

FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.I.= 3000.00
2"	50.000	289.60	9.65	9.65	90.35		P.L.= 2911.10
1 1/2"	38.100	312.40	10.41	20.07	79.93		P.P.= 88.90
1"	25.000	398.50	13.28	33.35	66.65		%W= 10.78
3/4"	19.000	357.40	11.91	45.26	54.74		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	365.40	12.18	57.44	42.56		LL= 0.00
3/8"	9.500	312.40	10.41	67.86	32.14		LP= 0.00
1/4"	6.300						NP
No4	4.750	387.60	12.92	80.78	19.22		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= 0.569 Cu= 38
No10	2.000	124.50	4.15	84.93	15.07		D30= 8.712 Cc= 6.16
No16	1.180						D60= 21.65
No20	0.850	98.60	3.29	88.21	11.79		
No30	0.600						CLASIFICACION:
No40	0.425	81.20	2.71	90.92	9.08		I.G. =
No 50	0.300	72.40	2.41	93.33	6.67		SUSCS GP-GM
No60	0.250						ASSTHO A1
No80	0.180						OBSERVACIONES:
No100	0.150	62.50	2.08	95.42	4.58		
No200	0.075	48.60	1.62	97.04	2.96		
BASE		88.90	2.96	100.00	0.00		
TOTAL		3000.00	100.00				
% PERDIDA		2.96					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CARRERA INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 02-SUBBASE

FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	112.14
SUELO SECO + TARRO	gr	103.56
PESO DEL TARRO	gr	24.00
PESO DEL AGUA	gr	8.58
PESO DEL SUELO SECO	gr	79.56
HUMEDAD %	%	10.78

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr				
SUELO SECO + TARRO	gr				
PESO DEL TARRO	gr				
PESO DEL AGUA	gr				
PESO DEL SUELO SECO	gr				
HUMEDAD %	%				
N° DE GOLPES					

LIMITE LIQUIDO : CONCRETO Y ASFALTOS **LIMITE PLASTICO** : CONCRETO Y ASFALTOS

INDICE PLASTICO : NP

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 PÍCAP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
 M^{tr.} Analdia Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

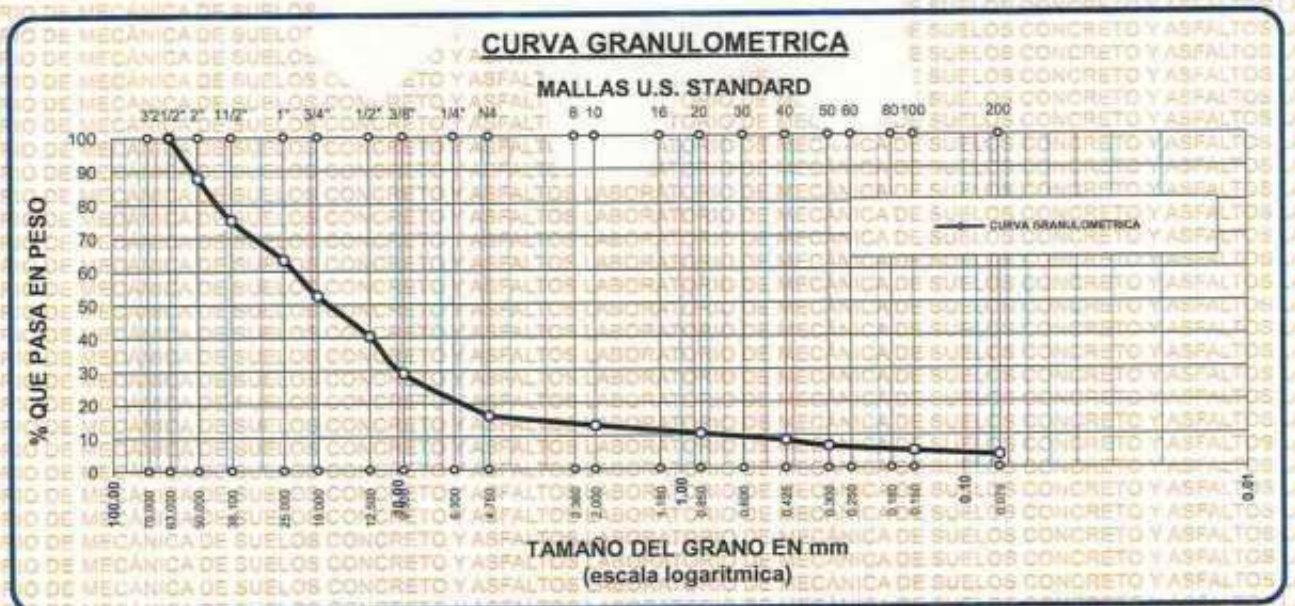
UBICACIÓN : VÍA SECUNDARIA- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 03-SUBBASE

FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 3000.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 2887.90
2"	50.000	365.40	12.18	12.18	87.82		P.P.= 112.10
1 1/2"	38.100	375.40	12.51	24.69	75.31		%w= 10.98
1"	25.000	357.20	11.91	36.60	63.40		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	324.60	10.82	47.42	52.58		L.L.=
1/2"	12.500	365.00	12.17	59.59	40.41		L.P.=
3/8"	9.500	341.00	11.37	70.95	29.05		I.P.= NP
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	386.50	12.88	83.84	16.16		D10= 0.736 Cu= 31.41
No8	2.360						D30= 9.752 Cc= 5.59
No10	2.000	91.20	3.04	86.88	13.12		D60= 23.11
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	76.50	2.55	89.43	10.57		I.G. =
No30	0.600						SUSCS GP-GM
No40	0.425	64.10	2.14	91.56	8.44		ASSTHO A1
No 50	0.300	55.60	1.85	93.42	6.58		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	45.20	1.51	94.92	5.08		
No200	0.075	40.20	1.34	96.26	3.74		
BASE		112.10	3.74	100.00	0.00		
TOTAL		3000.00	100.00				
% PERDIDA		3.74					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN VELÁSQUEZ"
 FICP - CARRERA INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE
SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN : VÍA SECUNDARIA- ZONA ESTE
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA : CALICATA 03-SUBBASE
FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	103.40
SUELO SECO + TARRO	gr	95.60
PESO DEL TARRO	gr	24.56
PESO DEL AGUA	gr	7.80
PESO DEL SUELO SECO	gr	71.04
HUMEDAD %	%	10.98

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	7	8	9	E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr				
SUELO SECO + TARRO	gr				
PESO DEL TARRO	gr				
PESO DEL AGUA	gr				
PESO DEL SUELO SECO	gr				
HUMEDAD %	%				
N° DE GOLPES					

LIMITE LIQUIDO : CONCRETO Y ASFALTOS **LIMITE PLASTICO** : CONCRETO Y ASFALTOS

INDICE PLASTICO : NP

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Mtro. Arnaldo Yana Torres
CIP 101257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDA VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

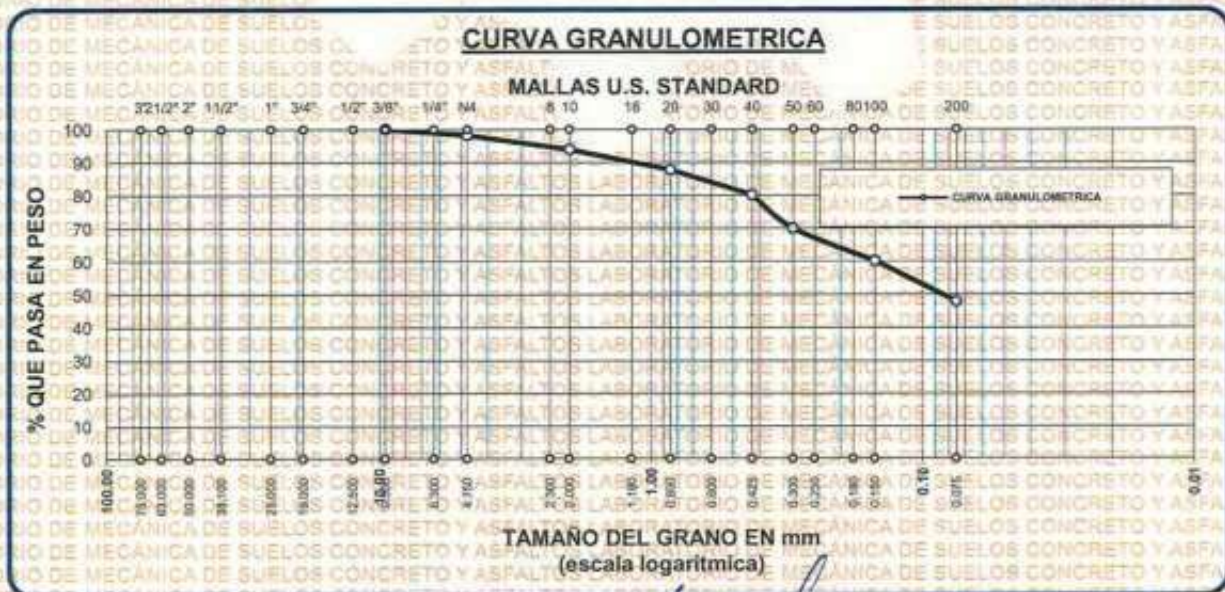
UBICACIÓN : VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 01-SUBRASANTE

FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I.= 200.00
2"	50.000						P.L.= 104.20
1 1/2"	38.100						P.P.= 95.80
1"	25.000						%w = 18.26
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 36.93
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.P.= 19.62
1/4"	6.300						I.P.= 17.31
No4	4.750	3.58	1.79	1.79	98.21		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= — Cu= —
No10	2.000	8.62	4.31	6.10	93.90		D30= — Cc= —
No16	1.180						D60= 0.15
No20	0.850	12.40	6.20	12.30	87.70		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	15.20	7.60	19.90	80.10		SUSCS CL
No50	0.300	20.30	10.15	30.05	69.95		ASSTHO
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	19.60	9.80	39.85	60.15		
No200	0.075	24.50	12.25	52.10	47.90		
BASE		95.80	47.90	100.00	0.00		
TOTAL		200.00	100.00				
% PERDIDA							



INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE SUELOS
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERCO"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 01-SUBRASANTE

FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	119.20
SUELO SECO + TARRO	gr	104.50
PESO DEL TARRO	gr	24.00
PESO DEL AGUA	gr	14.70
PESO DEL SUELO SECO	gr	80.50
HUMEDAD %	%	18.26

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	43.20	44.56	43.21	13.75	13.59
SUELO SECO + TARRO	gr	39.22	40.19	39.32	12.79	12.69
PESO DEL TARRO	gr	28.25	28.62	29.14	8.00	8.00
PESO DEL AGUA	gr	3.98	4.37	3.89	0.96	0.90
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.97	11.57	10.18	4.79	4.69
HUMEDAD %	%	36.28	37.77	38.21	20.04	19.19
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 36.93 **LIMITE PLASTICO** : 19.62

INDICE PLASTICO : 17.31

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERCO"
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 FICP - CAS INGENIERÍA CIVIL
 M.S.C.A.



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

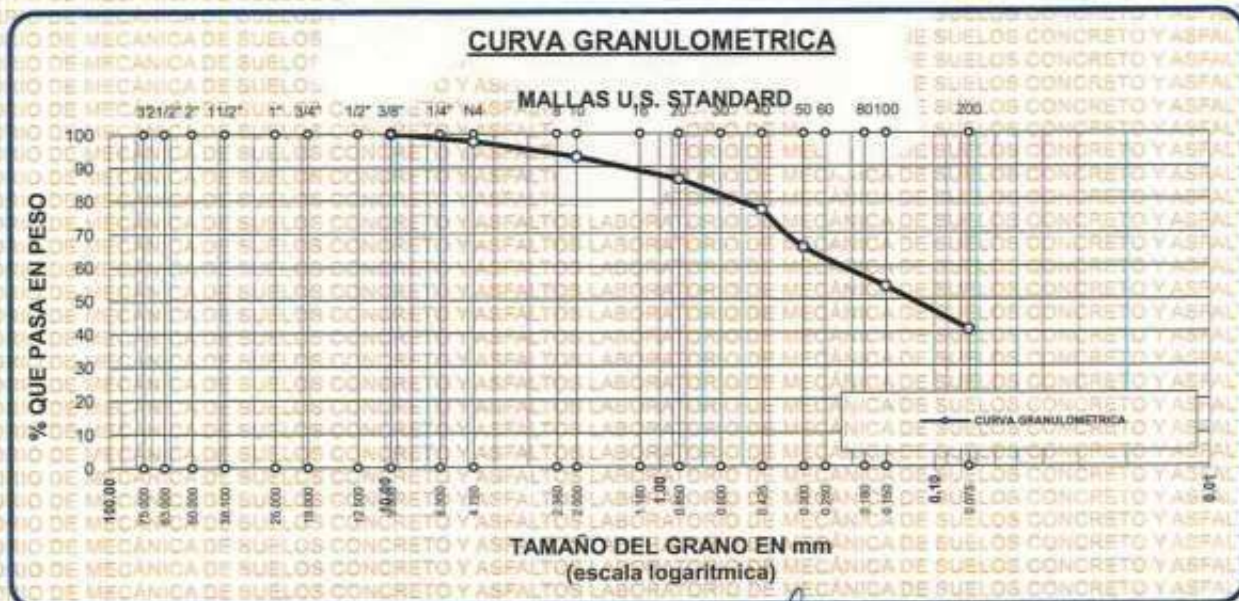


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO
SOLICITANTE: ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN: VÍA SECUNDARIA- ZONA ESTE
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA: CALICATA 02-SUBRASANTE
FECHA: 29 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 200.00
2"	50.000						P.L.= 118.30
1 1/2"	38.100						P.P.= 81.70
1"	25.000						%w= 17.21
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						LL.= 37.39
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LP.= 19.81
1/4"	6.300						IP.= 17.58
No4	4.750	4.56	2.28	2.28	97.72		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= — Cu= —
No10	2.000	9.34	4.67	6.95	93.05		D30= — Cc= —
No16	1.180						D60= 0.23
No20	0.850	13.62	6.81	13.76	86.24		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	18.40	9.20	22.96	77.04		SUSCS CL
No 50	0.300	22.60	11.30	34.26	65.74		ASSTHO
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	23.80	11.90	46.16	53.84		
No200	0.075	25.98	12.99	59.15	40.85		
BASE		81.70	40.85	100.00	0.00		
TOTAL		200.00	100.00				
% PERDIDA		40.85					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 M.S.C.A.



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 02-SUBRASANTE

FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	110.60
SUELO SECO + TARRO	gr	97.80
PESO DEL TARRO	gr	23.41
PESO DEL AGUA	gr	12.80
PESO DEL SUELO SECO	gr	74.39
HUMEDAD %	%	17.21

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		4	5	6	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	41.75	42.86	41.92	14.98	14.87
SUELO SECO + TARRO	gr	38.05	38.94	38.41	13.82	13.74
PESO DEL TARRO	gr	28.25	28.62	29.14	8.00	8.00
PESO DEL AGUA	gr	3.70	3.92	3.51	1.16	1.13
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.80	10.32	9.27	5.82	5.74
HUMEDAD %	%	37.76	37.98	37.86	19.93	19.69
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 37.39 **LIMITE PLASTICO** : 19.81

INDICE PLASTICO : 17.58

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Líquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

M.S.C.A. JEFATURA

Mtro. Américo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

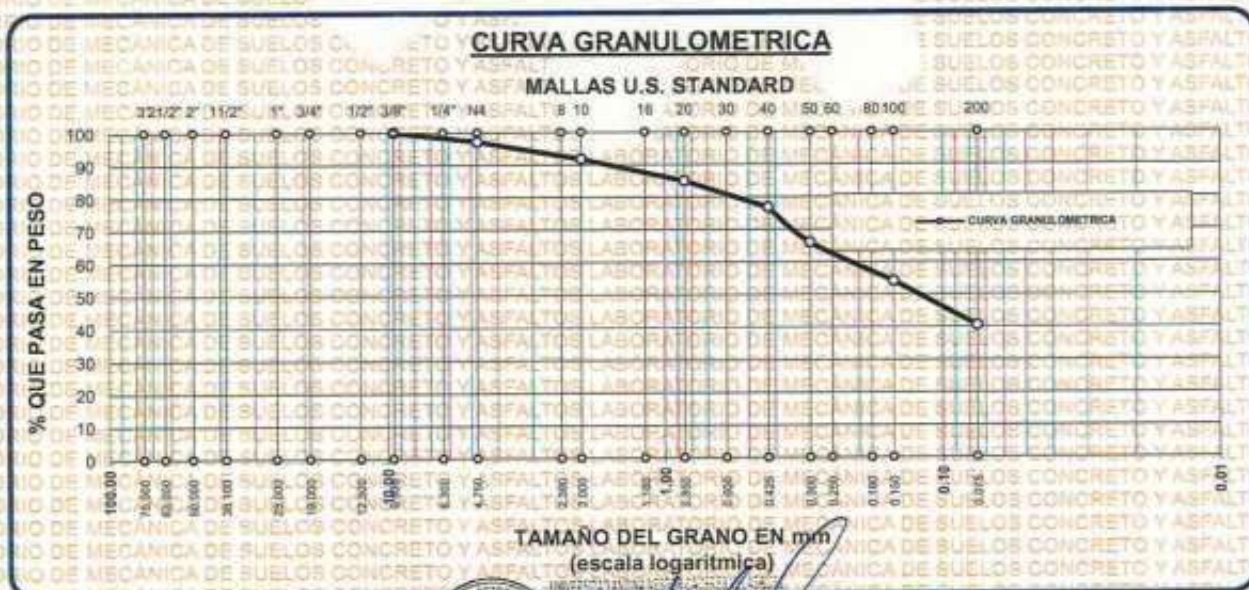
UBICACIÓN : VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 03-SUBRASANTE

FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 200.00
2"	50.000						P.L.= 119.22
1 1/2"	38.100						P.P.= 80.78
1"	25.000						% W= 16.03
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.=
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.P.=
1/4"	6.300						I.P.= 17.18
No4	4.750	5.60	2.80	2.80	97.20		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= --- Cu= ---
No10	2.000	10.80	5.40	8.20	91.80		D30= --- Cc= ---
No16	1.180						D60= 0.22
No20	0.850	13.62	6.81	15.01	84.99		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	16.40	8.20	23.21	76.79		SUSCS CL
No 50	0.300	21.60	10.80	34.01	65.99		ASSTHO
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	23.80	11.90	45.91	54.09		
No200	0.075	27.40	13.70	59.61	40.39		
BASE		80.78	40.39	100.00	0.00		
TOTAL		200.00	100.00				
% PERDIDA		40.39					





UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERCO VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VÍA SECUNDARIA- ZONA ESTE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 03-SUBRASANTE

FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	110.50
SUELO SECO + TARRO	gr	98.50
PESO DEL TARRO	gr	23.64
PESO DEL AGUA	gr	12.00
PESO DEL SUELO SECO	gr	74.86
HUMEDAD %	%	16.03

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		7	8	9	E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	41.98	42.73	41.91	14.15	14.27
SUELO SECO + TARRO	gr	38.30	38.97	38.42	13.17	13.25
PESO DEL TARRO	gr	28.25	28.62	29.14	8.00	8.00
PESO DEL AGUA	gr	3.68	3.76	3.49	0.98	1.02
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.05	10.35	9.28	5.17	5.25
HUMEDAD %	%	36.62	36.33	37.61	18.96	19.43
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 36.37 **LIMITE PLASTICO** : 19.19

INDICE PLASTICO : 17.18

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C.A. JEFATURA
ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
P.I.C.P. - CAP. INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS	: EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	: ING. MARCÓ MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN	: VÍA PRINCIPAL- ZONA ESTE
MUESTRA	: CALICATA 01-BASE
FECHA	: 27 DE MAYO DEL 2024

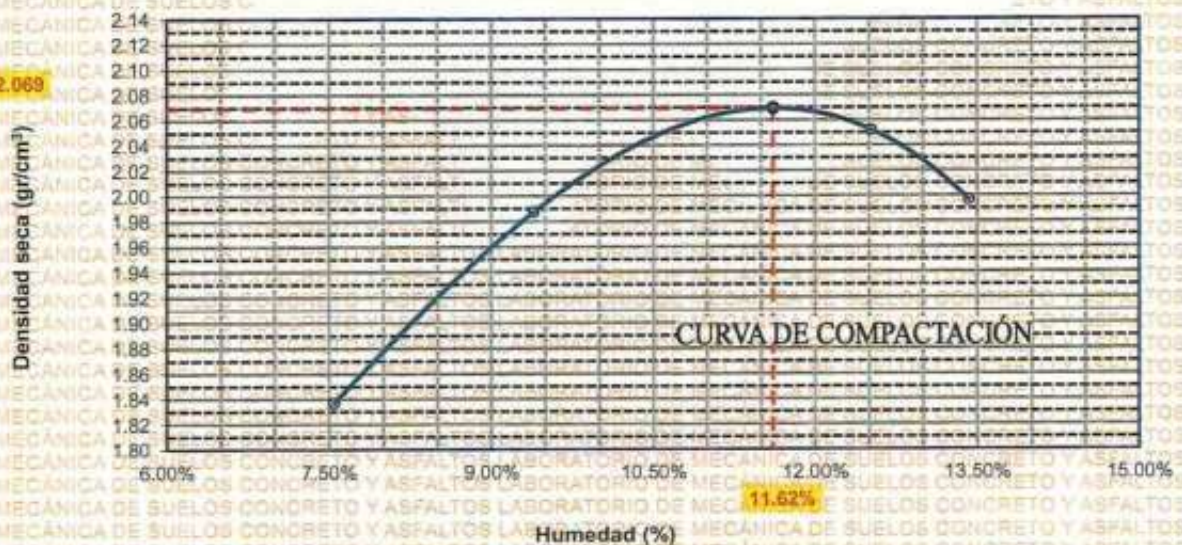
MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2120 cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10052	10473	10750	10665
Peso del Molde	gr.	5864	5864	5864	5864
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	4188	4609	4895	4801
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.975	2.174	2.309	2.265

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	413.89	415.89	557.95	557.65	551.62	554.63	497.62	497.62
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	389.40	391.20	514.41	516.36	498.95	498.89	445.50	447.65
Peso del Agua	gr.	24.49	24.69	43.54	41.29	52.67	55.74	52.12	49.97
Peso de la Capsula	gr.	64.52	64.21	63.32	64.51	66.42	65.96	65.84	66.62
Peso del Suelo Seco	gr.	324.88	326.99	451.09	451.85	432.53	433.33	379.66	381.03
% de Humedad	%	7.54%	7.55%	9.65%	9.14%	12.18%	12.86%	13.73%	13.11%
Promedio de Humedad	%	7.54%		9.40%		12.52%		13.42%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.837		1.987		2.052		1.997	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.069 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 11.62%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
 M.S.C.A. JEPATURA



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VÍA PRINCIPAL - ZONA ESTE

MUESTRA : CALICATA 01-BASE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	III		II		I	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	13231	13192	13531	13460	13934	13740
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8899	8899	8857	8857	8893	8893
Peso del Molde	gr.	4332	4293	4674	4603	5041	4847
Peso del Suelo Humedo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Volumen del Suelo	gr/cc.	2.058	2.040	2.224	2.190	2.404	2.312
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	396.50	396.23	407.62	401.56	402.63	409.62	369.56	369.64	489.32
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	353.01	353.12	363.21	358.23	358.13	364.21	329.56	329.20	432.31
Peso del Agua	gr.	43.49	43.11	44.41	43.33	44.50	45.41	39.96	40.44	57.01
Peso de la Capsula	gr.	39.15	39.86	23.45	38.08	39.16	23.21	40.53	39.37	23.17
Peso del Suelo Seco	gr.	313.86	313.40	339.76	320.15	318.97	341.00	289.05	289.83	409.14
% de Humedad	%	13.88%	13.75%	13.07%	13.53%	13.95%	13.32%	13.83%	13.95%	13.93%
Promedio de Humedad	%	13.80%		13.07%	13.74%		13.32%	13.89%		13.93%
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.808		1.804	1.955		1.933	2.111		2.029

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2023	08:25 a.m.	0	456.00	0.00	0	428.00	0	0	385.00	0	0
19/09/2023	08:25 a.m.	24:00:00	460.00	0.10	0.09	430.00	0.05	0.04	387.00	0.05	0.04
20/09/2023	08:25 a.m.	48:00:00	462.00	0.15	0.13	432.00	0.10	0.09	389.00	0.10	0.09
21/09/2023	08:25 a.m.	72:00:00	465.00	0.23	0.20	435.00	0.18	0.15	391.00	0.15	0.13
22/09/2023	08:25 a.m.	96:00:00	469.00	0.33	0.28	438.00	0.25	0.22	393.00	0.20	0.17

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I						
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.			
0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00
0.63	00:30		16.5	95.3	0.9		25.6	134	6.6		34.6	172	8.7		80.1	365	18.5
1.27	01:00		48.8	223.8	11.3		73.4	337	17.0		80.1	365	18.5		142.5	630	31.8
1.91	01:30		83.5	379.5	19.2		126.4	562	26.4		142.5	630	31.8		195.2	853.6	43.2
2.54	02:00	70.31	136.3	604.5	30.6		242.5	1054	53.3		318.5	1368	69.2		369.5	1678	84.8
3.81	03:00		305.4	1321.4	66.8		394.5	1700	85.9		479.5	2080	104.1		479.5	2080	104.1
5.09	04:00	105.00	346.2	1494.5	75.5		435.2	1872	94.6		546.5	2345	118.5		546.5	2345	118.5
6.35	05:00		357.1	1540.8	77.9		498.5	2141	108.2		598.6	2566	129.7		598.6	2566	129.7
7.62	06:00		362.4	1563.3	79.0		529.4	2272	114.9		638.9	2737	138.3		638.9	2737	138.3
8.84	07:00		372.4	1605.8	81.2		565.3	2424	122.6		699.5	2952	149.2		699.5	2952	149.2
10.16	08:00																



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

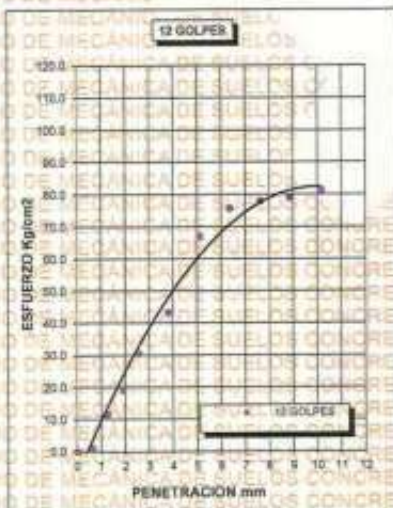
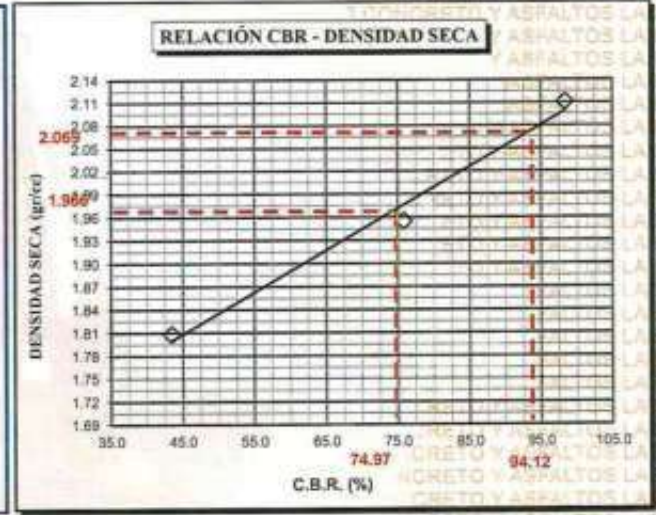
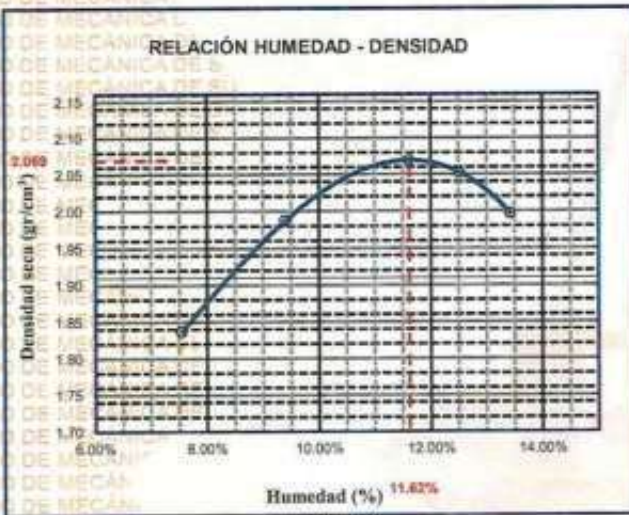
[Signature]
 Mr. Andrés Yara Torres



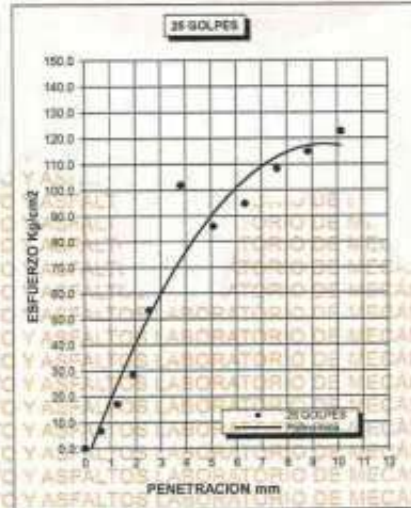
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO :	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91	
SOLICITADO :	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.)	2.069
UBICACIÓN :	VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE	HUMEDAD OPTIMA (%)	11.62%
MUESTRA :	CALICATA 01 BASE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	94.12
FECHA :	27 DE MAYO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	74.97
		AASHTO :	
		EMBEBIDO :	



CBR 43.46



CBR 75.80



CBR 98.39

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAL INGENIERÍA CIVIL
 Rigoberto Yana Torres
 CUI: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS	: EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	: ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN	: VÍA PRINCIPAL- ZONA ESTE
PROGRESIVA	: KM 0+500 - MARGEN DERECHO
MUESTRA	: CALICATA D2-BASE
FECHA	: 27 DE MAYO DEL 2024

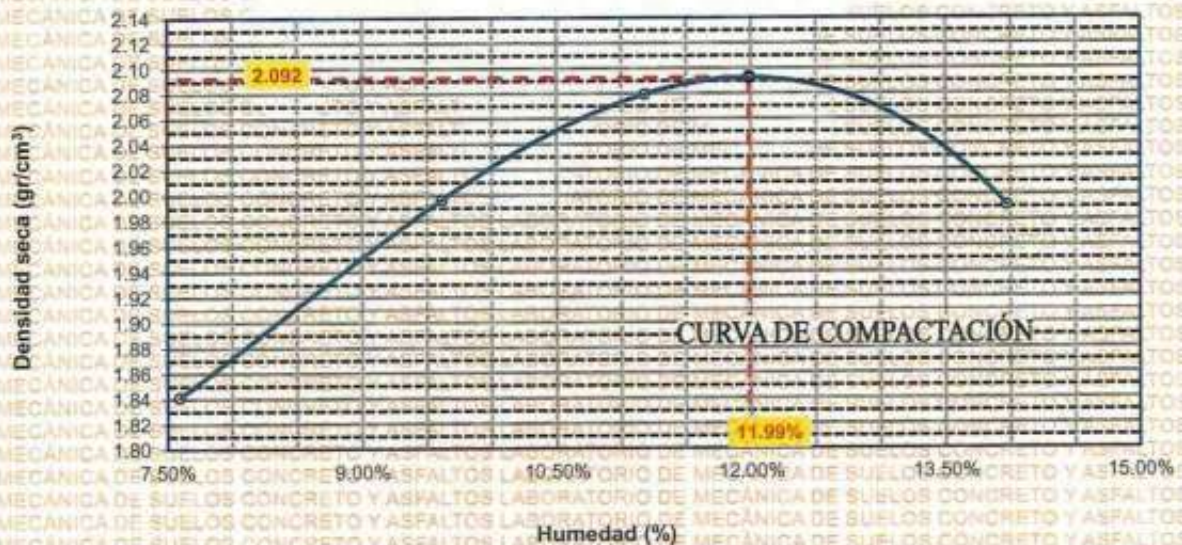
MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2120 cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10064	10503	10765	10675
Peso del Molde	gr.	5864	5864	5864	5864
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4200	4639	4901	4811
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1.981	2.188	2.312	2.269

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	418.20	418.40	395.30	395.60	451.40	451.80	515.30	515.30
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	393.40	393.20	366.40	366.40	412.70	412.40	460.00	460.00
Peso del Agua	gr.	24.80	25.20	28.90	29.20	38.70	39.20	55.30	55.30
Peso de la Capsula	gr.	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21
Peso del Suelo Seco	gr.	329.19	328.99	302.19	302.19	348.49	348.19	395.79	395.79
% de Humedad	%	7.53%	7.66%	9.56%	9.66%	11.11%	11.26%	13.97%	13.97%
Promedio de Humedad	%	7.60%		9.61%		11.18%		13.97%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.841		1.996		2.079		1.991	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.092 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 11.99%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



[Handwritten signature]
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 OFICINA DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN : VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE
MUESTRA : CALICATA 02-BASE
FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11534	11688	12171	12083	12215	12214
Peso del Molde	gr.	7256	7256	7389	7389	7308	7308
Peso del Suelo Humedo	gr.	4278	4432	4782	4694	4907	4906
Volumen del Suelo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	2.032	2.106	2.275	2.233	2.341	2.340

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	402.90	395.24	348.54	378.50	402.54	378.90	455.20	462.30	544.70
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	360.40	358.20	310.20	339.10	368.20	337.60	410.10	420.10	486.70
Peso del Agua	gr.	42.50	37.04	38.34	39.40	36.34	41.30	45.10	42.20	58.00
Peso de la Capsula	gr.	39.15	39.66	23.45	38.08	39.16	23.21	40.53	39.37	23.17
Peso del Suelo Seco	gr.	321.25	318.54	286.75	301.02	327.04	314.39	369.57	380.73	463.53
% de Humedad	%	13.23%	11.63%	13.37%	13.09%	11.11%	13.14%	12.20%	11.08%	12.51%
Promedio de Humedad	%	12.43%	13.37%	12.10%	13.14%	11.64%	12.51%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.808	1.857	2.030	1.974	2.096	2.080			

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2023	08:25 a.m.	0	479.00	0.00	0	475.00	0	0	526.00	0	0
19/09/2023	08:25 a.m.	24:00:00	482.00	0.08	0.07	477.00	0.05	0.04	529.00	0.08	0.07
20/09/2023	08:25 a.m.	48:00:00	485.00	0.15	0.13	479.00	0.10	0.09	531.00	0.13	0.11
21/09/2023	08:25 a.m.	72:00:00	487.00	0.20	0.17	482.00	0.18	0.15	533.00	0.18	0.15
22/09/2023	08:25 a.m.	96:00:00	489.00	0.25	0.22	485.00	0.25	0.22	536.00	0.25	0.22

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I					
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.		
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.63	00:30		17.5	99.4	0.9	27.5	142	7.2	35.6	178	8.9	88.4	400	20.2		
1.27	01:00		38.6	189.0	9.6	65.3	302	15.3	145.2	641	32.4	324.6	1403	70.9		
1.91	01:30		77.5	354.1	17.9	120.7	537	27.2	359.4	1551	78.4	442.5	1903	96.2		
2.54	02:00	70.31	136.3	605.8	30.6	226.5	986	49.9	512.4	2200	111.2	589.4	2527	127.7		
3.81	03:00		192.4	841.8	42.5	240.1	1044	52.8	612.5	2625	132.7	376.4	1623	82.0		
5.09	04:00	105.00	301.5	1304.8	66.0	376.4	1623	82.0	500.2	2148	108.6	589.4	2527	127.7		
6.35	05:00		332.4	1436.0	72.6	420.5	1810	91.5	612.5	2625	132.7	526.8	2261	114.3		
7.62	06:00		368.5	1589.2	80.3	500.2	2148	108.6	644.2	2759	139.5	379.5	1635.9	82.7		
8.84	07:00		379.5	1635.9	82.7	526.8	2261	114.3	644.2	2759	139.5	394.2	1698.3	85.8		
10.16	08:00		394.2	1698.3	85.8	542.1	2326	117.6								

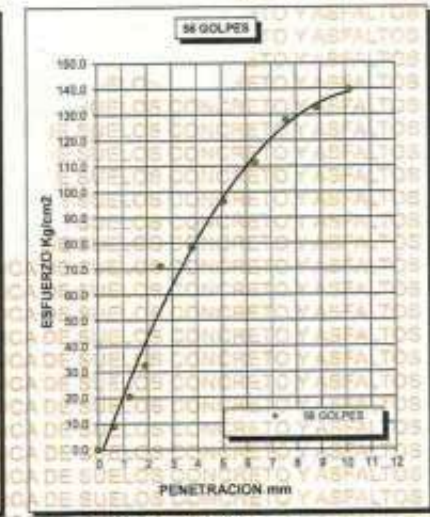
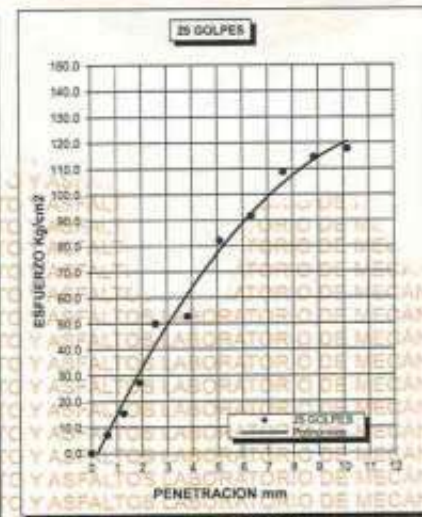
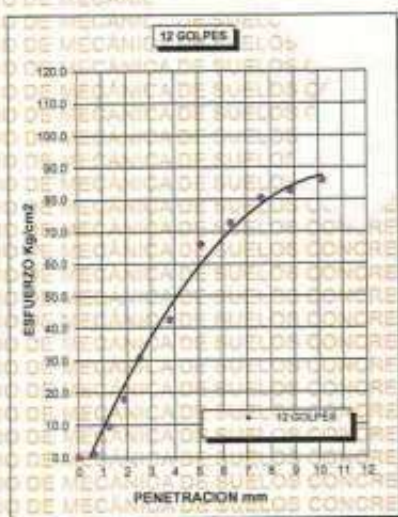
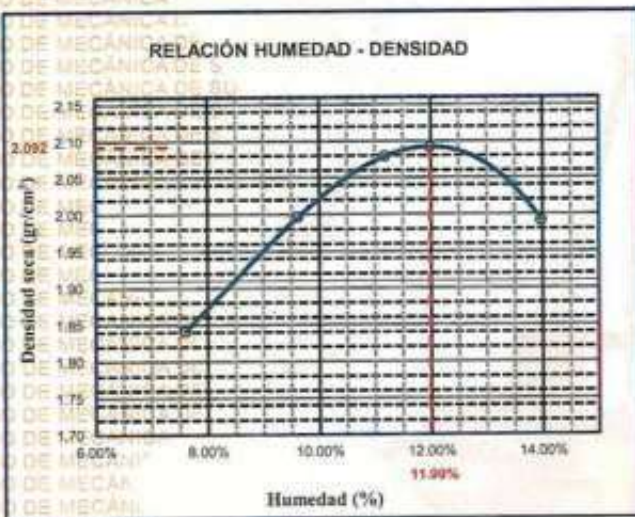
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL
M. Sc. A. Méndez Amado Tena Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO :	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO :	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 2.092
UBICACIÓN :	VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE	HUMEDAD OPTIMA (%) 11.99%
MUESTRA :	CALICATA 02 BASE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 92.85
FECHA :	27 DE MAYO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 72.95
		AASHTO :
		EMBEBIDO :



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAR. INGENIERÍA CIVIL
 M.S.C.A.
 Marco Miguel Sucapuca Rojas
 C-103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS	: EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	: ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN	: VIA PRINCIPAL-ZONA ESTE
MUESTRA	: CALICATA 03-BASE
FECHA	: 27 DE MAYO DEL 2024

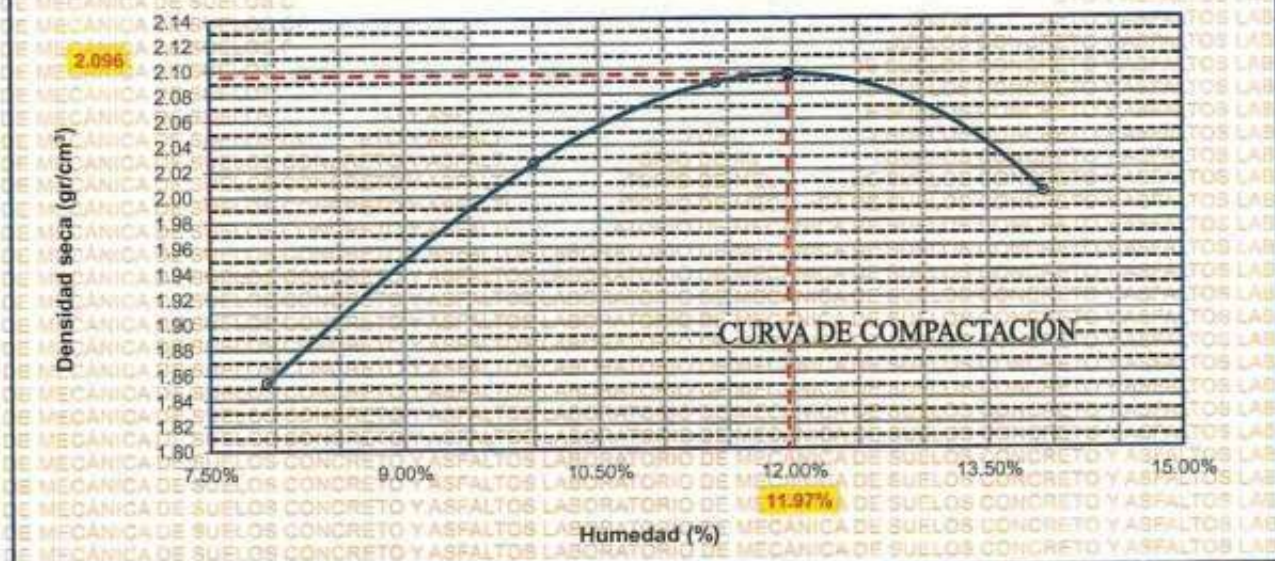
MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2117 cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10100	10580	10791	10892
Peso del Molde	gr.	5864	5864	5864	5864
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4236	4716	4927	4828
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	2.001	2.228	2.327	2.281

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	421.50	421.60	395.40	395.62	455.84	455.72	516.20	516.31
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	395.31	395.23	365.40	365.40	415.70	415.70	461.00	461.00
Peso del Agua	gr.	26.19	26.37	30.00	30.22	40.14	40.02	55.20	55.31
Peso de la Capsula	gr.	64.24	64.24	64.24	64.24	64.24	64.24	64.24	64.24
Peso del Suelo Seco	gr.	331.07	330.99	301.18	301.16	351.46	351.46	396.76	396.76
% de Humedad	%	7.91%	7.97%	9.96%	10.03%	11.42%	11.39%	13.91%	13.94%
Promedio de Humedad	%	7.94%		10.00%		11.40%		13.93%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.854		2.025		2.089		2.002	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.096 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 11.97%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

M.Sc. Marco Miguel Sucapuca Rojas



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VIA PRINCIPAL - ZONA ESTE

MUESTRA : CALICATA 03-BASE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	III		II		I	
	5	12	5	25	5	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	11586	11609	12249	12145	12294	12224
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	7235	7235	7380	7380	7318	7318
Peso del Molde	gr.	4351	4374	4869	4765	4976	4906
Peso del Suelo Humedo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Volumen del Suelo	gr/cc.	2.067	2.078	2.316	2.267	2.373	2.340
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	412.50	401.20	353.50	386.80	409.30	389.40	465.60	460.50	534.50
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	367.34	360.12	314.30	344.10	368.60	345.40	410.10	420.10	480.30
Peso del Agua	gr.	45.16	41.08	39.20	42.70	40.70	44.00	55.50	40.40	54.20
Peso de la Capsula	gr.	39.26	39.14	23.32	38.16	39.16	23.31	40.42	39.57	23.67
Peso del Suelo Seco	gr.	328.08	320.98	290.98	305.94	329.44	322.09	369.68	380.53	456.63
% de Humedad	%	13.76%	12.80%	13.47%	13.96%	12.35%	13.96%	15.01%	10.52%	11.87%
Promedio de Humedad	%	13.28%	13.47%	13.16%	13.66%	12.81%	11.87%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.825	1.831	2.047	1.995	2.104	2.092			

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2023	08:25 a.m.	0	469.00	0.00	0	452.00	0	0	515.00	0	0
19/09/2023	08:25 a.m.	24:00:00	472.00	0.08	0.07	454.00	0.05	0.04	518.00	0.08	0.07
20/09/2023	08:25 a.m.	48:00:00	475.00	0.15	0.13	456.00	0.10	0.09	520.00	0.13	0.11
21/09/2023	08:25 a.m.	72:00:00	476.00	0.18	0.15	458.00	0.15	0.13	522.00	0.18	0.15
22/09/2023	08:25 a.m.	96:00:00	478.00	0.23	0.20	460.00	0.20	0.17	524.00	0.23	0.20

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	00:30		18.5	103.7	0.9		31.5	169	8.0		45.8	219	11.1	
1.27	01:00		39.5	192.8	9.7		79.5	363	18.3		96.7	444	22.4	
1.91	01:30		81.5	371.1	18.8		125.4	557	28.2		163.4	719	36.3	
2.54	02:00	70.31	136.4	612.6	31.0		234.5	1020	51.6		325.6	1407	71.1	
3.81	03:00		201.4	880.0	44.5		268.5	1165	58.9		384.6	1658	83.8	
5.09	04:00	105.00	295.6	1279.8	64.7		384.5	1697	83.8		425.6	1832	92.6	
6.35	05:00		346.5	1495.8	75.6		399.5	1721	87.0		469.8	2019	102.1	
7.62	06:00		389.5	1678.3	84.8		426.5	1835	92.8		499.7	2146	108.5	
8.84	07:00		412.0	1773.8	89.7		498.5	2141	108.2		562.8	2414	122.0	
10.16	08:00		426.0	1833.3	92.7		571.4	2450	123.9		653.5	2799	141.5	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

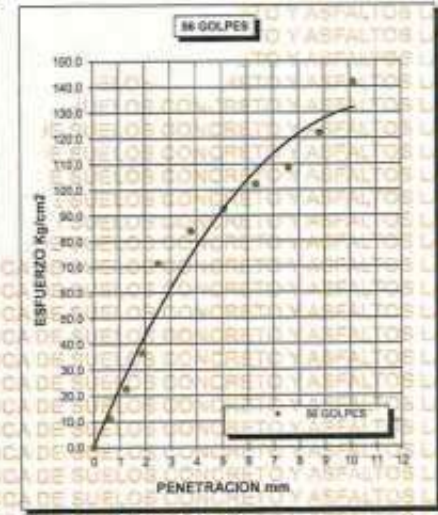
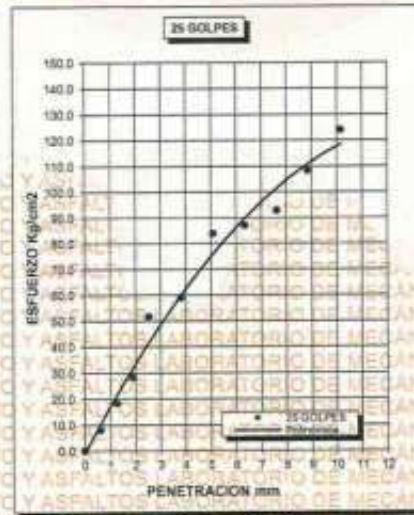
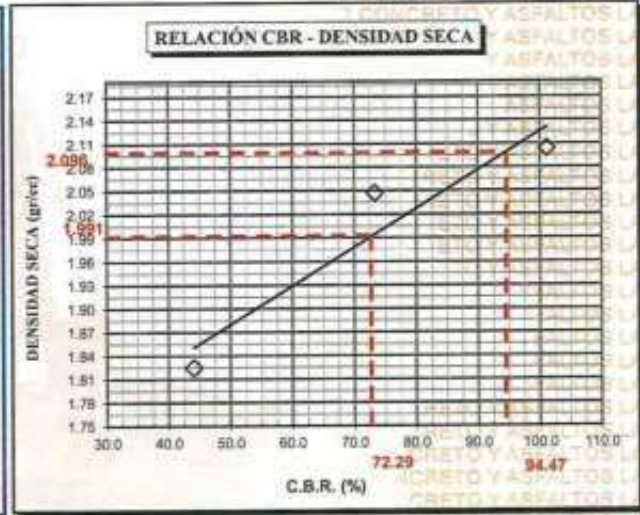
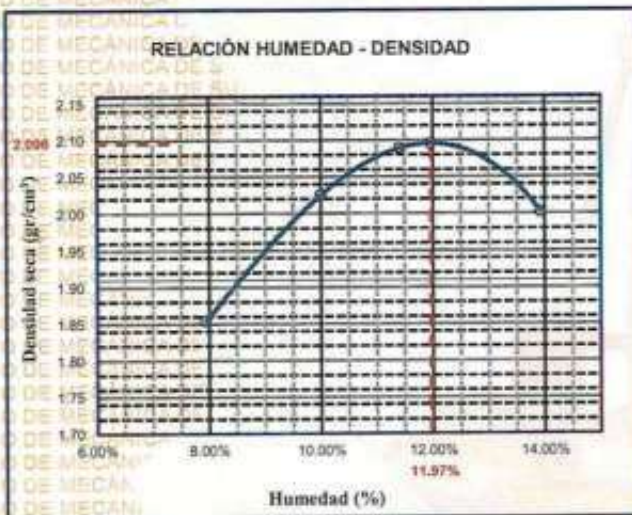
Marta Arwidlo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO :	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO :	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 2.096
UBICACIÓN :	VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE	HUMEDAD OPTIMA (%) 11.97%
MUESTRA :	CALICATA 03 BASE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 94.47
FECHA :	27 DE MAYO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 72.29
		AASHTO :
		EMBEBIDO :



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 JEFATURA
 ALIQUACA
 Mgr. Apolindo Yana Torres
 P. 113257



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN	VIA PRINCIPAL-ZONA ESTE
MUESTRA	CALICATA 01-SUBBASE
FECHA	27 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2122 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10375	10708	10548	10403
Peso del Molde	gr.	5864	5864	5864	5864
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4511	4842	4684	4539
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	2.126	2.282	2.207	2.139

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	323.88	323.84	340.56	343.24	386.59	390.21	253.80	232.54
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	307.89	307.95	316.78	318.62	353.54	356.41	231.62	212.34
Peso del Agua	gr.	15.67	15.89	23.80	24.62	33.05	33.80	21.96	20.20
Peso de la Capsula	gr.	64.00	65.00	64.00	64.00	65.00	65.00	64.00	65.00
Peso del Suelo Seco	gr.	243.89	242.95	252.76	254.62	288.54	291.41	167.62	147.34
% de Humedad	%	6.43%	6.54%	9.42%	9.67%	11.45%	11.90%	13.11%	13.71%
Promedio de Humedad	%	6.48%		9.54%		11.53%		13.41%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.996		2.083		1.979		1.886	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.102 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	8.51%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VÍA PRINCIPAL - ZONA ESTE

MUESTRA : CALICATA 01-SUBBASE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	III		II		I	
	5	12	5	25	5	56
No DE CAPAS						
NUMERO DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	12966	12875	13270	13115	12500	13095
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8565	8565	8646	8646	7521	7521
Peso del Molde	gr.	4401	4310	4624	4469	4979	5574
Peso del Suelo Humedo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Volumen del Suelo	gr/cc.	2.091	2.048	2.200	2.126	2.375	2.659
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	S			B			E			T								
		5	4	8	15	14	8	4	10	7									
Suelo Humedo + Capsula	gr.	225.40	231.40	200.40	234.60	248.70	198.70	241.50	227.60	199.60									
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	205.30	208.40	180.30	211.40	225.70	180.20	226.30	206.10	181.30									
Peso del Agua	gr.	20.10	23.00	20.10	23.20	23.00	18.50	15.20	21.50	18.30									
Peso de la Capsula	gr.	39.15	39.66	23.45	38.08	39.16	23.21	40.53	39.37	23.17									
Peso del Suelo Seco	gr.	166.15	168.74	156.85	173.32	186.54	156.99	185.77	166.73	158.13									
% de Humedad	%	12.10%	13.63%	12.81%	13.39%	12.33%	11.78%	8.18%	12.90%	11.57%									
Promedio de Humedad	%	12.86%			12.81%			12.86%			11.78%			10.54%			11.57%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.853			1.815			1.949			1.902			2.148			2.383		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2023	08:25 a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0
19/09/2023	08:25 a.m.	24:00:00	0.09	0.00	0.02	0.10	0.00	0.02	0.08	0.00	0.02
20/09/2023	08:25 a.m.	48:00:00	0.12	0.00	0.03	0.15	0.00	0.03	0.14	0.00	0.03
21/09/2023	08:25 a.m.	72:00:00	0.13	0.00	0.03	0.20	0.01	0.04	0.19	0.00	0.04

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	
0.63	00:30		24.6	129.4	0.9	36.5	180	9.1	50.1	238	12.0			
1.27	01:00		56.4	284.5	13.4	84.2	383	19.3	100.4	451	22.8			
1.91	01:30		83.5	379.5	19.2	105.6	473	23.9	135.8	602	30.4			
2.54	02:00	70.31	112.4	502.2	25.4	144.6	639	32.3	187.5	821	41.5			
3.81	03:00		126.5	562.1	28.4	184.2	807	40.8	239.5	1042	52.7			
5.09	04:00	105.00	158.4	697.4	35.3	203.5	889	44.9	294.5	1275	64.5			
6.35	05:00		169.4	744.1	37.6	225.6	983	49.7	312.5	1352	68.3			
7.62	06:00		201.5	880.4	44.5	250.4	1088	55.0	334.5	1445	73.0			
8.84	07:00		216.6	945.3	47.6	270.4	1173	59.3	358.4	1546	78.2			



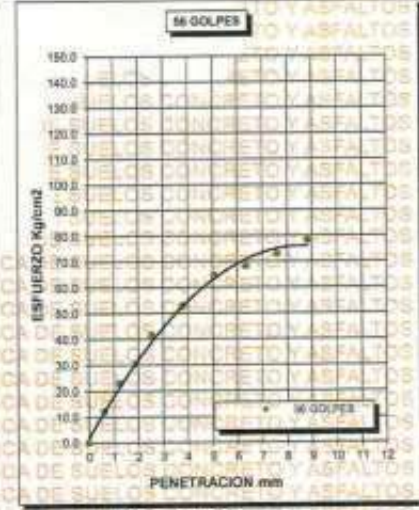
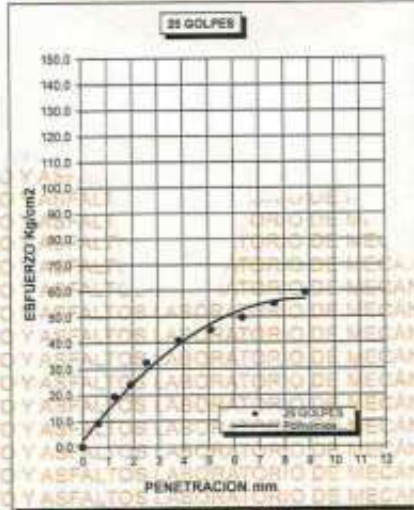
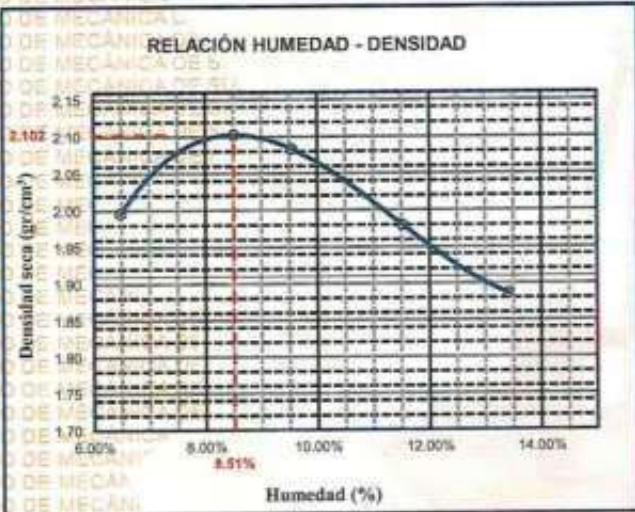
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
Mr. Armando Yana Torres
C.P. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO :	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO :	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 2.102
UBICACIÓN :	VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE	HUMEDAD OPTIMA (%) 8.51%
MUESTRA :	CALICATA 01 SUBBASE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 56.12
FECHA :	27 DE MAYO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 47.51
		AASHTO :
		EMBEBIDO :



VÍCTOR ARNALDO JUNA TORRES
 INGENIERO CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 U.S.C.A. JEFATURA
 JULIACA



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN	VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE
MUESTRA	CALICATA 02-SUBBASE
FECHA	27 DE MAYO DEL 2024

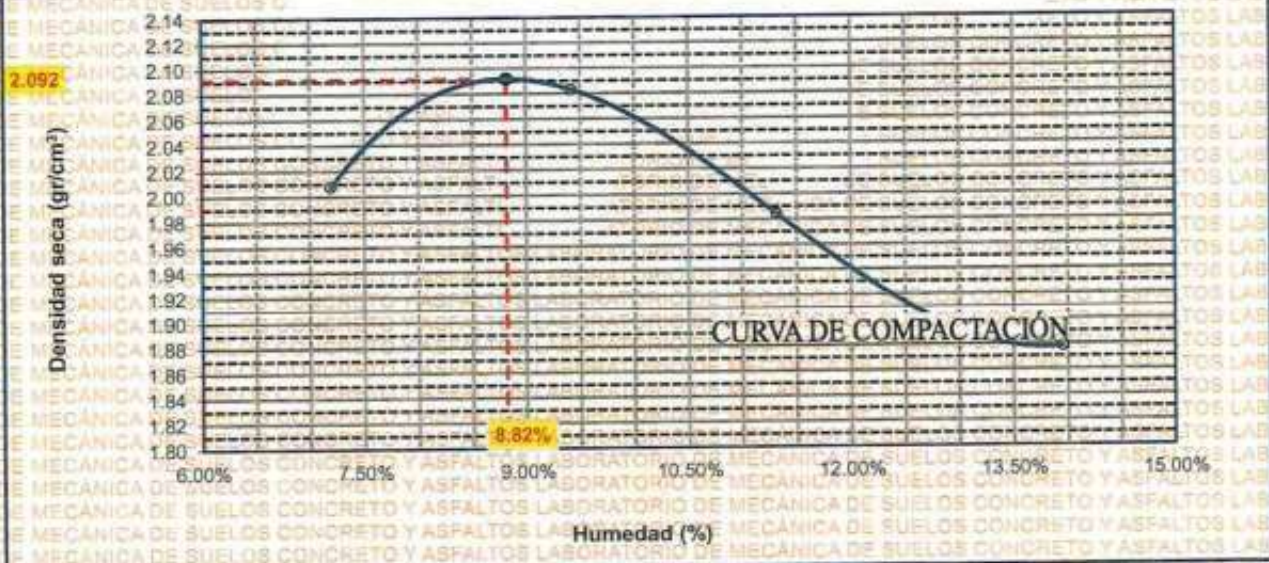
MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2124 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10435	10705	10555	10410
Peso del Molde	gr.	5864	5864	5864	5864
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4571	4841	4691	4546
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	2.152	2.279	2.209	2.140

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	329.50	330.20	344.60	345.40	379.20	380.50	279.60	280.90
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	311.50	312.60	321.10	320.52	347.20	348.50	253.40	253.90
Peso del Agua	gr.	18.00	17.60	23.50	24.88	32.00	32.00	26.20	26.60
Peso de la Capsula	gr.	64.00	65.00	64.00	64.00	65.00	65.00	64.00	65.00
Peso del Suelo Seco	gr.	247.50	247.60	257.10	256.52	282.20	283.50	189.40	188.90
% de Humedad	%	7.27%	7.11%	9.14%	9.70%	11.34%	11.29%	13.53%	14.08%
Promedio de Humedad	%	7.19%		9.42%		11.31%		13.96%	
Densidad del Suelo Seco	%	2.008		2.083		1.984		1.878	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.092 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	8.82%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

[Signature]



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE

MUESTRA : CALICATA 02-SUBBASE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	III		II		I	
	5	12	5	25	5	56
No DE CAPAS						
NUMERO DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	12975	12885	13174	13256	12700	12408
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8568	8568	8655	8655	7523	7523
Peso del Molde	gr.	4407	4317	4519	4601	5177	4885
Peso del Suelo Humedo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Volumen del Suelo	gr/cc.	2.094	2.051	2.150	2.189	2.469	2.330
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	B			E			T		
		5	4	15	14	10	4	10	T	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	230.60	231.40	210.50	251.30	247.90	200.70	264.00	257.80	210.60
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	210.40	210.40	190.20	225.60	225.10	183.20	238.80	232.90	167.70
Peso del Agua	gr.	20.20	21.00	20.30	25.70	22.80	17.50	25.20	25.30	22.90
Peso de la Capsula	gr.	39.15	39.66	23.45	38.08	39.16	23.21	40.53	39.37	23.17
Peso del Suelo Seco	gr.	171.25	170.74	166.75	187.52	185.94	159.99	198.27	193.13	164.53
% de Humedad	%	11.80%	12.30%	12.17%	13.71%	12.26%	10.94%	12.71%	13.10%	13.92%
Promedio de Humedad	%	12.05%	12.17%	12.98%	10.94%	12.90%	13.92%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.869	1.828	1.903	1.973	2.187	2.045			

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2023	08:25: a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0
19/09/2023	08:25: a.m.	24:00:00	0.06	0.00	0.01	0.10	0.00	0.02	0.13	0.00	0.03
20/09/2023	08:25: a.m.	48:00:00	0.09	0.00	0.02	0.13	0.00	0.03	0.18	0.00	0.04
21/09/2023	08:25: a.m.	72:00:00	0.12	0.00	0.03	0.16	0.00	0.03	0.22	0.01	0.05

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	
0.63	00:30		15.6	91.3	0.9	23.5	125	6.3	39.5	193	9.7	80.1	365	18.5
1.27	01:00		55.2	259.4	13.1	65.8	304	15.4	115.8	516	26.1	188.6	826	41.7
1.91	01:30		71.5	328.6	16.6	93.2	421	21.3	224.6	978	49.5	298.3	1291	65.3
2.54	02:00	70.31	98.6	443.6	22.4	138.5	613	31.0	298.3	1291	65.3	298.5	1292	65.3
3.81	03:00		128.5	562.1	28.4	195.4	854	43.2	218.6	953	48.2	318.4	1377	69.6
5.09	04:00	105.00	148.5	655.4	33.1	249.2	1083	54.7	342.5	1479	74.8			
6.35	05:00		165.7	728.4	36.8	256.9	1116	58.4						
7.62	06:00		184.2	807.0	40.8									
8.84	07:00		192.4	841.8	42.5									



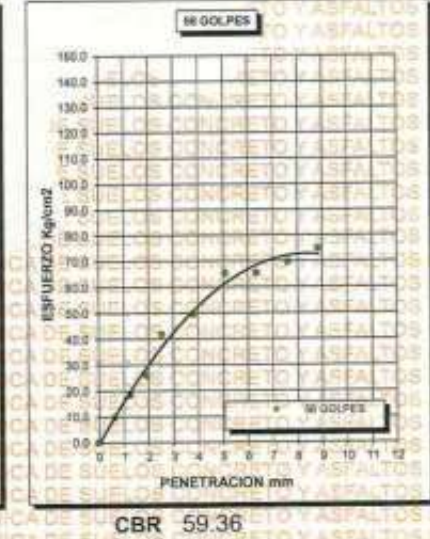
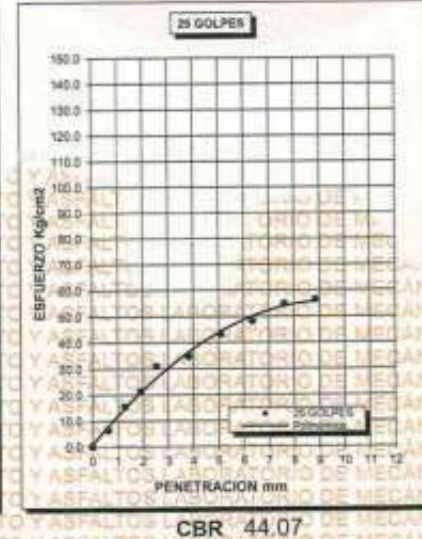
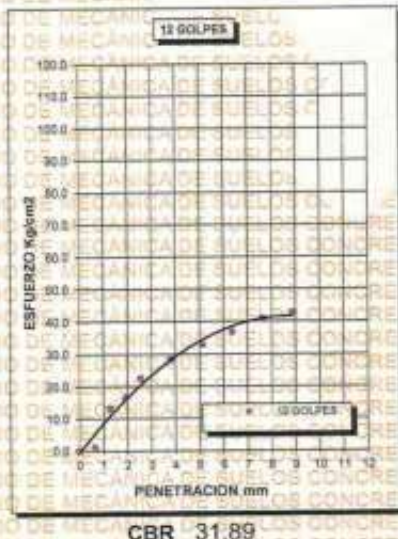
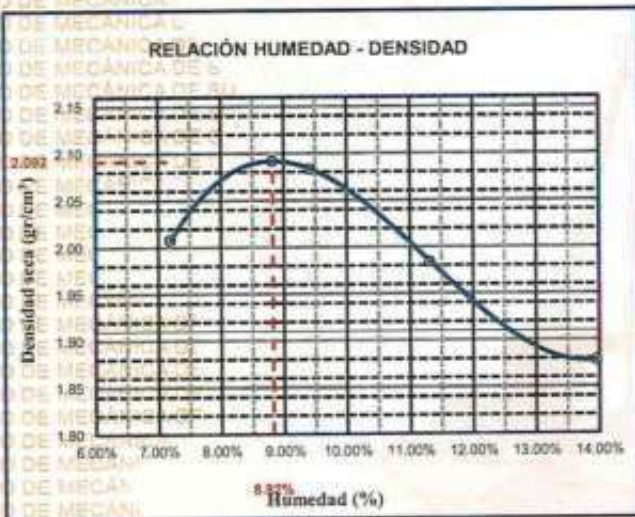
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CIENCIAS DE INGENIERÍA CIVIL
 M.S.C.A. *[Firma]*
 Miguel Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO :	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITADO :	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.)	2.092
UBICACIÓN :	VIA PRINCIPAL - ZONA ESTE	HUMEDAD OPTIMA (%)	8.82%
MUESTRA :	CALICATA 02 SUBBASE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	54.23
FECHA :	27 DE MAYO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	45.09
		AASHTO :	
		EMBEBIDO :	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - O.P. INGENIERÍA CIVIL
 Mar. Arnaldo Yana Torres
 C.I. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN	VIA PRINCIPAL - ZONA ESTE
MUESTRA	CALICATA 03-SUBBASE
FECHA	27 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2126 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10416.2	10700	10552	10403
Peso del Molde	gr.	5864	5864	5864	5864
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4552.2	4836	4688	4539
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	2.141	2.275	2.205	2.135

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	326.50	329.60	339.24	340.62	383.58	385.24	284.21	285.87
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	310.90	312.21	317.20	318.60	350.10	353.15	258.20	260.30
Peso del Agua	gr.	17.60	17.39	22.04	22.02	33.48	32.09	26.01	25.57
Peso de la Capsula	gr.	63.90	64.00	64.00	63.90	64.00	64.00	64.00	64.00
Peso del Suelo Seco	gr.	247.00	248.21	253.20	254.70	286.10	289.15	194.20	196.30
% de Humedad	%	7.13%	7.01%	8.70%	8.65%	11.70%	11.10%	13.39%	13.03%
Promedio de Humedad	%	7.07%		8.68%		11.40%		13.21%	
Densidad del Suelo Seco	%	2.000		2.093		1.979		1.886	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.093 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	8.79%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 M.S.C.A.
 [Signature]



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VÍA PRINCIPAL- ZONA ESTE

MUESTRA : CALICATA 03-SUBBASE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	III		II		I	
	5	25	5	25	5	56
No DE CAPAS						
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12					
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	12984	12893	13185	12968	12705	12410
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8576	8576	8660	8660	7528	7528
Peso del Molde	gr.	4408	4307	4525	4308	5177	4882
Peso del Suelo Humedo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Volumen del Suelo	gr/cc.	2.094	2.046	2.153	2.050	2.469	2.329
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	B			E			T											
		5	4	15	14	15	14	10	10										
Suelo Humedo + Capsula	gr.	233.90	236.20	216.40	254.20	253.40	206.80	269.50	268.90	216.80	*								
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	210.50	212.60	195.30	228.98	227.88	195.12	242.14	241.32	193.98									
Peso del Agua	gr.	23.00	23.60	21.10	25.22	25.54	21.68	27.36	27.18	22.82									
Peso de la Capsula	gr.	39.15	39.66	23.45	38.08	39.16	23.21	40.53	39.37	23.17									
Peso del Suelo Seco	gr.	171.35	172.94	171.85	190.90	188.70	161.91	201.61	201.95	170.81									
% de Humedad	%	13.42%	13.65%	12.28%	13.21%	13.53%	13.39%	13.57%	13.46%	13.36%									
Promedio de Humedad	%	13.53%			12.28%			13.37%			13.39%			13.51%			13.36%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.845			1.822			1.899			1.808			2.175			2.054		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2023	08:25-a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0
19/09/2023	08:25-a.m.	24:00:00	0.09	0.00	0.02	0.14	0.00	0.03	0.18	0.00	0.03
20/09/2023	08:25-a.m.	48:00:00	0.12	0.00	0.03	0.18	0.00	0.04	0.20	0.01	0.04
21/09/2023	08:25-a.m.	72:00:00	0.15	0.00	0.03	0.22	0.01	0.05	0.24	0.01	0.05

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I					
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.		
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.63	00:30		14.5	86.7	0.9	21.5	116	5.9	35.6	176	8.9	75.4	345	17.4		
1.27	01:00		48.2	229.7	11.6	68.4	315	15.9	124.5	554	28.0	184.7	809	40.9		
1.91	01:30		65.7	304.0	15.4	92.4	417	21.1	184.7	809	40.9	225.6	983	49.7		
2.54	02:00	70.31	96.2	441.9	22.3	135.6	601	30.4	276.8	1200	60.7	300.1	1299	65.7		
3.81	03:00		124.5	553.8	28.0	164.2	722	36.5	324.5	1402	70.9	354.8	1531	77.4		
5.09	04:00	105.00	150.2	662.6	33.5	195.4	854	43.2								
6.35	05:00		165.4	727.2	36.8	215.4	939	47.5								
7.62	06:00		184.6	808.7	40.9	240.1	1044	52.8								
8.84	07:00		194.5	850.7	43.0	257.1	1116	56.4								

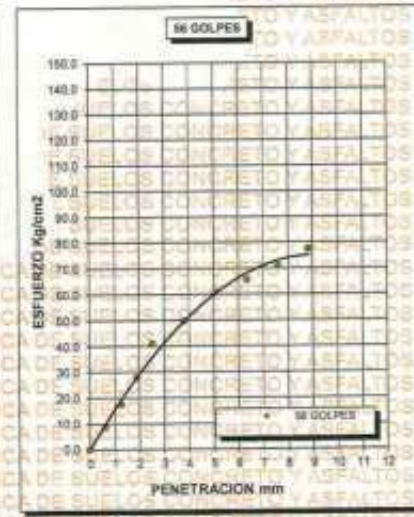
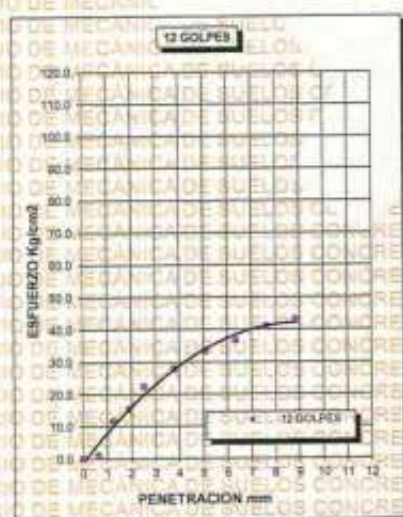
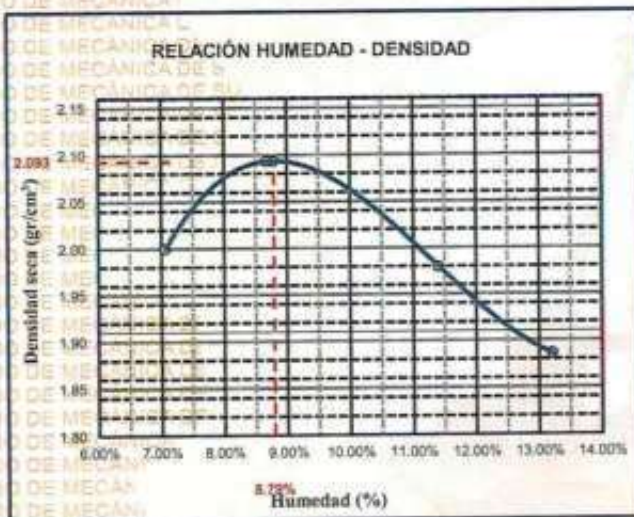

 Ing. Arnaldo Yana Torres
 M.S.C. INVESTIGADOR
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS-PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA.	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-81
		MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 2.093
SOLICITADO :	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS	HUMEDAD OPTIMA (%) 8.79%
UBICACIÓN :	VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 46.05
MUESTRA :	CALICATA 03 SUBBASE	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 54.12
FECHA :	27 DE MAYO DEL 2024	AASHTO :
		EMBEBIDO :




Mtr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

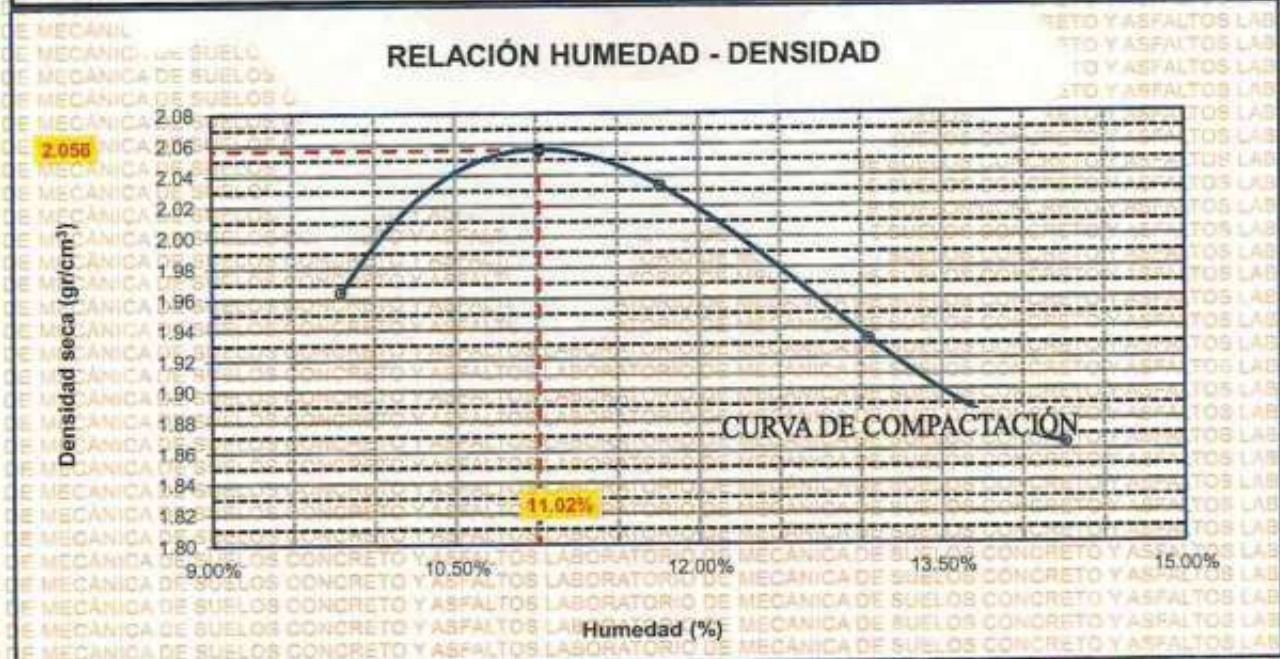
TESIS	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN	VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE
MUESTRA	CALICATA D1-SUBRASANTE
FECHA	27 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2125 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10447	10093	10508	10391
Peso del Molde	gr.	5864	5864	5864	5864
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4583	4829	4644	4527
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	2.157	2.272	2.185	2.130

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	333.50	332.87	350.52	352.87	395.61	400.56	242.40	241.89
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	309.52	308.87	320.85	321.88	358.28	380.90	221.20	218.70
Peso del Agua	gr.	23.98	24.00	29.67	30.89	37.33	39.66	21.20	23.19
Peso de la Capsula	gr.	64.00	64.50	64.00	64.00	64.23	65.00	64.00	64.50
Peso del Suelo Seco	gr.	245.52	244.37	256.85	257.98	294.05	296.90	157.20	154.20
% de Humedad	%	9.77%	9.82%	11.55%	11.97%	12.70%	13.40%	13.49%	15.04%
Promedio de Humedad	%	9.79%		11.76%		13.05%		14.26%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.964		2.033		1.933		1.864	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.056 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	11.02%



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

M.S.C.A. [Signature]



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN	VIA PRINCIPAL - ZONA ESTE
MUESTRA	CALICATA 01-SUBRASANTE
FECHA	27 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	III		II		I	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12942	12853	13151	12948	12484	12852
Peso del Molde	gr.	8553	8553	8641	8641	7503	7503
Peso del Suelo Humedo	gr.	4389	4300	4510	4307	4981	5349
Volumen del Suelo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	2.085	2.043	2.146	2.049	2.376	2.551

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	231.50	231.68	211.47	234.28	239.84	194.38	244.62	241.84	192.57
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	210.00	208.40	190.80	210.50	215.70	175.40	222.30	219.10	174.60
Peso del Agua	gr.	21.50	23.28	20.67	23.78	24.14	18.98	22.32	22.74	17.97
Peso de la Capsula	gr.	39.00	39.00	23.00	38.00	39.10	23.20	40.50	39.30	23.10
Peso del Suelo Seco	gr.	171.00	169.40	167.80	172.50	176.60	152.20	181.80	179.80	151.50
% de Humedad	%	12.57%	13.74%	12.32%	13.70%	13.67%	12.47%	12.28%	12.65%	11.96%
Promedio de Humedad	%	13.16%		12.32%	13.73%		12.47%	12.46%		11.86%
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.843	1.819	1.887	1.822	2.113	2.281			

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2023	08:25: a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0
19/09/2023	08:25: a.m.	24:00:00	0.09	0.00	0.02	0.12	0.00	0.03	0.16	0.00	0.03
20/09/2023	08:25: a.m.	48:00:00	0.12	0.00	0.03	0.18	0.00	0.04	0.20	0.01	0.04
21/09/2023	08:25: a.m.	72:00:00	0.16	0.00	0.03	0.20	0.01	0.04	0.22	0.01	0.05

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	00:30		3.6	40.2	0.9	6.5	53	2.7		10.9	71	3.5		
1.27	01:00		7.8	58.4	3.0	11.5	74	3.6		15.7	92	4.6		
1.91	01:30		11.4	73.3	3.7	15.4	90	4.6		20.1	111	5.6		
2.54	02:00	70.31	14.9	88.2	4.5	22.8	122	6.2		28.7	147	7.4		
3.81	03:00		8.3	60.5	3.1	26.9	139	7.0		35.9	177	9.0		
5.09	04:00	105.00	29.6	112.6	5.7	31.5	159	8.0		40.6	197	10.0		
6.35	05:00		22.6	121.0	6.1	34.9	173	8.5		46.0	220	11.1		
7.62	06:00		24.9	130.8	6.6	38.5	188	9.5		50.0	237	12.0		
8.84	07:00		26.4	137.2	6.9	40.1	195	9.9		54.0	254	12.9		

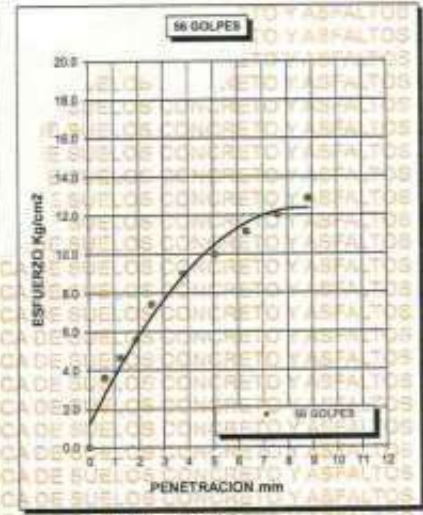
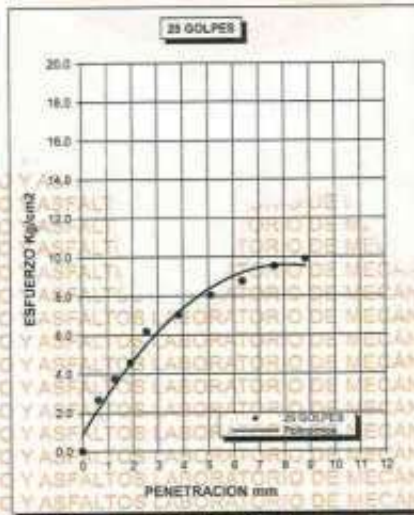
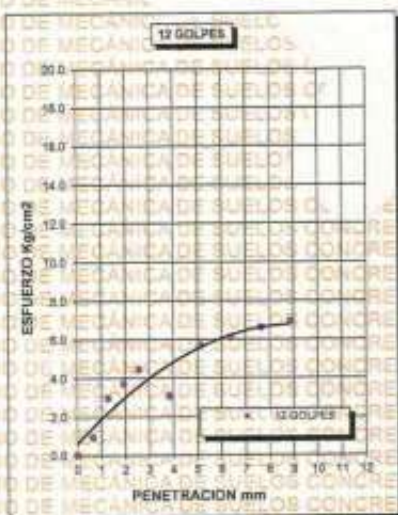
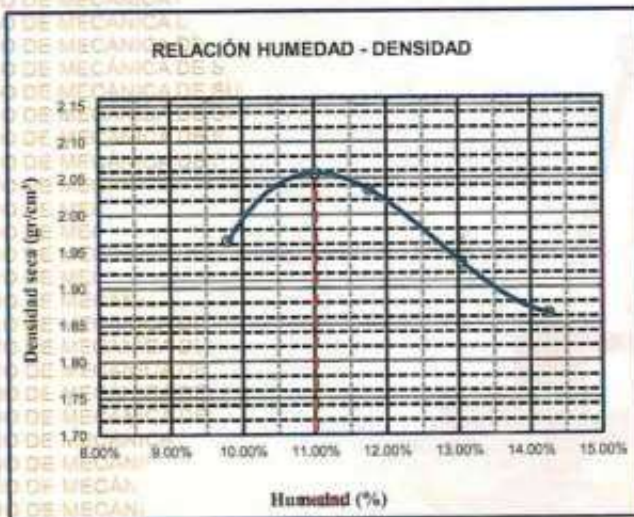
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CIP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JULIACA
[Firma]
Miguel Ángel Torres
C.P. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO :	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.)	2.056
	SOLICITADO :		ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS	HUMEDAD OPTIMA (%)
UBICACIÓN :	VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE		CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	10.36
MUESTRA :	CALICATA 01 SUBRASANTE		CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	8.61
FECHA :	27 DE MAYO DEL 2024	AASHTO :		
		EMBEBIDO :		



CBR 6.34

CBR 8.78

CBR 10.55

M.S.C.A. [Firma]
 Ing. Armando Viana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN	VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE
MUESTRA	CALICATA 02-SUBRASANTE
FECHA	27 DE MAYO DEL 2024

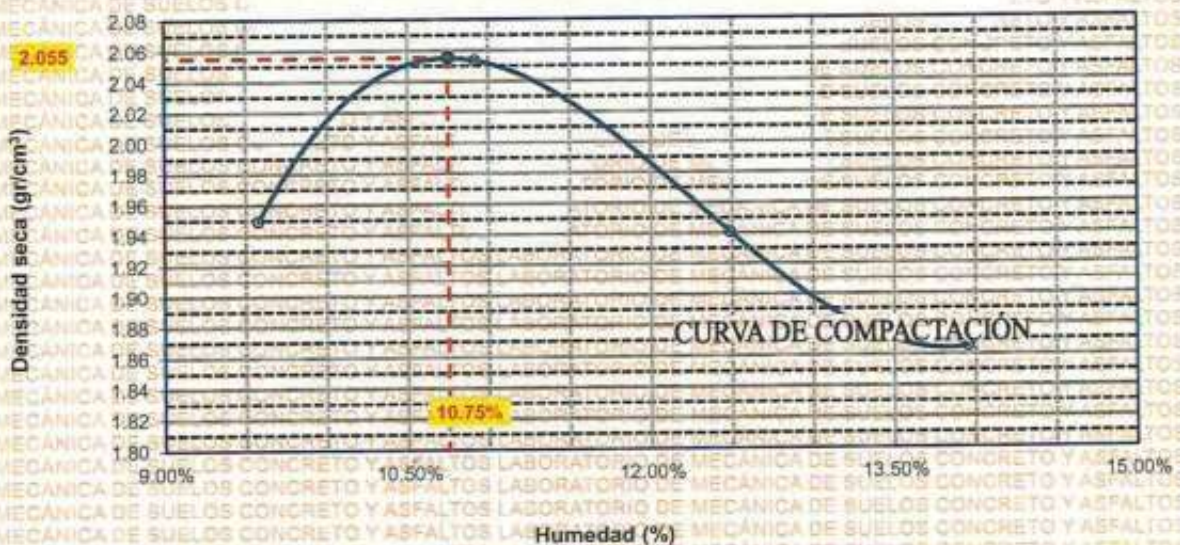
MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10405	10706	10505	10383
Peso del Molde	gr.	5864	5864	5864	5864
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4541	4842	4641	4519
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	2.136	2.278	2.183	2.126

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	336.50	336.54	356.78	355.94	386.27	398.50	241.54	242.65
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	312.65	312.84	327.97	327.20	358.86	362.12	220.56	220.14
Peso del Agua	gr.	23.85	23.70	28.81	28.74	37.41	36.38	20.98	22.51
Peso de la Capsula	gr.	64.00	65.00	64.00	64.00	65.00	65.00	64.00	65.00
Peso del Suelo Seco	gr.	248.65	247.84	263.97	263.20	293.86	297.12	156.56	155.14
% de Humedad	%	9.59%	9.56%	10.91%	10.92%	12.73%	12.24%	13.40%	14.51%
Promedio de Humedad	%	9.58%		10.92%		12.49%		13.96%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.949		2.053		1.941		1.865	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	2.055 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	:	10.75%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CALIFICACIÓN EN INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE

MUESTRA : CALICATA 02-SUBRASANTE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	III		II		I	
	5		25		56	
No DE CAPAS						
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
	Peso Suelo Humedo + Molde	gr. 12968	12871	13162	12957	12512
Peso del Molde	gr. 8545	8545	8630	8630	7524	7524
Peso del Suelo Humedo	gr. 4423	4326	4532	4327	4988	5544
Volumen del Suelo	cc. 2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc. 2.101	2.055	2.156	2.059	2.379	2.644

Capsula No	No	B			E			T		
		5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	225.30	225.70	210.00	235.00	235.20	180.20	240.20	240.40	190.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	205.00	203.00	187.10	213.00	212.00	170.00	216.00	217.00	170.00
Peso del Agua	gr.	20.30	22.70	22.90	22.00	23.20	20.20	24.20	23.40	20.00
Peso de la Capsula	gr.	39.00	39.00	23.00	38.00	39.10	23.00	40.50	39.30	23.00
Peso del Suelo Seco	gr.	166.00	164.00	164.10	175.00	172.90	147.00	175.50	177.70	147.00
% de Humedad	%	12.23%	13.84%	13.95%	12.57%	13.42%	13.74%	13.79%	13.17%	13.61%
Promedio de Humedad	%	13.04%		13.95%	12.99%		13.74%	13.48%		13.61%
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.859		1.804	1.908		1.810	2.097		2.328

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2023	08:25: a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0
19/09/2023	08:25: a.m.	24:00:00	0.13	0.00	0.03	0.14	0.00	0.03	0.17	0.00	0.04
20/09/2023	08:25: a.m.	48:00:00	0.16	0.00	0.03	0.17	0.00	0.04	0.20	0.01	0.04
21/09/2023	08:25: a.m.	72:00:00	0.20	0.01	0.04	0.20	0.01	0.04	0.24	0.01	0.05

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	00:30		3.5	40.0	0.9	7.8	58	2.9		12.5	78	4.0		
1.27	01:00		7.2	55.7	2.8	11.0	72	3.6		18.4	103	5.2		
1.91	01:30		10.2	68.4	3.5	15.0	89	4.5		22.6	121	6.1		
2.54	02:00	70.31	13.2	81.2	4.1	23.5	125	6.3		30.5	155	7.8		
3.81	03:00		15.6	91.3	4.6	27.8	143	7.2		35.8	177	8.9		
5.09	04:00	105.00	19.4	107.5	5.4	31.6	159	8.0		40.0	195	9.9		
6.35	05:00		22.4	120.2	6.1	35.0	174	8.8		44.6	214	10.8		
7.62	06:00		25.6	133.8	6.8	39.2	192	9.7		48.7	232	11.7		
8.84	07:00		28.4	145.7	7.4	42.5	206	10.4		52.6	248	12.6		



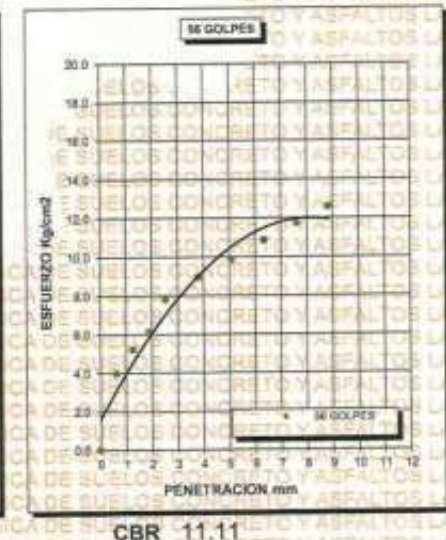
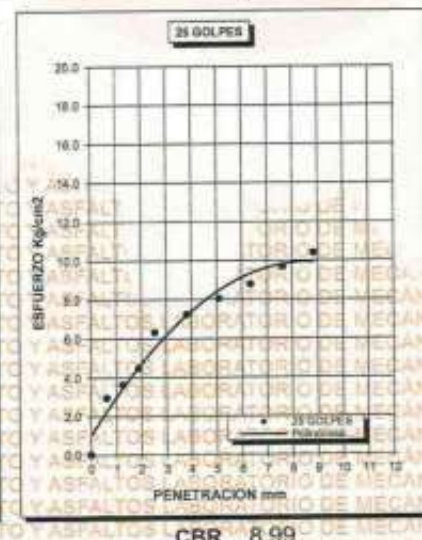
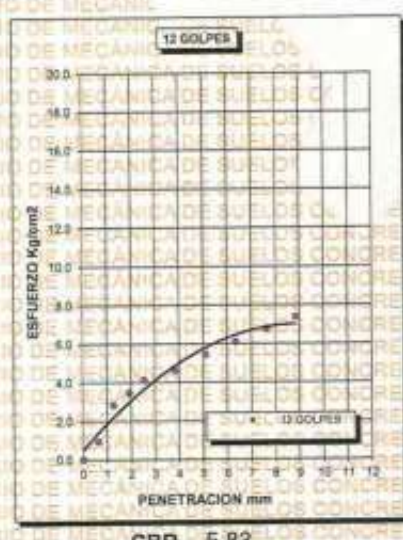
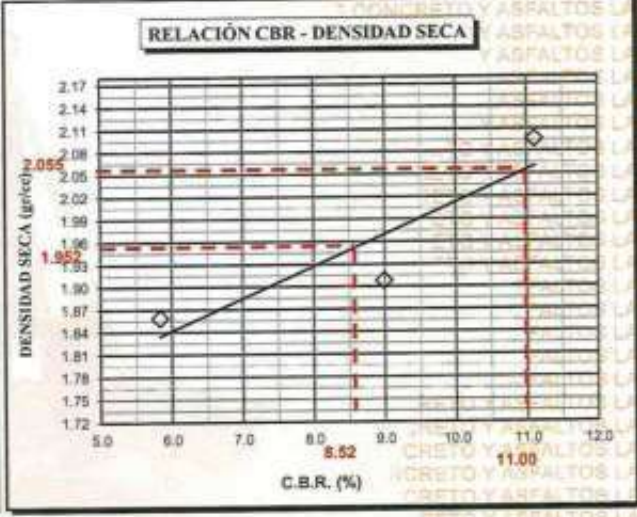
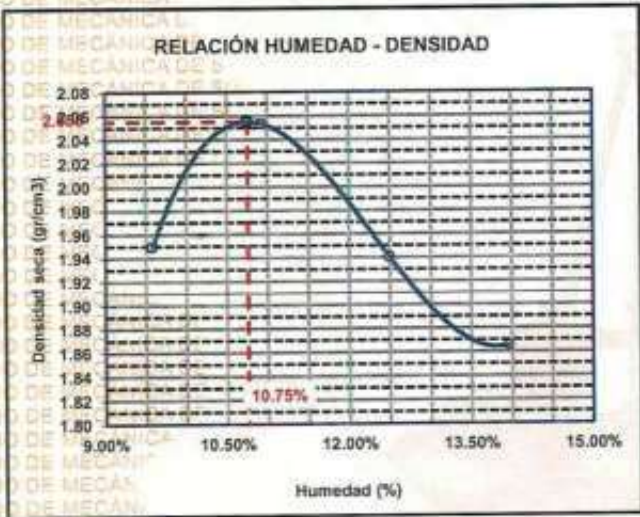
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL
 Ing. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO :	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO :	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) : 2.055
UBICACIÓN :	VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE	HUMEDAD OPTIMA (%) : 10.75%
MUESTRA :	CALICATA 02 SUBRASANTE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 11.00
FECHA :	27 DE MAYO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 8.52
		AASHTO :
		EMBEBIDO :



M. Sc. Arnaldo Yana Torres
 Ing. Civil





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN	VIA PRINCIPAL-ZONA ESTE
MUESTRA	CALICATA 03-SUBRASANTE
FECHA	27 DE MAYO DEL 2024

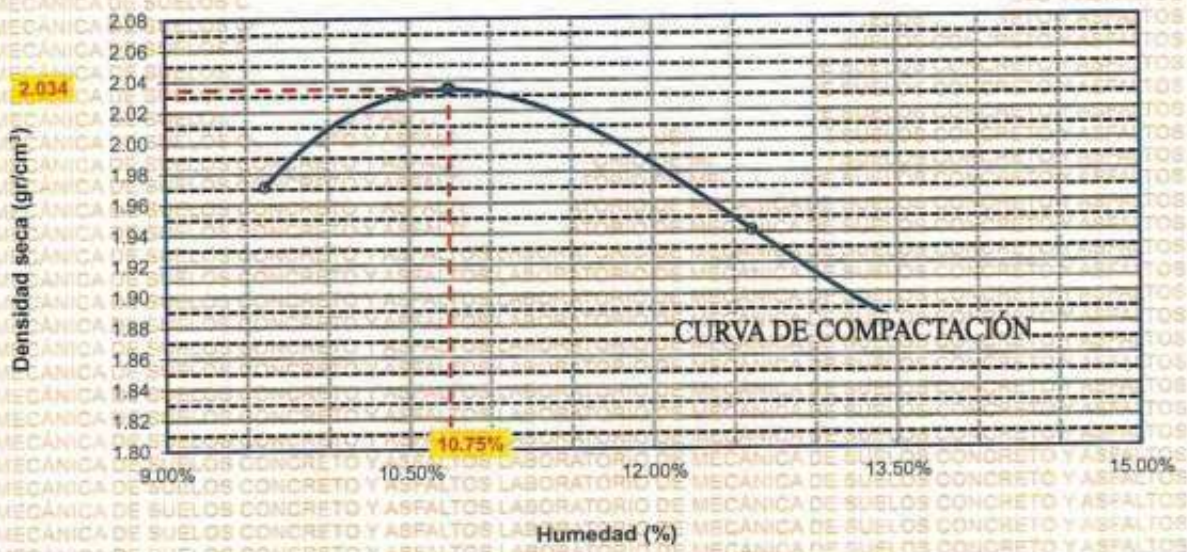
MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2125 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10456	10630	10510	10390
Peso del Molde	gr.	5864	5864	5864	5864
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4592	4766	4646	4526
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	2.161	2.243	2.186	2.130

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	339.60	339.87	359.98	359.87	400.80	400.74	245.85	245.74
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	315.26	315.94	331.87	331.95	363.05	363.12	224.00	224.12
Peso del Agua	gr.	24.34	23.93	28.11	27.92	37.55	37.62	21.85	21.62
Peso de la Capsula	gr.	64.00	65.00	64.00	64.00	65.00	65.00	64.00	65.00
Peso del Suelo Seco	gr.	251.26	250.94	267.87	267.95	298.05	298.12	160.00	159.12
% de Humedad	%	9.69%	9.54%	10.48%	10.42%	12.60%	12.62%	13.66%	13.59%
Promedio de Humedad	%	9.61%		10.46%		12.61%		13.62%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.971		2.030		1.942		1.875	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.034 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	10.75%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 [Signature]



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VÍA PRINCIPAL - ZONA ESTE

MUESTRA : CALICATA 03-SUBRASANTE

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	III		II		I	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12941	12852	13156	12947	12384	12867
Peso del Molde	gr.	8542	8542	8627	8627	7497	7497
Peso del Suelo Humedo	gr.	4399	4310	4529	4320	4887	5370
Volumen del Suelo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	2.090	2.048	2.155	2.055	2.331	2.561

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	221.87	221.98	218.87	231.56	231.84	196.84	246.52	246.75	196.92
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	200.00	200.00	195.00	210.00	210.00	177.00	222.00	223.00	177.00
Peso del Agua	gr.	21.87	21.98	21.87	21.56	21.84	19.84	24.52	23.75	19.92
Peso de la Capsula	gr.	39.00	39.00	23.00	38.00	39.10	23.00	40.50	39.30	23.00
Peso del Suelo Seco	gr.	161.00	161.00	172.00	172.00	170.90	154.00	181.50	183.70	154.00
% de Humedad	%	13.58%	13.65%	12.72%	12.53%	12.78%	12.88%	13.51%	12.93%	12.94%
Promedio de Humedad	%	13.62%		12.72%	12.66%		12.88%	13.22%		12.94%
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.839		1.817	1.913		1.821	2.059		2.268

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2023	08:25 a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0
19/09/2023	08:25 a.m.	24:00:00	0.11	0.00	0.02	0.14	0.00	0.03	0.18	0.00	0.04
20/09/2023	08:25 a.m.	48:00:00	0.15	0.00	0.03	0.17	0.00	0.04	0.20	0.01	0.04
21/09/2023	08:25 a.m.	72:00:00	0.19	0.00	0.04	0.20	0.01	0.04	0.22	0.01	0.05

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I						
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.			
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.63	00:30		3.6	40.4	0.9	7.0	55	2.8	11.0	72	3.6	15.6	91	4.6	21.5	117	5.9
1.27	01:00		7.5	57.0	2.9	10.0	68	3.4	15.6	91	4.6	21.5	117	5.9	30.2	153	7.8
1.91	01:30		12.0	76.0	3.8	16.2	94	4.7	21.5	117	5.9	30.2	153	7.8	38.9	182	9.2
2.54	02:00	70.31	14.9	86.3	4.5	22.5	120	6.1	30.2	153	7.8	40.6	197	10.0	43.6	210	10.6
3.81	03:00		17.2	98.3	5.0	25.7	134	6.8	38.9	182	9.2	40.6	197	10.0	47.3	226	11.4
5.09	04:00	105.00	20.3	111.1	5.6	30.5	155	7.8	40.6	197	10.0	47.3	226	11.4	51.5	244	12.3
6.35	05:00		22.7	121.4	6.1	34.9	173	8.6	47.3	226	11.4	51.5	244	12.3			
7.62	06:00		25.0	131.2	6.6	35.7	189	9.6	51.5	244	12.3						
8.84	07:00		28.0	144.0	7.3	41.4	201	10.2									

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAR. INGENIERIA CIVIL

M.Sc. JEFATURA

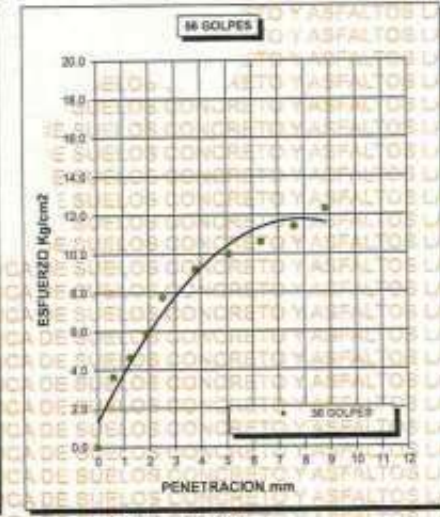
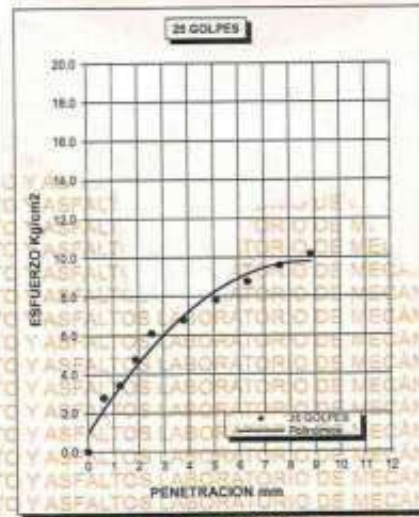
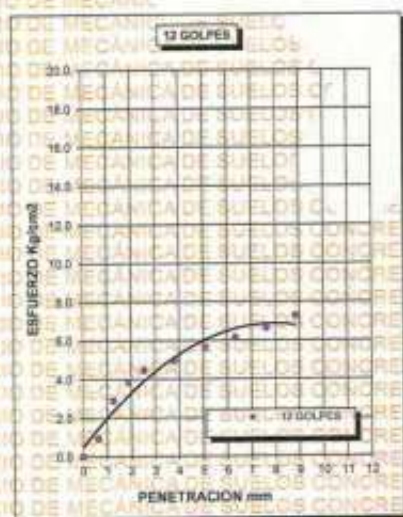
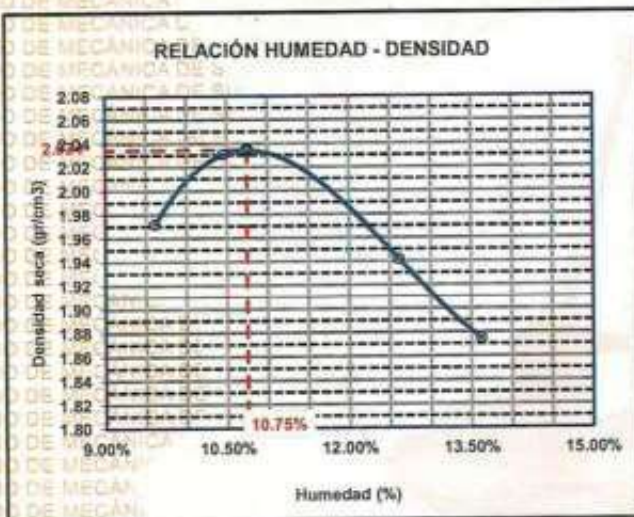
Mgtr. Arnoldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITADO	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.034
UBICACIÓN	VIA PRINCIPAL- ZONA ESTE	HUMEDAD OPTIMA (%)	10.75%
MUESTRA	CALICATA 03 SUBRASANTE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	10.61
FECHA	27 DE MAYO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	8.56
		AASHTO	:
		EMBEBIDO	:



Mg. Arnaldo Yana Torres
 LABORATORIO M.S.C.A. INVESTIGATIVA
 UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - C.A.P. INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN	VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE
MUESTRA	CALICATA 01-BASE
FECHA	29 DE MAYO DEL 2024

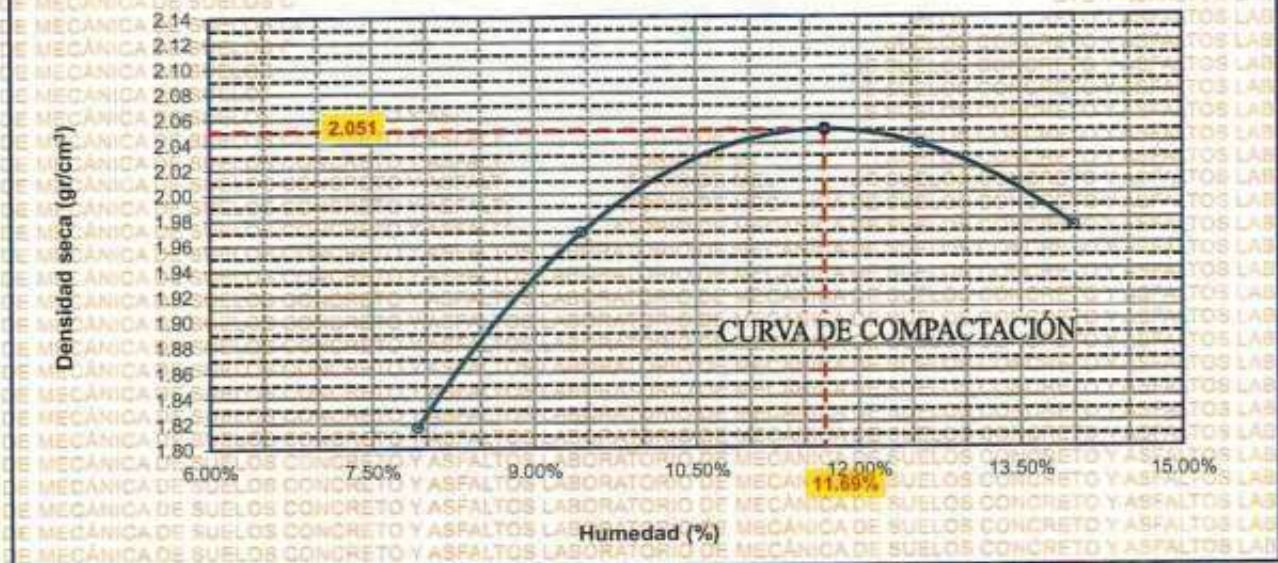
MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2120 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10021	10435	10731	10635
Peso del Molde	gr.	5865	5865	5865	5865
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	4156	4570	4866	4770
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.960	2.156	2.295	2.250

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	417.40	417.84	538.89	538.92	558.65	557.84	492.95	490.98
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	391.40	391.98	497.98	497.87	502.32	502.34	439.62	439.64
Peso del Agua	gr.	26.00	25.86	40.91	41.05	54.33	55.50	53.33	51.34
Peso de la Capsula	gr.	64.12	64.12	63.41	64.27	66.15	65.15	65.12	66.12
Peso del Suelo Seco	gr.	327.28	327.86	434.57	433.80	436.17	437.19	374.50	373.52
% de Humedad	%	7.94%	7.89%	9.41%	9.47%	12.46%	12.69%	14.24%	13.74%
Promedio de Humedad	%	7.92%		9.44%		12.58%		13.99%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.817		1.970		2.039		1.974	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.051 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	11.89%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 JEFATURA



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS: EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA.
SOLICITANTE: ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN: VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE
MUESTRA: CALICATA 01-BASE
FECHA: 29 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	III		II		I	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	13231	13195	13532	13441	13833	13772
Peso del Molde	gr.	8893	8893	8856	8856	8897	8897
Peso del Suelo Humedo	gr.	4338	4302	4676	4585	4936	4875
Volumen del Suelo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	2.061	2.044	2.225	2.181	2.354	2.325

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	410.56	413.25	401.32	415.00	413.70	401.50	402.65	427.30	395.70
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	364.06	369.13	358.34	370.40	369.14	360.17	362.32	380.32	352.42
Peso del Agua	gr.	45.58	44.12	42.98	44.60	44.56	41.33	40.33	46.98	43.28
Peso de la Capsula	gr.	39.15	39.66	23.45	38.08	39.16	23.21	40.53	39.37	23.17
Peso del Suelo Seco	gr.	325.83	329.47	334.89	332.32	329.98	336.96	321.79	340.95	329.25
% de Humedad	%	13.99%	13.39%	12.83%	13.42%	13.50%	12.27%	12.53%	13.76%	13.15%
Promedio de Humedad	%	13.69%		12.83%	13.46%		12.27%	13.16%		13.15%
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.813		1.811	1.961		1.943	2.081		2.055

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2023	08:25: a.m.	0	474.00	0.00	0	425.00	0	0	385.00	0	0
19/09/2023	08:25: a.m.	24:00:00	476.00	0.05	0.04	427.00	0.05	0.04	387.00	0.05	0.04
20/09/2023	08:25: a.m.	48:00:00	478.00	0.10	0.09	429.50	0.11	0.10	389.00	0.10	0.09
21/09/2023	08:25: a.m.	72:00:00	480.00	0.15	0.13	430.00	0.13	0.11	391.00	0.15	0.13
22/09/2023	08:25: a.m.	96:00:00	482.00	0.20	0.17	432.00	0.18	0.15	393.00	0.20	0.17

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I					
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.		
0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.63	00:30		15.6	91.3	0.9	22.6	121	6.1	0.5	32.6	163	8.3	0.5	84.5	304	19.4
1.27	01:00		45.0	216.1	10.9	74.5	341	17.3	1.0	136.8	606	39.6	1.0	275.2	1193	60.3
1.91	01:30		80.5	368.8	18.5	115.8	517	26.1	1.5	368.0	1587	80.2	1.5	498.5	2141	108.2
2.54	02:00	70.31	121.4	540.4	27.3	205.6	898	45.4	2.0	521.4	2238	113.1	2.0	548.6	2354	119.0
3.81	03:00		186.4	818.3	41.3	298.3	1291	65.3	2.5	430.2	1851	93.6	2.5	485.7	2087	105.5
5.09	04:00	105.00	265.7	1152.9	58.3	358.6	1547	78.2	3.0	592.4	2540	128.4	3.0			
6.35	05:00		312.4	1351.1	68.3	400.6	1725	87.2	3.5				3.5			
7.62	06:00		332.2	1435.1	72.5	485.7	2087	105.5	4.0				4.0			
8.84	07:00		341.5	1474.6	74.5	512.5	2200	111.2	4.5				4.5			
10.16	08:00		354.6	1529.8	77.3	526.5	2260	114.2	5.0				5.0			

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

M.S.C.A. JEFATURA

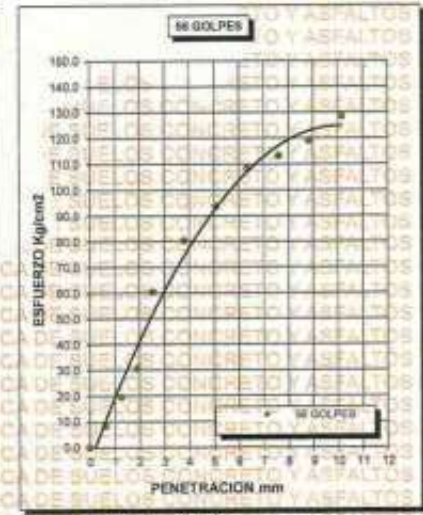
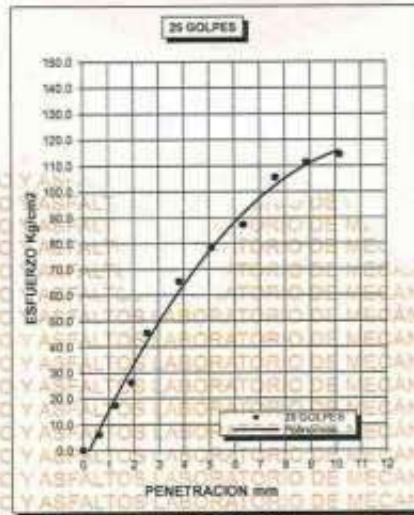
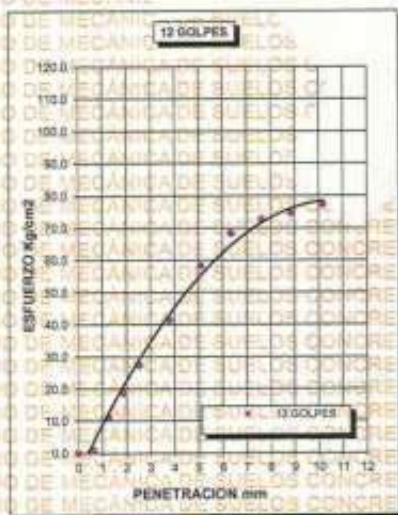
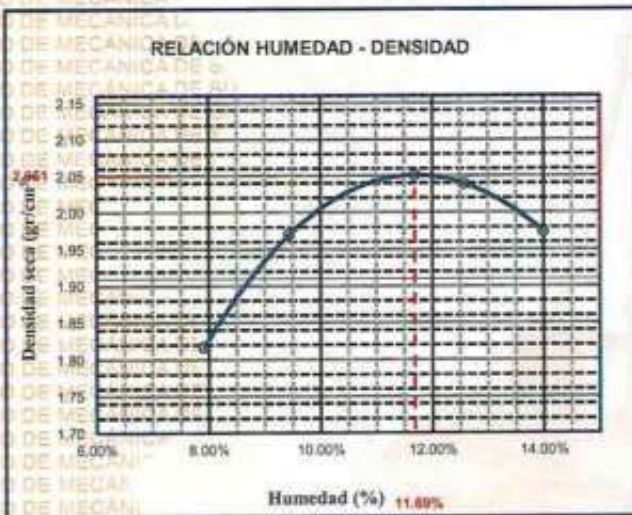
Victor Arnaldo Yanez



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO :	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA.	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO :	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 2.051
UBICACIÓN :	VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE	HUMEDAD OPTIMA (%) 11.69%
MUESTRA :	CALICATA 01 BASE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 81.46
FECHA :	29 DE MAYO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 62.58
		AASHTO :
		EMBEBIDO :



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAR INGENIERÍA CIVIL

M.Sc. JEFATIBA
 Mgtr. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS	: EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	: ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN	: VÍA SECUNDARIA- ZONA ESTE
MUESTRA	: CALICATA 02-BASE
FECHA	: 29 DE MAYO DEL 2024

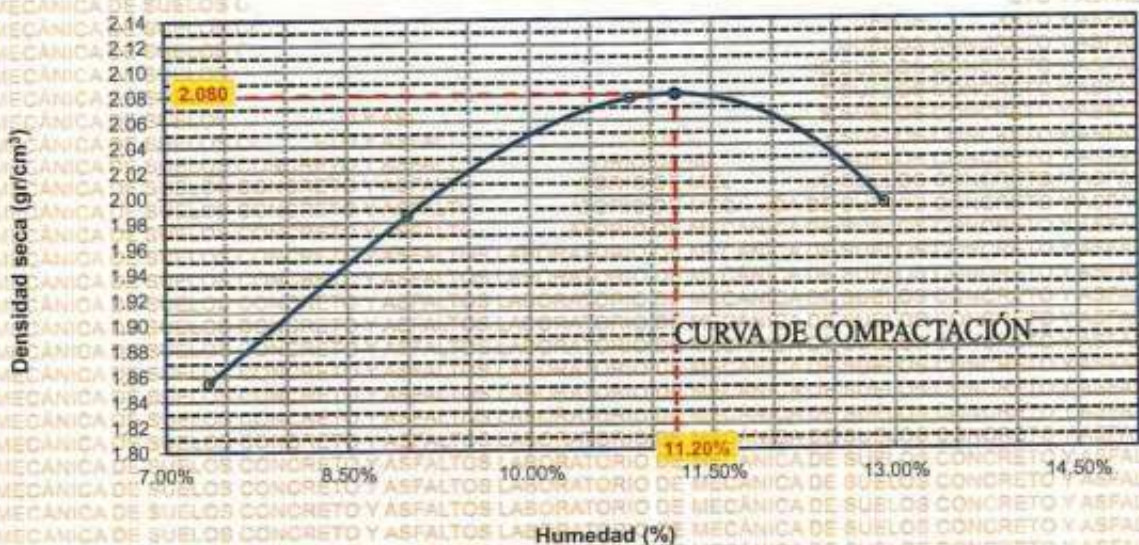
MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2122 cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10089	10456	10749	10641
Peso del Molde	gr.	5864	5864	5864	5864
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4225	4592	4885	4777
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1.991	2.164	2.302	2.251

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	438.50	438.10	401.00	405.30	441.89	441.73	487.62	487.59
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	412.35	412.99	372.62	377.75	405.44	404.38	439.46	438.90
Peso del Agua	gr.	26.15	25.11	28.38	27.55	36.45	37.35	48.16	48.69
Peso de la Capsula	gr.	64.19	64.20	64.19	64.18	64.20	64.20	64.21	64.19
Peso del Suelo Seco	gr.	348.16	348.79	308.43	313.57	341.24	340.18	375.25	374.71
% de Humedad	%	7.51%	7.20%	9.20%	8.79%	10.68%	10.98%	12.83%	12.99%
Promedio de Humedad	%	7.36%		8.99%		10.83%		12.91%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.855		1.985		2.077		1.994	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.080 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 11.20%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

M.S.C.A. [Signature]



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS: EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA.

SOLICITANTE: ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN: VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE

MUESTRA: CALICATA 02-BASE

FECHA: 29 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	III		II		I	
	5	25	5	25	5	25
No DE CAPAS	5	25	5	25	5	25
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	12	25	12	25
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	11638	11768	12057	12084	12248	12252
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	7250	7250	7395	7395	7306	7306
Peso del Molde	gr.	4388	4518	4662	4689	4942	4946
Peso del Suelo Humedo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Volumen del Suelo	gr/cc.	2.085	2.147	2.218	2.231	2.357	2.359
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	S			B			E			T		
		5	4	B	15	14	E	4	10	T			
Suelo Humedo + Capsula	gr.	410.30	400.24	354.65	400.30	410.60	390.20	460.34	460.40	562.20			
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	368.30	359.60	317.40	360.20	370.50	350.80	405.60	415.60	490.20			
Peso del Agua	gr.	42.00	40.64	37.25	40.10	40.10	39.40	44.74	44.80	52.00			
Peso de la Capsula	gr.	39.15	39.66	23.45	38.08	39.16	23.21	40.53	39.37	23.17			
Peso del Suelo Seco	gr.	329.15	319.94	293.95	322.12	331.34	327.59	365.07	376.23	467.03			
% de Humedad	%	12.76%	12.70%	12.67%	12.45%	12.10%	12.03%	12.26%	11.91%	13.28%			
Promedio de Humedad	%	12.73%			12.67%			12.28%			12.03%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.849			1.905			1.975			1.991		
		2.103			2.083								

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dist	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2023	08:25: a.m.	0	468.50	0.00	0	460.00	0	0	500.00	0	0
19/09/2023	08:25: a.m.	24:00:00	470.00	0.04	0.03	462.00	0.05	0.04	502.00	0.05	0.04
20/09/2023	08:25: a.m.	48:00:00	472.00	0.09	0.08	464.00	0.10	0.09	504.00	0.10	0.09
21/09/2023	08:25: a.m.	72:00:00	474.00	0.14	0.12	466.00	0.15	0.13	506.00	0.15	0.13
22/09/2023	08:25: a.m.	96:00:00	476.00	0.19	0.16	468.00	0.20	0.17	508.00	0.20	0.17

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	
0.63	00:30		16.8	96.5	0.9	26.8	139	7.0	0.0	39.5	193	9.7	0.0	
1.27	01:00		39.0	190.5	9.8	62.4	290	14.7	0.0	102.5	460	23.3	0.0	
1.91	01:30		72.5	332.9	16.8	105.4	472	23.9	0.0	145.8	643	32.5	0.0	
2.54	02:00	70.31	115.6	515.8	26.1	185.0	853	43.1	0.0	275.8	1195	60.4	0.0	
3.81	03:00		168.5	740.3	37.4	210.4	918	46.4	0.0	312.5	1352	68.3	0.0	
5.09	04:00	105.00	251.3	1091.8	55.2	321.5	1390	70.2	0.0	412.5	1776	89.8	0.0	
6.35	05:00		300.1	1299.0	65.7	398.6	1717	86.8	0.0	426.8	1837	92.8	0.0	
7.62	06:00		325.6	1407.1	71.1	432.5	1881	94.1	0.0	446.2	1919	97.0	0.0	
8.84	07:00		341.5	1474.6	74.5	452.1	1944	98.3	0.0	492.0	2113	106.8	0.0	
10.16	08:00		358.4	1546.3	78.2	497.0	2135	107.9	0.0	568.0	2436	123.1	0.0	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

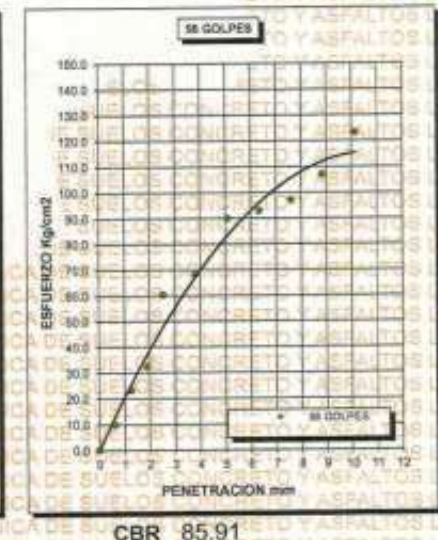
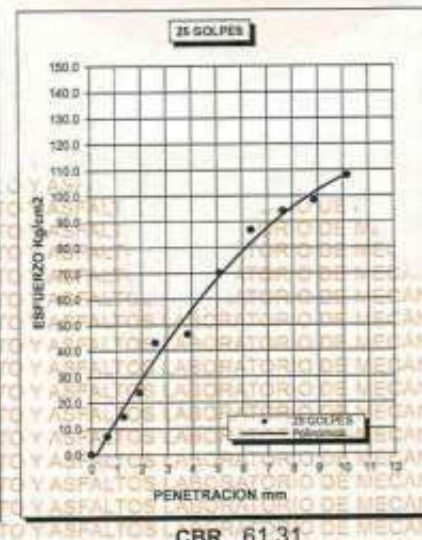
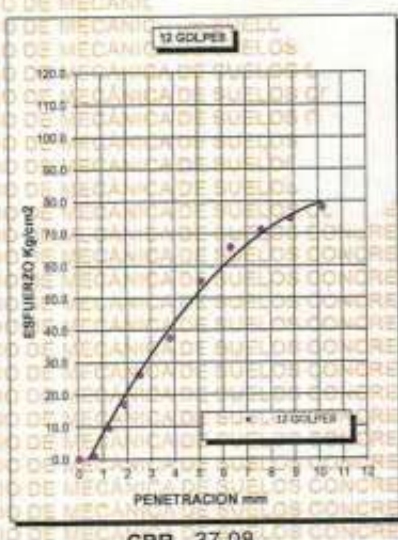
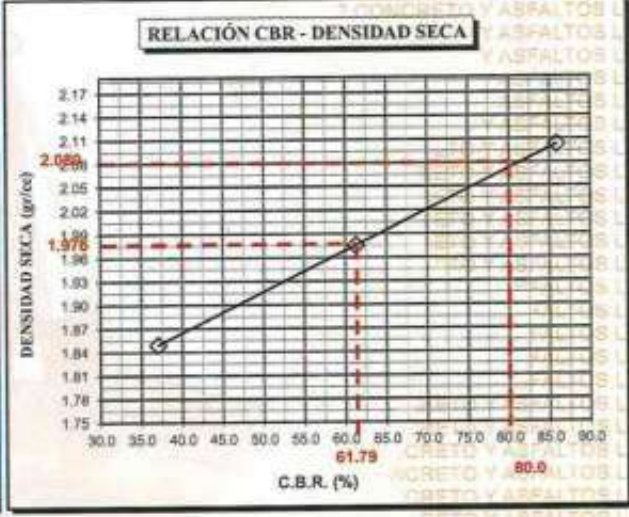
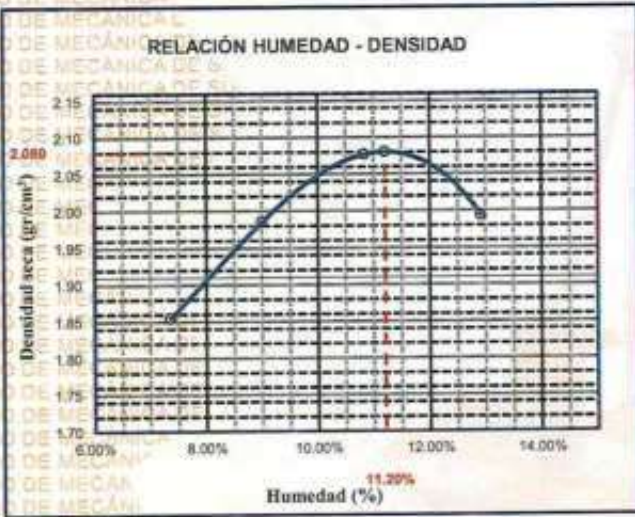
Ing. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO :	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA.	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO :	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) : 2.080
UBICACIÓN :	VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE	HUMEDAD OPTIMA (%) : 11.20%
MUESTRA :	CALICATA 02 BASE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 80.00
FECHA :	29 DE MAYO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 61.79
		AASHTO :
		EMBEBIDO :



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAD INGENIERÍA CIVIL
 M.S.C. JEFE TURNO
 Msc. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN	VÍA SECUNDARIA-ZONA ESTE
MUESTRA	CALICATA 03-BASE
FECHA	29 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2124 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10128	10531	10808	10719
Peso del Molde	gr.	5865	5865	5865	5865
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4263	4666	4943	4854
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	2.007	2.197	2.327	2.285

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	427.85	428.56	402.56	403.87	456.80	457.65	511.56	511.84
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	401.89	402.98	374.65	375.46	420.12	418.51	460.32	460.42
Peso del Agua	gr.	25.96	25.58	27.91	28.41	36.68	39.14	51.24	51.42
Peso de la Capsula	gr.	64.24	64.24	64.24	64.24	64.24	64.24	64.24	64.24
Peso del Suelo Seco	gr.	337.65	338.74	310.41	311.22	355.88	354.27	396.08	396.18
% de Humedad	%	7.89%	7.55%	8.99%	9.13%	10.31%	11.05%	12.94%	12.98%
Promedio de Humedad	%	7.62%		9.06%		10.68%		12.96%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.865		2.014		2.103		2.023	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.108 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	11.16%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



LABORATORIO
 M.E.C.A.
 JEFATURA

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN : VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE
MUESTRA : CALIGATA.03-BASE
FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	III		II		I		
	5	12	5	25	5	66	
No DE CAPAS							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		66		
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11713	11825	12184	12168	12346	12345
Peso del Molde	gr.	7259	7259	7396	7396	7331	7331
Peso del Suelo Humedo	gr.	4454	4566	4788	4772	5015	5014
Volumen del Suelo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	2.116	2.169	2.278	2.270	2.392	2.392

Capsula No	No	S			E			T											
		5	4	B	15	14	E	4	10	T									
Suelo Humedo + Capsula	gr.	421.30	405.60	365.30	400.30	415.80	390.20	420.30	435.20	500.20									
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	379.80	365.60	330.30	360.10	372.00	352.30	380.60	390.10	450.10									
Peso del Agua	gr.	41.50	40.00	35.00	40.20	43.80	37.90	39.70	45.10	50.10									
Peso de la Capsula	gr.	39.26	39.14	23.32	38.16	39.16	23.31	40.42	39.57	23.67									
Peso del Suelo Seco	gr.	340.54	326.46	306.98	321.94	332.84	328.99	340.18	350.53	426.43									
% de Humedad	%	12.19%	12.25%	11.40%	12.49%	13.16%	11.52%	11.67%	12.67%	11.75%									
Promedio de Humedad	%	12.22%			11.40%			12.82%			11.52%			12.27%			11.75%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.886			1.947			2.019			2.036			2.131			2.140		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2023	08:25: a.m.	0	472.00	0.00	0	462.00	0	0	502.00	0	0
19/09/2023	08:25: a.m.	24:00:00	474.00	0.05	0.04	463.00	0.03	0.02	504.00	0.05	0.04
20/09/2023	08:25: a.m.	48:00:00	476.00	0.10	0.09	464.00	0.05	0.04	506.00	0.10	0.09
21/09/2023	08:25: a.m.	72:00:00	478.00	0.15	0.13	466.00	0.10	0.09	508.00	0.15	0.13
22/09/2023	08:25: a.m.	96:00:00	480.00	0.20	0.17	468.00	0.15	0.13	510.00	0.20	0.17

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I						
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.			
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.63	00:30		17.7	100.2	0.9	27.6	142	7.2	45.8	220	11.1	95.6	431	21.8	176.8	776	39.2
1.27	01:00		38.5	168.5	9.5	63.2	293	14.8	124.5	554	28.0	176.8	776	39.2	310.5	1343	67.9
1.91	01:30		78.9	360.0	18.2	124.5	554	28.0	195.6	855	43.2	278.5	1211	61.2	310.5	1343	67.9
2.54	02:00	70.31	115.6	515.8	26.1	195.6	855	43.2	249.5	1094.1	54.8	278.5	1211	61.2	310.5	1343	67.9
3.81	03:00		185.6	812.9	41.1	224.5	1020	51.6	298.6	1293	65.3	386.7	1717	86.8	310.5	1343	67.9
5.09	04:00	105.00	249.5	1094.1	54.8	298.6	1293	65.3	312.5	1352	68.3	420.5	1810	91.5	310.5	1343	67.9
6.35	05:00		328.0	1417.3	71.6	312.5	1352	68.3	368.5	1593	80.5	445.6	1916	96.9	310.5	1343	67.9
7.62	06:00		338.0	1459.7	73.8	368.5	1593	80.5	398.4	1716	86.7	486.9	2092	105.7	310.5	1343	67.9
8.84	07:00		345.0	1489.5	75.3	421.5	1814	91.7	421.5	1814	91.7	530.0	2275	115.0	310.5	1343	67.9
10.16	08:00		353.0	1523.4	77.0												

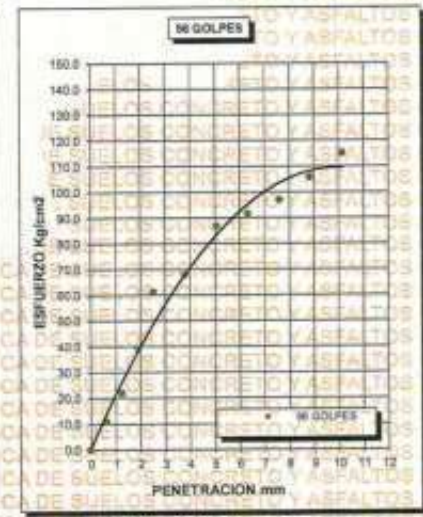
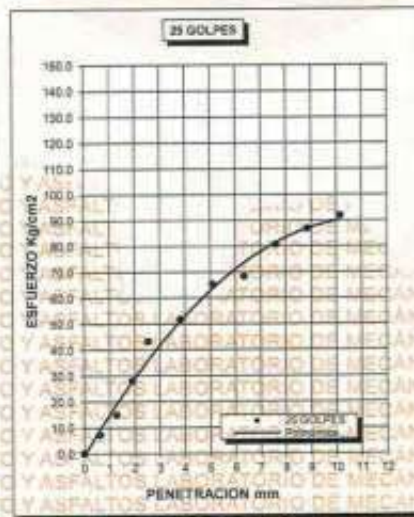
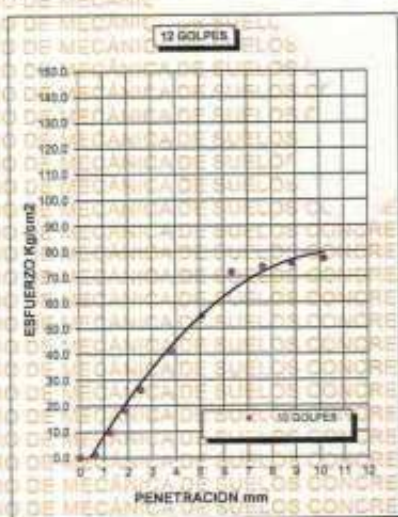
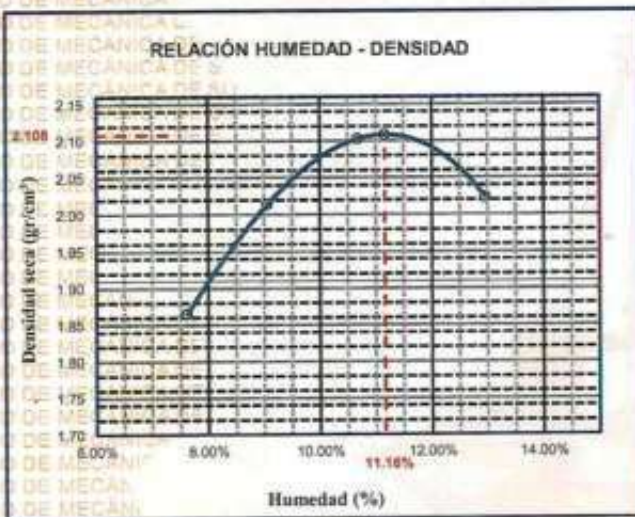
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FAC.P. - CARR. INGENIERIA CIVIL
M.S.C.A. JEFATURA
Ing. Arnoldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO :	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA.	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO :	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 2.108
UBICACIÓN :	VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE	HUMEDAD OPTIMA (%) 11.16%
MUESTRA :	CALICATA 03 BASE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 80.96
FECHA :	29 DE MAYO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 60.00
		AASHTO :
		EMBEBIDO :




M.Sc. A. J. TORRES
 Mestr. Arnoldo Yana Torres
 CIP 104757



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN	VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE
MUESTRA	CALICATA 01-SUBBASE
FECHA	29 DE MAYO DEL 2024

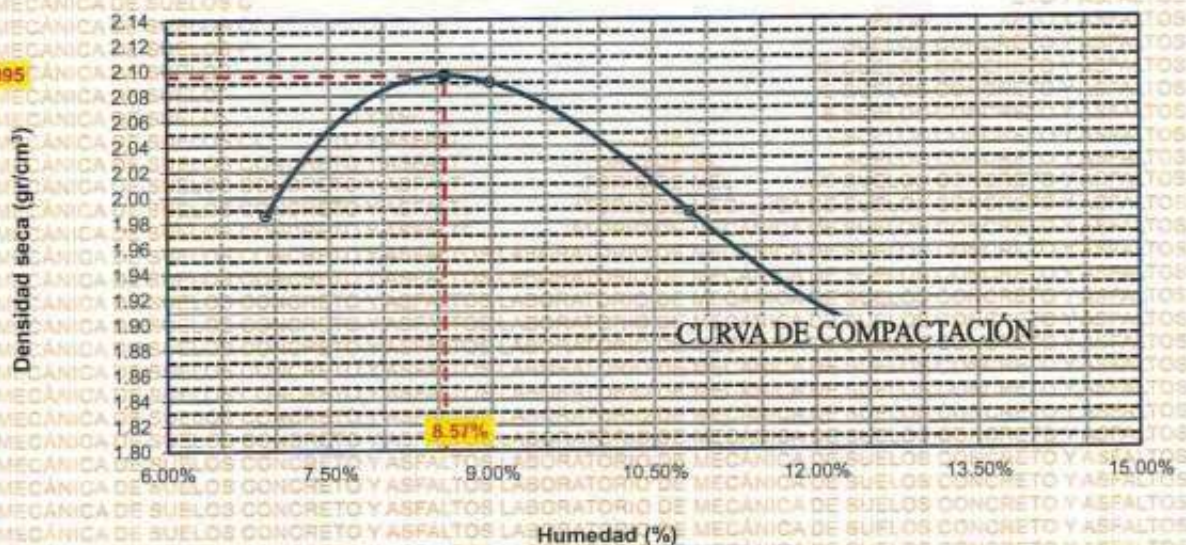
MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2127 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10380	10710	10550	10405
Peso del Molde	gr.	5864	5864	5864	5864
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4516	4846	4686	4541
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	2.123	2.278	2.203	2.135

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	312.21	310.32	327.68	325.20	352.84	350.00	220.54	225.16
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	296.14	294.43	305.78	303.83	324.14	322.52	202.14	206.76
Peso del Agua	gr.	16.07	15.89	21.90	21.37	28.70	27.48	18.40	18.40
Peso de la Capsula	gr.	64.10	64.10	64.10	64.10	64.10	64.10	64.10	64.10
Peso del Suelo Seco	gr.	232.04	230.33	241.88	239.73	260.04	258.42	138.04	142.66
% de Humedad	%	6.93%	6.90%	9.06%	8.91%	11.04%	10.83%	13.33%	12.90%
Promedio de Humedad	%	6.91%		8.99%		10.84%		13.11%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.986		2.090		1.988		1.887	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.095 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	8.57%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.

ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
 M.S.C.A.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

UBICACIÓN : VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE

MUESTRA : CALICATA 01-SUBBASE

FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	III		II		I	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	

CONDICIONES DE LA MUESTRA		III		II		I	
		SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12975	12892	13186	12972	12663	12598
Peso del Molde	gr.	8573	8573	8659	8659	7528	7528
Peso del Suelo Humedo	gr.	4402	4319	4527	4313	5135	5070
Volumen del Suelo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	2.091	2.052	2.154	2.052	2.449	2.418

Capsula No	No	B			E			T				
		5	4	B	15	14	E	4	10	T		
Suelo Humedo + Capsula	gr.	229.62	231.56	203.85	235.30	238.85	200.30	242.60	243.50	200.60		
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	207.80	208.60	182.70	211.80	215.70	180.20	220.30	220.10	181.30		
Peso del Agua	gr.	21.82	22.96	20.95	23.50	23.15	20.10	22.30	23.40	19.30		
Peso de la Capsula	gr.	39.21	39.33	23.10	38.00	39.00	23.00	40.10	39.40	23.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	168.59	169.27	159.60	173.80	176.70	157.20	180.20	180.70	158.30		
% de Humedad	%	12.94%	13.56%	13.13%	13.52%	13.10%	12.79%	12.38%	12.95%	12.19%		
Promedio de Humedad	%	13.25%			13.13%			12.79%			12.66%	
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.847			1.814			1.901			1.819	

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2023	08:25: a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0
19/09/2023	08:25: a.m.	24:00:00	0.09	0.00	0.02	0.12	0.00	0.03	0.13	0.00	0.03
20/09/2023	08:25: a.m.	48:00:00	0.11	0.00	0.02	0.14	0.00	0.03	0.15	0.00	0.03
21/09/2023	08:25: a.m.	72:00:00	0.13	0.00	0.03	0.17	0.00	0.04	0.18	0.00	0.04

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00		0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	00:30		15.6	91.3	0.9		21.0	114	5.0		35.0	174	8.8	
1.27	01:00		30.2	153.3	7.7		50.1	238	12.0		69.8	321	16.2	
1.91	01:30		51.2	242.4	12.3		86.5	392	19.8		110.5	494	25.0	
2.54	02:00	70.31	86.4	381.8	19.8		142.6	630	31.9		170.6	749	37.9	
3.81	03:00		109.6	490.3	24.8		166.5	740	37.4		235.6	1025	51.8	
5.09	04:00	105.00	125.6	558.2	28.2		206.6	911	46.0		260.2	1130	57.1	
6.35	05:00		141.2	624.4	31.6		226.6	983	49.7		300.0	1298	65.6	
7.62	06:00		157.0	691.5	35.0		234.5	1020	51.6		312.0	1349	68.2	
8.84	07:00		174.0	763.7	38.6		257.6	1118	56.5		324.0	1400	70.8	

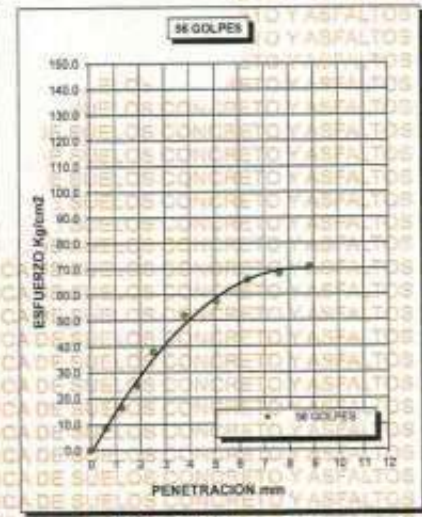
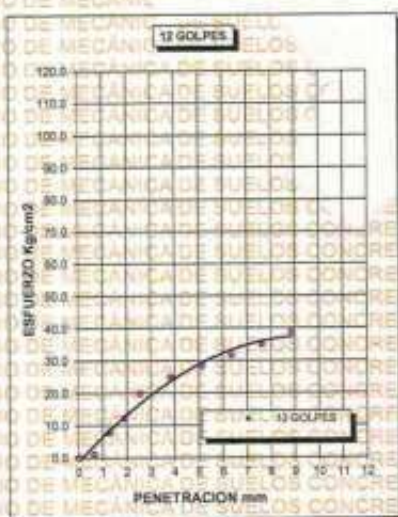
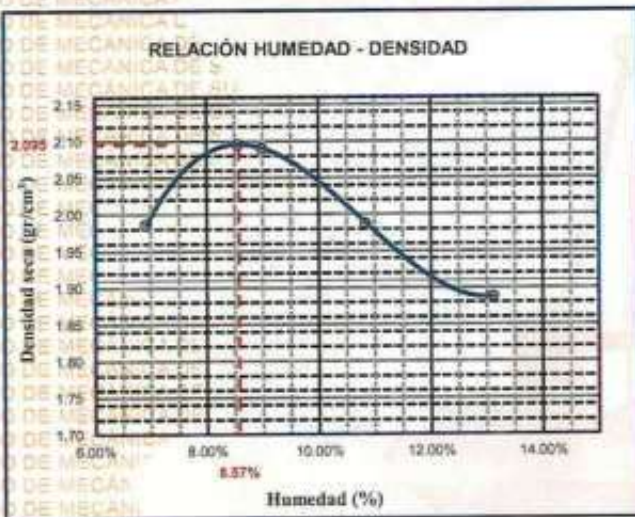
Mg. Arvaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO :	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITADO :	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.)	2.095
UBICACIÓN :	VÍA SECUNDARIA- ZONA ESTE	HUMEDAD OPTIMA (%)	8.57%
MUESTRA :	CALICATA 01 SUBBASE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	52.76
FECHA :	29 DE MAYO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	43.96
		AASHTO :	
		EMBEBIDO :	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 Mgtr. Armando Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN	VÍA SECUNDARIA- ZONA ESTE
MUESTRA	CALIGATA 02-SUBBASE
FECHA	29 DE MAYO DEL 2024

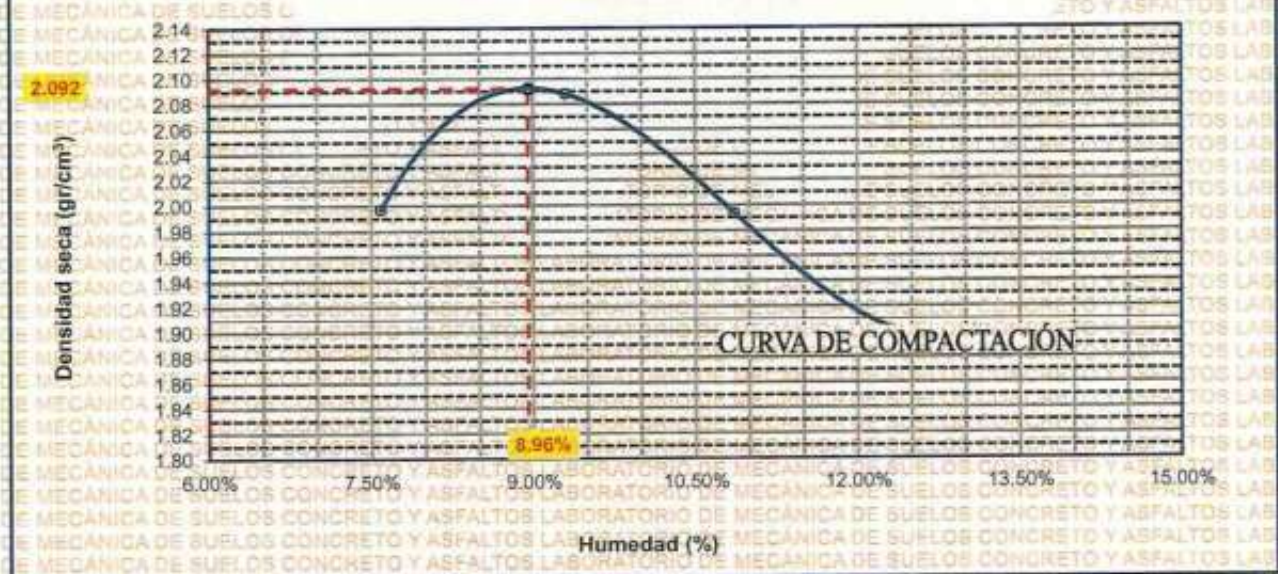
MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2124 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10428	10712	10559	10429
Peso del Molde	gr.	5865	5865	5865	5865
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4563	4847	4694	4564
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	2.148	2.282	2.210	2.149

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	331.05	333.15	346.00	346.50	383.36	383.98	285.35	285.68
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	312.30	314.10	322.20	322.30	351.80	353.20	259.62	260.20
Peso del Agua	gr.	18.75	19.05	23.80	24.20	31.76	30.78	25.73	25.48
Peso de la Capsula	gr.	64.10	64.20	64.00	64.20	64.50	64.50	64.20	64.10
Peso del Suelo Seco	gr.	248.20	249.90	258.20	258.10	287.10	288.70	195.42	196.10
% de Humedad	%	7.58%	7.62%	9.22%	9.38%	11.06%	10.66%	13.17%	12.69%
Promedio de Humedad	%	7.59%		9.30%		10.86%		13.08%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.997		2.088		1.993		1.900	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.092 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	8.96%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL
 M.S.C.A.
 Ing. Marco Miguel Sucapuca Rojas



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA.
SOLICITANTE : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN : VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE
MUESTRA : CALICATA 02-SUBBASE
FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No		III		II		I
No DE CAPAS		5		5		5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA		12		25		56
CONDICIONES DE LA MUESTRA		SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12875	12886	13187	12965	12618	12428
Peso del Molde	gr.	8570	8570	8655	8655	7523	7523
Peso del Suelo Humedo	gr.	4305	4316	4532	4310	5095	4905
Volumen del Suelo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	2.045	2.051	2.156	2.051	2.430	2.340

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	235.00	235.20	215.60	255.20	250.20	210.50	270.60	270.20	220.50
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	213.10	212.80	195.70	229.20	227.30	190.20	242.80	243.60	198.70
Peso del Agua	gr.	21.90	22.40	19.90	26.00	22.90	20.30	27.80	26.60	21.80
Peso de la Capsula	gr.	39.20	39.52	23.32	38.10	39.20	23.32	40.60	38.40	23.20
Peso del Suelo Seco	gr.	173.90	173.28	172.38	191.10	188.10	166.88	202.20	204.20	175.50
% de Humedad	%	12.59%	12.93%	11.54%	13.61%	12.17%	12.16%	13.75%	13.03%	12.42%
Promedio de Humedad	%	12.76%	11.54%	12.89%	12.16%	13.39%	12.42%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.814	1.838	1.910	1.828	2.143	2.081			

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2023	08:25 a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0
19/09/2023	08:25 a.m.	24:00:00	0.05	0.00	0.01	0.08	0.00	0.02	0.10	0.00	0.02
20/09/2023	08:25 a.m.	48:00:00	0.09	0.00	0.02	0.13	0.00	0.03	0.15	0.00	0.03
21/09/2023	08:25 a.m.	72:00:00	0.12	0.00	0.03	0.19	0.00	0.04	0.20	0.01	0.04

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	00:30		14.5	86.7	0.9		21.4	116	5.9		36.8	181	9.2	
1.27	01:00		30.2	153.3	7.7		37.4	184	9.3		56.8	279	14.1	
1.91	01:30		42.5	205.5	10.4		80.2	281	14.2		112.5	503	25.4	
2.54	02:00	70.31	70.1	322.7	16.3		117.4	523	26.5		169.8	746	37.7	
3.81	03:00		95.6	430.9	21.8		136.8	606	30.6		198.6	868	43.9	
5.09	04:00	105.00	122.5	545.1	27.6		179.4	787	39.8		220.5	961	48.6	
6.35	05:00		143.5	634.2	32.1		198.4	867	43.8		246.8	1073	54.2	
7.62	06:00		158.6	698.3	35.3		212.4	927	46.8		259.8	1128	57.0	
8.84	07:00		181.5	795.5	40.2		227.6	991	50.1		278.5	1207	61.0	



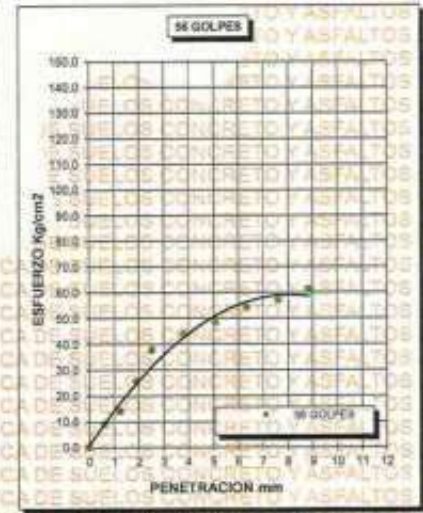
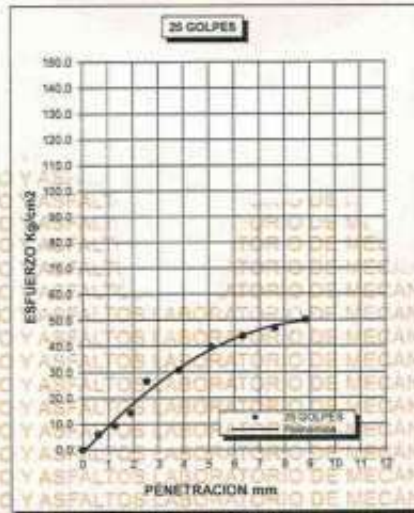
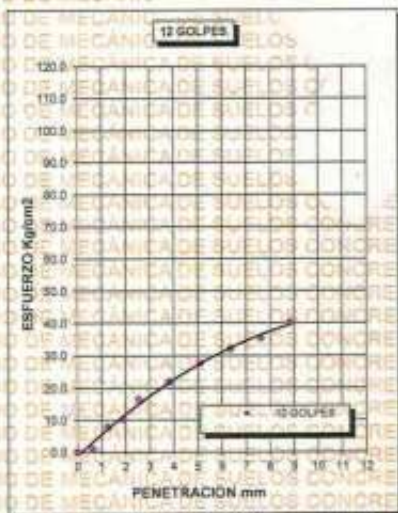
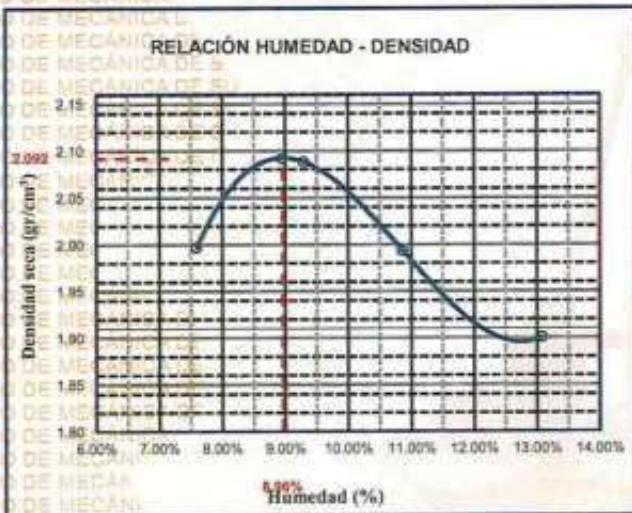
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - INGENIERIA CIVIL
Ing. Arnaldo Yano Torres
CIP 101747



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO : ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 2.092
UBICACIÓN : VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE	HUMEDAD OPTIMA (%) 8.96%
MUESTRA : CALICATA 02 SUBBASE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 50.98
FECHA : 29 DE MAYO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 40.98
	AASHTO :
	EMBEBIDO :



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - C.P. INGENIERÍA CIVIL

M. Sc. Arnaldo Yana Torres
 M. Sc. Arnaldo Yana Torres
 Ing. Civil



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN	VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE
MUESTRA	CALICATA 03-SUBBASE
FECHA	29 DE MAYO DEL 2024

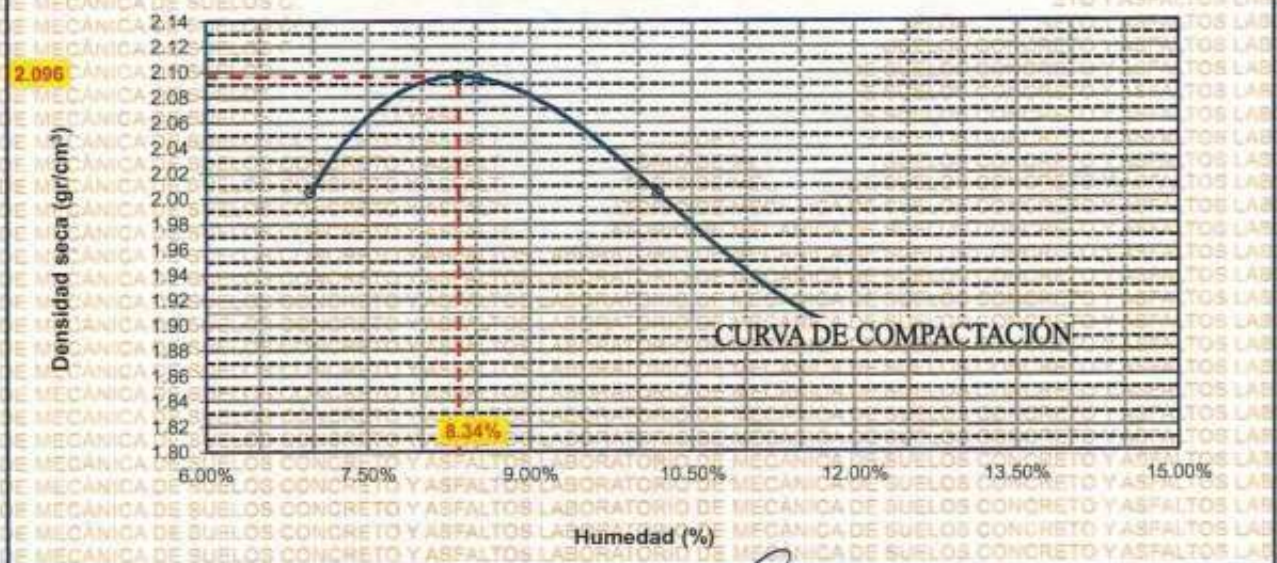
MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2125 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10423	10696	10557	10418
Peso del Molde	gr.	5865	5865	5865	5865
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4558	4831	4692	4553
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	2.145	2.273	2.208	2.143

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	330.20	330.50	345.60	345.60	385.60	385.30	280.20	280.30
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	312.90	313.10	323.40	323.60	356.30	355.20	264.70	264.60
Peso del Agua	gr.	17.30	17.40	22.20	22.00	29.30	30.10	25.50	25.70
Peso de la Capsula	gr.	63.90	64.10	64.20	63.90	64.00	64.10	64.20	64.20
Peso del Suelo Seco	gr.	249.00	249.00	259.20	259.70	292.30	291.10	200.50	200.40
% de Humedad	%	6.95%	6.99%	8.56%	8.47%	10.02%	10.34%	12.72%	12.82%
Promedio de Humedad	%	6.97%		8.52%		10.18%		12.77%	
Densidad del Suelo Seco	%	2.005		2.095		2.004		1.900	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.096 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	8.34%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 P.O. BOX 101257
 LIMA, PERÚ
 Ing. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	ING: MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS
UBICACIÓN	VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE
MUESTRA	CALICATA 03-SUBBASE
FECHA	29 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	III		II		I	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12908	12887	13287	13076	12710	12415
Peso del Molde	gr.	8570	8570	8656	8656	7527	7527
Peso del Suelo Humedo	gr.	4338	4317	4631	4420	5183	4888
Volumen del Suelo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	2.061	2.051	2.203	2.103	2.472	2.332

Capsula No	No	5	4	B	15	14	E	4	10	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	235.30	236.30	218.20	255.20	256.10	210.30	270.20	273.20	220.20
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	213.20	213.10	195.30	229.30	229.80	189.60	242.10	244.60	200.30
Peso del Agua	gr.	22.10	23.20	22.90	25.90	26.30	20.70	28.10	28.60	19.90
Peso de la Capsula	gr.	39.15	38.66	23.45	38.06	39.16	23.21	40.53	39.37	23.17
Peso del Suelo Seco	gr.	174.05	173.44	171.85	191.22	190.64	166.39	201.57	205.23	177.13
% de Humedad	%	12.70%	13.38%	13.33%	13.54%	13.80%	12.44%	13.94%	13.94%	11.23%
Promedio de Humedad	%	13.04%		13.33%	13.67%		12.44%	13.94%		11.23%
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.823		1.810	1.938		1.870	2.170		2.096

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2023	08:25: a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0
19/09/2023	08:25: a.m.	24:00:00	0.09	0.00	0.02	0.10	0.00	0.02	0.12	0.00	0.03
20/09/2023	08:25: a.m.	48:00:00	0.10	0.00	0.02	0.12	0.00	0.03	0.14	0.00	0.03
21/09/2023	08:25: a.m.	72:00:00	0.13	0.00	0.03	0.15	0.00	0.03	0.16	0.00	0.03

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I						
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.			
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.63	00:30		13.5	82.4	0.9	21.5	116	5.9	32.5	163	8.2	62.7	291	14.7	110.5	494	25.0
1.27	01:00		30.5	154.8	7.8	40.5	197	10.0	62.7	291	14.7	110.5	494	25.0	188.5	817	41.3
1.91	01:30		50.12.0	21296.1	1076.6	70.5	324	16.4	103.5	464.4	23.5	124.5	554	28.0	205.6	898	45.4
2.54	02:00	70.31	70.7	325.0	16.4	132.5	586	29.7	112.5	502.6	25.4	178.5	783	39.6	234.5	1020	51.6
3.81	03:00		103.5	464.4	23.5	124.5	554	28.0	145.7	643.5	32.5	170.2	748	37.8	243.5	1059	53.5
5.09	04:00	105.00	145.7	643.5	32.5	182.4	799	40.4	168.4	739.9	37.4	190.5	833.7	42.1	202.5	885	44.7
6.35	05:00		168.4	739.9	37.4	190.5	833.7	42.1	202.5	885	44.7	202.5	885	44.7	267.6	1246	63.0
7.62	06:00		190.5	833.7	42.1	202.5	885	44.7	267.6	1246	63.0	267.6	1246	63.0			
8.84	07:00																

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

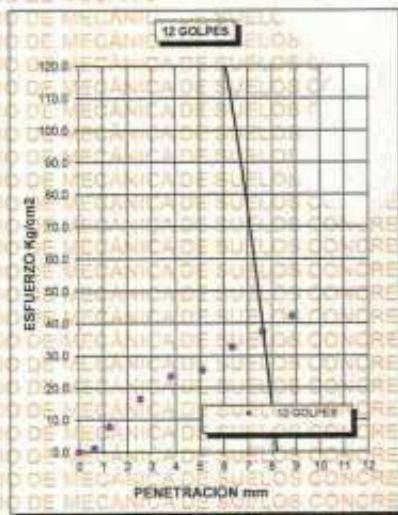
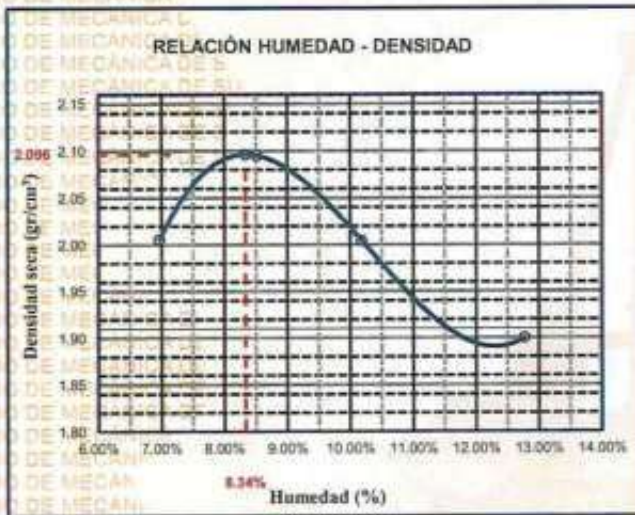
Metr. Yamala Yana Torres
EIP 207257



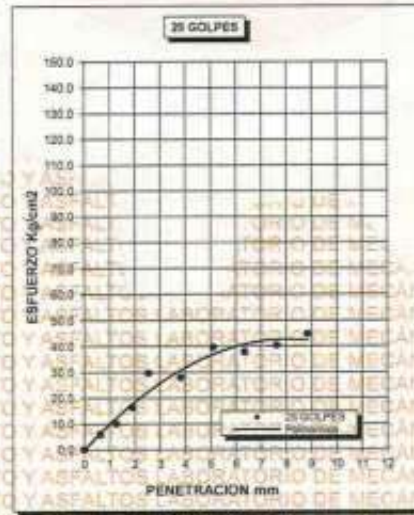
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



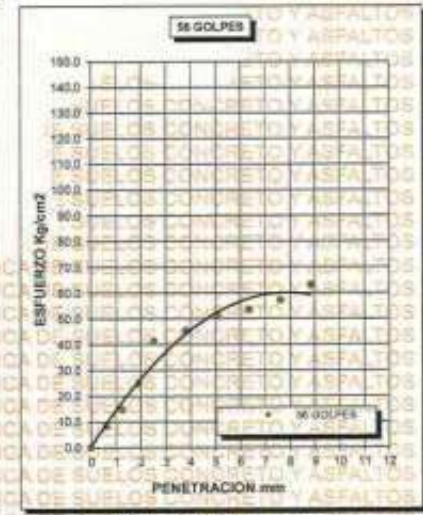
PROYECTO :	EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA.	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITADO :	ING. MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.)	2.096
UBICACIÓN :	VIA SECUNDARIA- ZONA ESTE	HUMEDAD OPTIMA (%)	8.34%
MUESTRA :	CALICATA 03 SUBBASE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	53.48
FECHA :	29 DE MAYO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	42.50
		AASHTO :	
		EMBEBIDO :	



CBR 23.37



CBR 42.24



CBR 58.72

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - FICP INGENIERÍA CIVIL
 Msc. Jefa de Laboratorio
 Msc. Arinaldo Yana Torres
 CIP: 103257



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 15-04-2025

I. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS

Dirección: Jr. LAMBAYEQUE 917

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 41718083

Teléfono: 945 542 275 email: marcosucapucarojas@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: ESCUELA DE POSGRADO

Escuela Profesional o Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

Título o Grado Académico a optar: MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

Asesor: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE FLUJO VEHICULAR Y ESTADO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS

FLEXIBLES Y SU INCIDENCIA EN LA VIDA ÚTIL EN VÍAS PRINCIPALES DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): DISEÑO DE PAVIMENTO, ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
 Titulo
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
 No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50

Firma de Autor



huella digital

15 -04-2025

Fecha