



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



**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y
ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPORES DE
CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA
SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:
CARLOMAGNO ROQUE MARRON

**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 ESTRUCTURAL DE VIAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y
ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE
CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACION EN VIAS DE LA
SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

CARLOMAGNO ROQUE MARRON

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

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO :



Dr. METHON QUISPE HUANCA

MIEMBRO DEL JURADO :



Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

MIEMBRO DEL JURADO :



Dr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS :



Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN :

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° S05-2024-D-EPG-UANCV/1

Juliaca, 10 de diciembre del 2024

VISTOS:

El expediente N° 2024-011329 presentado por el (a) Bachiller, **CARLOMAGNO ROQUE MARRON**, 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. **CARLOMAGNO ROQUE MARRON**, con número de DNI. 70795659 y con número de matrícula 1911000238, ha solicitado asignación de jurados, Fecha y hora de sustentación de la tesis titulado: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VIAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VIAS DE LA SALIDA A AREQUIPA 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° 431-2024-USA-EPG/UANCV SE APRUEBA Y AUTORIZA LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACION y con Resolución N° 808-2024-USA-EPG/UANCV, se APRUEBA y AUTORIZA EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) titulado: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VIAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VIAS DE LA SALIDA A AREQUIPA 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° 00024 de fecha 27 de noviembre 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 "1" 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: **CARLOMAGNO ROQUE MARRON**, 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. MILTHON QUISPE HUANCA
Primer miembro	: Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
Segundo miembro	: Dr. ARNALDO YANA TORRES
Asesor	: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

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

Fecha	: Lunes 16 de diciembre del 2024
Hora	: 10:00 a.m.
Lugar	: Aula N° 310 EPG-UANCV-JULIACA

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

Regístrese, comuníquese y Archívese.


 ESCUELA DE POSGRADO
 Dr. Leopoldo Benítez Generali Tard
 DIRECTOR (a)



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0808-2024-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 04 de Julio de 2024

VISTOS:

El Expediente N° 2024-07579 de fecha 21 de Junio de 2024, el (la) Bach. CARLOMAGNO ROQUE MARRON, con DNI N° 70795659, código de matrícula N° 1911000238, quien solicita Revisión de Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis); INFORME N° 00111-2024-UI-EPG-UANCV y el Anexo (04 o 05) "Ficha de Opinión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis)" del 04 de Julio 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°2024-07579 el (la) Bach. CARLOMAGNO ROQUE MARRON, solicita la revisión y aprobación del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) titulado: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VIAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VIAS DE LA SALIDA A AREQUIPA 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 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. EFRAIN PARILLO SOSA**; y,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, según **INFORME N° 00111-2024-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 ESTRUCTURAL DE VIAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VIAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA** presentado por el (la) Bach. **CARLOMAGNO ROQUE MARRON**, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RATIFICAR, como **ASESOR** al (a) **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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

Regístrese, comuníquese y archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO

Dr. Leopoldo Wenceslao Condon Curi
DIRECTOR (e)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0431-2024-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 09 de mayo de 2024

VISTOS:

El Expediente N° 2024-04718 de fecha 10 de abril de 2024, el (la) Bach. CARLOMAGNO ROQUE MARRON, con DNI N° 70795659, código de matrícula N° 1911000238, quien solicita Revisión de propuesta de Investigación; **INFORME N° 0033-2024-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° 2024-04718 el (la) Bach. CARLOMAGNO ROQUE MARRON, solicita la revisión y aprobación de la propuesta de Investigación titulado: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VIAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACION EN VIAS DE LA SALIDA A AREQUIPA 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 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** a la propuesta de investigación.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, corroboró la propuesta del **ASESOR Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**, 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° 0033-2024-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 ESTRUCTURAL DE VIAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACION EN VIAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA** presentado por el (la) Bach. CARLOMAGNO ROQUE MARRON, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como ASESOR al Dr. EFRAIN PARILLO SOSA.

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

Regístrese, comuníquese y archívese.



SECRETARÍA ACADÉMICA Y ADMINISTRATIVA
ESCUELA DE POSGRADO
Dr. Leopoldo Villanueva Coronel Carr
DIRECTOR (e)



EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

19%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	13%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
7	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VIAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACION EN VIAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Roque Marron, Carlomagno
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70795659
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-8969-6896
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Parillo Sosa, Efrain
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7567-039X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Quispe Huanca, Milthon
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4219-1007
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Suasaca Pelinco, Leonel
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-6657-665X
Miembro del jurado 2	



Nombres y apellidos	Yana Torres, Arnaldo
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
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/oChVX2AVEVcdIt3k8</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2024 – Noviembre 2024
URL de disciplinas OCDE	<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>
- Librería	





DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo CARLOMAGNO ROQUE MARRON, identificado con DNI
Nro. 70795659, 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 ESTRUCTURAL DE VIAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACION EN VIAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

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 6 de ENERO del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Agradezco a la divinidad Dios, que nos en concesión de nuestros padres que se han esforzado para que pueda ser posible este mi sueño, por ayudarme por creer más en nuestro dios.

Agradezco a mi familia en especial a mis padres que siempre han estado a mi lado y me apoyaron desde que inicie este camino.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a cada profesional de la universidad que contribuyó con el desarrollo de la presente investigación a través de sus conocimientos, experiencia y consejos.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....iii

AGRADECIMIENTO..... iv

ÍNDICE GENERAL v

ÍNDICE DE TABLAS ix

ÍNDICE DE FIGURASxii

RESUMEN.....xiv

ABSTRACTxvi

INTRODUCCIÓNxvii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA..... 1

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 2

 1.2.1. Problema general 2

 1.2.2. Problemas específicos..... 2

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN. 2

 1.3.1. Justificación técnica 2

 1.3.2. Justificación económica 3

 1.3.3. Justificación social 3

 1.3.4. Justificación ambiental..... 3

1.4. OBJETIVOS 4

 1.4.1. Objetivo general..... 4

 1.4.2. Objetivos específicos 4

1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN 4

1.6. LIMITACIONES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN 5



1.6.1. Limitaciones	5
1.6.2. Delimitación	5
1.7. HIPÓTESIS	5
1.7.1. Hipótesis general	5
1.7.2. Hipótesis específicas	5
1.8. VARIABLES.....	6
1.8.1. Variable independiente	6
1.8.2. Variable dependiente.....	6
1.9. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1.1. Antecedentes internacionales	8
2.1.2. Antecedente nacional	10
2.1.3. Antecedente local	15
2.2. BASES TEÓRICAS	18
2.2.1. Vías de baja transitabilidad.....	18
2.2.2. Importancia de la infraestructura vial.....	20
2.2.3. Evaluación estructural	23
2.2.4. Tecnologías de estabilización y mejoramiento de suelos	25
2.2.4.1. Suelo.....	25
2.2.4.2. Pavimento.....	28
2.2.4.3. Tipos de pavimento	34
2.2.4.3.1. Pavimento flexible	34
2.2.4.3.2. Pavimento rígido	36



2.3. MARCO CONCEPTUAL 37

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN 39

3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN 39

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN 40

3.4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN 40

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 40

3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA 41

 3.6.1. Población 41

 3.6.2. Muestra 41

3.7. PROCEDIMIENTO 42

3.8. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS 42

 3.8.1. Instrumentos 42

3.9. VALIDACIÓN Y DE INSTRUMENTOS Y CONFIABILIDAD 42

 3.9.1. Validación de instrumentos 42

 3.9.2. Confiabilidad de instrumentos 42

3.10. TRABAJOS DE CAMPO 43

 3.10.1. Recolección de materiales 43

3.11. PRUEBAS EN LABORATORIO 44

 3.11.1. Contenido de humedad 44

 3.11.2. Limite liquido 44

 3.11.3. Limite plástico 45

 3.11.4. Índice de plasticidad 46

 3.11.5. Análisis granulométrico 47



3.11.6. Proctor modificado 49

3.11.7. CBR..... 50

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS OBTENIDOS..... 52

4.2. PROPIEDADES DEL SUELO DE LAS VÍAS DE SALIDA AREQUIPA .. 53

 4.2.1. Propiedades de la vía principal de la salida Arequipa 53

 4.2.2. Propiedades de la vía alterna de la salida Arequipa..... 68

 4.2.3. Estabilización de la subrasante de las vías de la salida Arequipa..... 83

 4.2.3.1. Estabilización de la subrasante de la vía principal de la salida Arequipa..... 83

 4.2.4. Estabilización de la subrasante de la vía alterna de la salida Arequipa 88

 4.2.5. Diseño de vía con el método de la estabilización de la subrasante ... 93

 4.2.5.1. Diseño de la vía principal 93

 4.2.6. Diseño de la vía alterna 97

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 101

CONCLUSIONES..... 106

RECOMENDACIONES 108

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 109

ANEXOS..... 116



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	7
Tabla 2 Categoría de la subrasante.....	34
Tabla 3 Limites encontrados en la base	53
Tabla 4 Granulometría de la exploración 1.....	53
Tabla 5 Granulometría de la exploración 2.....	55
Tabla 6 Granulometría de la exploración 3.....	56
Tabla 7 Grado de compactación de la base	57
Tabla 8 CBR de la base	58
Tabla 9 Limites encontrados en la subbase	58
Tabla 10 Granulometría de la exploración 1.....	58
Tabla 11 Granulometría de la exploración 2.....	60
Tabla 12 Granulometría de la exploración 3.....	61
Tabla 13 Grado de compactación de la subbase	62
Tabla 14 CBR de la subbase	63
Tabla 15 Limites encontrados en la subrasante	63
Tabla 16 Granulometría de la exploración 1.....	64
Tabla 17 Granulometría de la exploración 2.....	65
Tabla 18 Granulometría de la exploración 3.....	66
Tabla 19 Grado de compactación de la subrasante	67
Tabla 20 CBR de la subrasante.....	68
Tabla 21 Limites encontrados en la base	68
Tabla 22 Granulometría de la exploración 1.....	69
Tabla 23 Granulometría de la exploración 2.....	70
Tabla 24 Granulometría de la exploración 3.....	71



Tabla 25 Grado de compactación de la base	72
Tabla 26 CBR de la base	73
Tabla 27 Limites encontrados en la subbase	73
Tabla 28 Granulometría de la exploración 1	74
Tabla 29 Granulometría de la exploración 2	75
Tabla 30 Granulometría de la exploración 3	76
Tabla 31 Grado de compactación de la subbase	77
Tabla 32 CBR de la subbase	78
Tabla 33 Limites encontrados en la subrasante	78
Tabla 34 Granulometría de la exploración 1	79
Tabla 35 Granulometría de la exploración 2	80
Tabla 36 Granulometría de la exploración 3	81
Tabla 37 Grado de compactación de la subrasante	82
Tabla 38 CBR de la subrasante	83
Tabla 39 Grado de compactación de la subrasante con incorporación del 5% de cal	83
Tabla 40 CBR de la subrasante	85
Tabla 41 Compactación de la subrasante con incorporación del 8% de cal	86
Tabla 42 CBR de la subrasante	88
Tabla 43 Compactación de la subrasante con incorporación del 5% de cal	88
Tabla 44 CBR de la subrasante	90
Tabla 45 Compactación de la subrasante con incorporación del 8% de cal	91
Tabla 46 CBR de la subrasante	93
Tabla 47 Datos	96
Tabla 48 Espesores obtenidos	96



Tabla 49 Comparativa de espesores	97
Tabla 50 Datos	100
Tabla 51 Espesores obtenidos.....	100
Tabla 52 Comparativa de espesores	101



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pavimento flexible.....35

Figura 2 Vías de estudio43

Figura 3 Granulometría de la exploración 154

Figura 4 Granulometría de la exploración 255

Figura 5 Granulometría de la exploración 356

Figura 6 Grados de compactación de la base57

Figura 7 Granulometría de la exploración 159

Figura 8 Granulometría de la exploración 260

Figura 9 Granulometría de la exploración 361

Figura 10 Grados de compactación de la subbase62

Figura 11 Granulometría de la exploración 164

Figura 12 Granulometría de la exploración 265

Figura 13 Granulometría de la exploración 366

Figura 14 Grado de compactación de la subrasante67

Figura 15 Granulometría de la exploración 169

Figura 16 Granulometría de la exploración 270

Figura 17 Granulometría de la exploración 371

Figura 18 Grado de compactación de la base72

Figura 19 Granulometría de la exploración 174

Figura 20 Granulometría de la exploración 275

Figura 21 Granulometría de la exploración 376

Figura 22 Grado de compactación de la subbase77

Figura 23 Granulometría de la exploración 179

Figura 24 Granulometría de la exploración 280



Figura 25 Granulometría de la exploración 3	81
Figura 26 Grado de compactación de la subrasante	82
Figura 27 Compactación de la subrasante con incorporación del 5% de cal-E1 .	84
Figura 28 Compactación de la subrasante con incorporación del 5% de cal-E2 .	84
Figura 29 Compactación de la subrasante con incorporación del 5% de cal-E3 .	85
Figura 30 Compactación de la subrasante con incorporación del 8% de cal-E1 .	86
Figura 31 Compactación de la subrasante con incorporación del 8% de cal-E2 .	87
Figura 32 Compactación de la subrasante con incorporación del 8% de cal-E3 .	87
Figura 33 Compactación de la subrasante con incorporación del 5% de cal-E1 .	89
Figura 34 Compactación de la subrasante con incorporación del 5% de cal-E2 .	89
Figura 35 Compactación de la subrasante con incorporación del 5% de cal-E3 .	90
Figura 36 Compactación de la subrasante con incorporación del 8% de cal-E1 .	91
Figura 37 Compactación de la subrasante con incorporación del 8% de cal-E2 .	92
Figura 38 Compactación de la subrasante con incorporación del 8% de cal-E3 .	92
Figura 39 MR de la base	94
Figura 40 MR de la subbase	95
Figura 41 Determinación del SN	95
Figura 42 MR de la base	98
Figura 43 MR de la subbase	99
Figura 44 Determinación del SN	99



RESUMEN

En la presente investigación titulada "Evaluación estructural de vías de baja transitabilidad y alternativa de diseño con reducción de espesores de capa por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca", Tiene como objetivo principal evaluar el estado de las vías y proponer un diseño utilizando la estabilización de la subrasante. Se aplicó una metodología experimental con un enfoque explicativo. Se encontró que el estado estructural de las vías de baja transitabilidad en las salidas hacia Arequipa desde Juliaca era deficiente. En la vía principal, la base presentaba un CBR del 71.50% en la E-1, 67.90% en la E-2 y 72.43% en la E-3. La subbase mostró valores de CBR de 47.09% en la E-1, 45.14% en la E-2 y 45% en la E-3, mientras que la subrasante registró 9%, 9.10% y 8.56% respectivamente en esas mismas estaciones. En cuanto a la vía alterna, el CBR de la base fue del 55.21% en la E-1, 48.48% en la E-2 y 47.30% en la E-3. La subbase presentó valores de CBR de 39.58% en la E-1, 35.15% en la E-2 y 35.00% en la E-3, y la subrasante registró 7.56%, 7.16% y 7.26% respectivamente. La aplicación de estabilización con cal en porcentajes del 5% y 8% mostró una mejora significativa en las propiedades de la subrasante. En la vía principal, la estabilización con un 8% de cal resultó más beneficiosa, con un CBR del 16.51% en la E-1, 16.50% en la E-2 y 16.21% en la E-3. En la vía alterna, con una estabilización del 8% en la subrasante, se obtuvieron valores de CBR de 13.52% en la E-1, 13.61% en la E-2 y 13.00% en la E-3. Esta alternativa de diseño, que implica la reducción de espesores de capa mediante estabilización, influyó positivamente en el dimensionamiento del pavimento flexible tanto en la vía principal como en la vía alterna.



Palabras clave: Diseño de Pavimento, Estabilización de Subrasante, Evaluación Estructural.



ABSTRACT

In the present research entitled "Structural evaluation of roads with low trafficability and design alternative with layer thickness reduction by means of stabilization in roads at the exit to Arequipa in the city of Juliaca", its main objective is to evaluate the condition of the roads and propose a design using subgrade stabilization. An experimental methodology with an explanatory approach was applied. It was found that the structural condition of the low traffic roads at the exits to Arequipa from Juliaca was deficient. On the main road, the base had a CBR of 71.50% in E-1, 67.90% in E-2 and 72.43% in E-3. The subbase showed CBR values of 47.09% at E-1, 45.14% at E-2 and 45% at E-3, while the subgrade registered 9%, 9.10% and 8.56% respectively at those same stations. As for the alternate road, the CBR of the base was 55.21% in E-1, 48.48% in E-2 and 47.30% in E-3. The subbase presented CBR values of 39.58% in E-1, 35.15% in E-2 and 35.00% in E-3, and the subgrade registered 7.56%, 7.16% and 7.26% respectively. The application of lime stabilization in percentages of 5% and 8% showed a significant improvement in subgrade properties. In the main road, stabilization with 8% lime was more beneficial, with a CBR of 16.51% in E-1, 16.50% in E-2 and 16.21% in E-3. In the alternative route, with 8% stabilization in the subgrade, CBR values of 13.52% in E-1, 13.61% in E-2 and 13.00% in E-3 were obtained. This design alternative, which involves the reduction of layer thicknesses by stabilization, positively influenced the sizing of the flexible pavement in both the main road and the alternate road.

Keywords: Pavement design, subgrade stabilization, structural evaluation.



INTRODUCCIÓN

En el desarrollo urbano y rural, las vías de comunicación representan una de las infraestructuras más críticas, influyendo directamente en la economía, accesibilidad y calidad de vida de las poblaciones. Particularmente en regiones en desarrollo, como es el caso de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca, la optimización de recursos en la construcción y mantenimiento de carreteras es fundamental para garantizar su sostenibilidad y eficiencia. Esta tesis se centra en la evaluación estructural de vías de baja transitabilidad, proponiendo alternativas de diseño que permitan la reducción de espesores de capa mediante la estabilización del suelo, con el fin de mejorar su desempeño y reducir costos. La ciudad de Juliaca, situada en la región de Puno, Perú, es un punto neurálgico que conecta diversas rutas comerciales y turísticas importantes, incluyendo la ruta hacia Arequipa. Sin embargo, las vías de acceso a Juliaca enfrentan desafíos significativos debido a su baja transitabilidad y a las condiciones adversas del terreno y del clima. Estas limitaciones no solo incrementan los costos de mantenimiento, sino que también afectan la continuidad y seguridad del tránsito. En este contexto, la necesidad de desarrollar metodologías de diseño más eficientes es imperativa. Esta investigación se propone evaluar la efectividad de técnicas de estabilización del suelo como una solución viable para mejorar las propiedades mecánicas de las carreteras de baja transitabilidad. A través de un estudio detallado que incluye análisis de suelo, pruebas de carga y modelización estructural, se busca establecer criterios de diseño que permitan la implementación de capas de pavimento más delgadas, sin comprometer su durabilidad y funcionalidad. Con este estudio, se espera contribuir al cuerpo de conocimiento en ingeniería civil en cuanto a la optimización de diseño de



carreteras, proveyendo a los profesionales y autoridades locales con herramientas y conocimientos que faciliten la toma de decisiones en la mejora de la infraestructura vial en la región. Al mismo tiempo, se pretende demostrar que mediante la aplicación de técnicas avanzadas de estabilización, es posible alcanzar un equilibrio entre la eficiencia económica y la responsabilidad ambiental, abriendo camino a futuras investigaciones y aplicaciones en contextos similares.

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 internacional, el mantenimiento y optimización de carreteras en regiones con bajos recursos puede ser un gran desafío. Muchos países en desarrollo enfrentan problemas comunes como la falta de financiamiento adecuado, tecnologías de construcción y mantenimiento obsoletas, y políticas públicas ineficaces que no priorizan la infraestructura vial secundaria. Esta situación se ve agravada en áreas afectadas por condiciones climáticas extremas o complicaciones geográficas, donde las vías de baja transitabilidad sufren deterioros rápidos y requieren soluciones sostenibles y económicas. En el contexto peruano, existe una notable discrepancia entre la infraestructura vial en áreas urbanas densamente pobladas y las zonas rurales o de menor densidad, como es el caso de muchas áreas en la región sur del país. La escasez de mantenimiento y actualización de las vías rurales o de baja transitabilidad compromete no solo la conectividad y el desarrollo económico local, sino también la seguridad de los usuarios. Esto se evidencia en el incremento de los costos de transporte y en la disminución de la accesibilidad, especialmente para las comunidades que dependen de estas rutas para su subsistencia y acceso a servicios básicos. A nivel local, en la ciudad de Juliaca, específicamente en las



vías alternas de la salida Arequipa, se enfrenta un problema de infraestructura vial deteriorada que afecta directamente al desarrollo económico y social de la región. La baja transitabilidad de estas vías, sumado a un manejo inadecuado del mantenimiento y falta de inversión en tecnologías de estabilización de suelos, conduce a una disminución en la eficiencia del transporte y aumenta el riesgo de accidentes. Además, durante la temporada de lluvias, el problema se intensifica, afectando la consistencia y la seguridad de estas rutas.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el estado estructural de vías de baja transitabilidad y alternativa de diseño con reducción de espesores de capa por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuál es el estado estructural de vías de baja transitabilidad en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca?
- b. ¿Cuál es la variación en las propiedades del suelo de subrasante por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca?
- c. ¿Cuál es la alternativa de diseño con reducción de espesores de capa por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1. Justificación técnica

La justificación técnica de este estudio se basa en la necesidad de evaluar y mejorar la infraestructura vial en regiones con baja transitabilidad, como es el caso de las vías en la salida a Arequipa desde Juliaca. La propuesta de reducir



los espesores de capa mediante técnicas de estabilización puede ofrecer una solución viable para prolongar la vida útil de las carreteras, manteniendo su funcionalidad y seguridad. Esta tesis se enfocará en métodos de estabilización que no solo sean eficaces, sino que también se adecuen a las condiciones locales del suelo y del clima, usando tecnologías y materiales que optimicen la capacidad y durabilidad estructural.

1.3.2. Justificación económica

Desde la perspectiva económica, la propuesta de diseñar carreteras con espesores de capa reducidos podría resultar en una disminución significativa de los costos de material y construcción. Además, se explorará cómo esta técnica puede reducir el mantenimiento a largo plazo y los costos de reparación asociados con estas vías. Esto es especialmente relevante para áreas como Juliaca, donde los recursos económicos pueden ser limitados y la optimización del gasto en infraestructura pública es crucial.

1.3.3. Justificación social

La mejora de las vías de baja transitabilidad tiene un impacto social considerable. Una infraestructura vial adecuada y eficiente mejora la conectividad y accesibilidad, facilitando así el transporte de bienes y servicios, lo que potencialmente puede mejorar la calidad de vida de los habitantes locales. Además, este proyecto puede proporcionar una mayor seguridad en las carreteras, lo cual es vital para prevenir accidentes y mejorar la confianza en la infraestructura vial local.

1.3.4. Justificación ambiental

La justificación ambiental se centra en el impacto positivo que la reducción de espesores de capa puede tener sobre el medio ambiente. Utilizar menos



materiales en la construcción de carreteras no solo conserva recursos naturales, sino que también reduce la huella de carbono asociada con la producción y transporte de estos materiales. Además, las técnicas de estabilización propuestas deberán evaluar su compatibilidad con el entorno local, asegurando que no se comprometa la biodiversidad ni la salud del ecosistema circundante.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el estado estructural de vías de baja transitabilidad y proponer una alternativa de diseño con reducción de espesores de capa por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar el estado estructural de vías de baja transitabilidad en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca.
- b. Determinar la variación en las propiedades del suelo de subrasante por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca.
- c. Proponer una alternativa de diseño con reducción de espesores de capa por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca.

1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación aborda un problema significativo en la ingeniería de vías, especialmente en áreas con baja transitabilidad. Al investigar la reducción de espesores en las capas de pavimento, el trabajo contribuye directamente a la sostenibilidad. Utilizar menos material sin comprometer la calidad y durabilidad de las carreteras puede reducir los costos de construcción y mantenimiento, además de minimizar el impacto ambiental. La aplicación de técnicas de



estabilización para permitir la reducción de espesores puede ser una vía innovadora que otros investigadores y profesionales pueden explorar.

1.6. LIMITACIONES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Limitaciones

Las limitaciones de este estudio se refieren a las restricciones o condiciones que pueden afectar la amplitud y la aplicabilidad de los hallazgos. Las limitaciones encontradas fueron la disponibilidad de datos y algunos factores ambientales y climáticos.

1.6.2. Delimitación

Las delimitaciones de este estudio establecen los límites específicos dentro de los cuales se llevará a cabo la investigación. La delimitación encontrada fue en el área delimitado que se centra esta tesis, el tipo de vía que se enfoca en este estudio, el método de estabilización y los parámetros de diseño.

1.7. HIPÓTESIS

1.7.1. Hipótesis general

El estado estructural de vías de baja transitabilidad será pésimo y la propuesta de alternativa de diseño con reducción de espesores de capa por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca, reducirá los espesores

1.7.2. Hipótesis específicas.

- a.** El estado estructural de vías de baja transitabilidad en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca, será pésimo, debido a que cuentan con suelos de subrasante inestables.
- b.** La variación en las propiedades del suelo de subrasante por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca, será



superior, puesto que la estabilización mejora en gran manera las propiedades físicas y mecánicas de la capa.

- c. La alternativa de diseño con reducción de espesores de capa por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca, será el diseño de pavimento flexible con espesores de capa reducidos según diseño AASHTO 93.

1.8. VARIABLES

1.8.1. Variable independiente

Estado estructural de vías de baja transitabilidad y estabilización de la capa de subrasante.

- Propiedades de las vías
- Estabilización de suelo

1.8.2. Variable dependiente

Alternativa de diseño con reducción de espesores de capa

- ESAL
- CBR



1.9. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Independiente					
Estado estructural de vías de baja transitabilidad y estabilización de la capa de subrasante	La condición actual y características estructurales de las carreteras que tienen un bajo volumen de tráfico y cómo se ha realizado la estabilización de la capa de subrasante para mejorar su durabilidad y funcionalidad.	Evaluación del estado actual de la vía a través de métodos y pruebas de resistencia mecánica del suelo de la subrasante.	Integridad estructural	Propiedades de las vías	Ensayos de laboratorio
			Estabilización de suelo	Estabilización de suelo	Equipos de medición
Dependiente					
Alternativa de diseño con reducción de espesores de capa	Se refiere al diseño modificado de la estructura vial que reduce los espesores de las capas estructurales sin comprometer la funcionalidad y durabilidad, optimizando costos y recursos.	Implementación y evaluación de un diseño vial que utiliza menores espesores en las capas estructurales, validado a través de pruebas.	Reducción de materiales Eficiencia en el diseño	ESAL (Eje Estándar de Carga) soportado por el diseño modificado Valor de CBR después de la implementación del diseño	Plantillas de recolección de datos



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según (Fernandez, 2020) en su investigación "Evaluación de las fallas estructurales del pavimento flexible de la avenida Francisco Vidal, Huacho", el propósito de esta investigación es examinar las fallencias estructurales presentes en el pavimento flexible de la avenida Francisco Vidal, con el fin de identificar opciones de solución a estos problemas. La metodología aplicada se enmarca dentro del tipo aplicado, con un enfoque longitudinal, descriptivo y cuantitativo, caracterizado por un nivel descriptivo y un enfoque cuantitativo. Los resultados principales revelan que el porcentaje de fallas está distribuido de la siguiente manera: el 30% corresponde a la presencia de piel de cocodrilo, el 5% a fisuras, el 35% a disgregación o desintegración, el 20% a ahuellamiento y el 10% a huecos tipo nido de gallina. Estas fallas son el resultado de un mantenimiento deficiente de la vía, así como de fatigas en las capas asfálticas debido a cargas superiores a las admisibles y/o a un proceso constructivo deficiente. Como alternativa de solución, se recomienda la aplicación de un sello o carpeta asfáltica. La restauración se llevará a cabo mediante la aplicación de sellos que incluyan una mezcla caliente. Las causas de las fallas estructurales en el



pavimento flexible de la avenida Francisco Vidal en el distrito de Huacho se atribuyen al mantenimiento inadecuado de la vía y a fatigas en las capas asfálticas debido a cargas excesivas y/o a un proceso constructivo deficiente. La propuesta de solución consiste en la aplicación de un sello o carpeta asfáltica con una mezcla caliente para su restauración.

Según (Márquez & Cuesta, 2024) en su investigación "Diseño geométrico y estructural de pavimento de la vía San Cristóbal-Malima de la abscisa 8+700 hasta la abscisa 11+600 Km, perteneciente al cantón Paute provincia del Azuay", tiene como objetivo mejorar la seguridad de la vía. El proyecto incluye tanto un levantamiento topográfico como una investigación de conteo de tráfico con el fin de evaluar las características del terreno y el movimiento de automóviles, ambos necesarios para la construcción de infraestructura vial. Además, se llevó a cabo una minuciosa investigación del suelo para garantizar la longevidad del pavimento. Esto se hizo de acuerdo con los requisitos establecidos por la normativa ecuatoriana en materia de diseño geométrico de carreteras. La construcción propuesta para el pavimento consistirá en una capa de asfalto de tres pulgadas de espesor, así como capas de base y subbase granular, cada una de las cuales medirá seis pulgadas de espesor. Como resultado de los estudios realizados, se han identificado aspectos importantes del diseño de la carretera. Estos aspectos incluyen las características geográficas de la región, las preocupaciones sociales, la calidad de vida y las normas locales de movilidad. Estos aspectos son absolutamente necesarios para el éxito de la ejecución del proyecto. El diseño geométrico se desarrolló a partir de la carretera existente, que ya contaba con un trazado desde San Cristóbal hasta Malima, y correspondía a las normas establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras



Públicas (MTOPI, 2003). La propuesta prevé una pendiente máxima del doce por ciento y una velocidad de cuarenta kilómetros por hora. La carretera se clasificó como clase III según las conclusiones del estudio de tráfico, que preveía que habría un tráfico medio diario anual (TDA) de 368 coches. Se ha descubierto que los suelos tienen una capacidad portante CBR del 7%, que se basa en una proyección que prevé una vida útil del pavimento de veinte años. Por lo tanto, no se requiere la presencia de una capa de mejora. Finalmente, según los resultados obtenidos, se especificaron las dimensiones de las capas estructurales restantes: una base de 6 pulgadas, una subbase de 6 pulgadas y una capa asfáltica de 3 pulgadas. Esta estructura asegura que la nueva carretera sea sostenible y beneficie adecuadamente a la comunidad de San Cristóbal y Malima.

2.1.2. Antecedente nacional

Según (Siesquen, 2022) en su investigación "Diseño y estabilización de pavimento de afirmado, utilizando melaza de caña en las calles principales del A.H portada de Belén-Morrope- Lambayeque-2022", el autor se centra en el problema del deterioro de las vías principales no pavimentadas de la localidad. Mediante la utilización de melaza de caña de azúcar, el objetivo fundamental de este proyecto experimental y práctico es desarrollar y mejorar el pavimento. Los objetivos precisos de este proyecto son llevar a cabo una investigación sobre el Índice Medio Diario (IMP), realizar un levantamiento topográfico, llevar a cabo un estudio sobre la mecánica del suelo, determinar los espesores que son necesarios para realizar el diseño del pavimento y evaluar la influencia que tiene la melaza de caña en la resistencia del pavimento. Además, se aplicaron el método de observación y los aparatos de observación y registro de datos. Según



los resultados de la investigación del IMD, el asentamiento humano de Portada de Belén albergaba diariamente un total de 677 automóviles, con 84 vehículos circulando por cada calle del barrio. En la mayor parte de la región, la topografía es más bien llana, con pendientes que van del 1% al 2% en las zonas circundantes al centro y del 1% en el centro mismo. El suelo arcilloso y la arena limosa, ambos de baja plasticidad y consistencia, conforman la mayor parte del A.H. La Portada de Belén. Según las cifras del California Bearing Ratio (CBR), el suelo tiene un valor de 3,249 cuando está al 95% y de 5,477 cuando está al 100%. El 1% de bombeo está incluido en el diseño geométrico del A.H. Portada de Belén, que además cuenta con una velocidad de diseño de entre veinte y treinta kilómetros por hora. De acuerdo con la información mostrada en la Tabla 17, el ancho de las autopistas varía de calle a calle. En la berma hay 1,20 metros de ancho. La calle Jerusalén, la avenida San Pablo y la avenida Panamericana son las vías que sirven como colectoras urbanas en la región. Las calles San José, San Pedro, San Francisco, San Miguel y San Juan son ejemplos de vías urbanas locales.

Según (Carbajal & Lorenzo, 2023), en su investigación "Optimización del espesor de pavimento utilizando emulsión asfáltica para estabilizar la subrasante, Centro Poblado San Luis, Santa, Santa - Ancash – 2021", investigaron la utilización de emulsión asfáltica como estabilizador de la subrasante para mejorar la efectividad del espesor del pavimento. Para lograr este objetivo fue necesario incorporar emulsión asfáltica a la subrasante en diferentes proporciones, incluyendo 4%, 6% y 8% en base a peso. Una vez determinado esto, se seleccionó el porcentaje que ofrecía la mejor consistencia. Esta decisión fue extremadamente importante en el proceso de construcción del



paquete estructural para el pavimento y en la definición de la cantidad de optimización que se logró. En este trabajo, se implementó una técnica cuantitativa y se trajo un diseño de investigación experimental aplicada. Para extraer el material de los pozos de suelo, se utilizó un enfoque de muestreo no probabilístico. La población de estudio estuvo constituida por la subrasante de las autopistas en particular Centro Poblado, Tramo 2 y Tramo 1 fueron las tres porciones que se separaron del área de estudio para facilitar la administración de una investigación exhaustiva. De los tres pozos de prueba que se excavaron dentro de cada subdivisión, se seleccionó el que arrojó los resultados menos favorables para que sirviera como muestra de referencia. A partir de los datos, se determinó que la incorporación del 8% en peso de la emulsión asfáltica supuso una mejora significativa de las propiedades de resistencia del suelo. Esto quedó demostrado por el aumento del índice CBR. La creación de paquetes estructurales para pavimentos flexibles en cada subdivisión fue un resultado directo de estos descubrimientos. Cada uno de los paquetes se diseñó para adaptarse tanto a los pavimentos en su estado natural como a los que habían sido tratados con una emulsión que contenía un 8%. El espesor del pavimento en la urbanización Town Center se redujo de 12,00 pulgadas a 10,50 pulgadas. Durante el segundo segmento, se redujo de 17,00 pulgadas a 15,00 pulgadas, y durante el primer segmento, se redujo de 19,00 pulgadas a 15,00 pulgadas.

(Quinde & Yarleque, 2023) en su estudio titulado "Evaluación estructural y propuesta de rehabilitación en el tramo carretera de Salitral a San Juan de Bigote Provincia de Morropón-Piura 2022", tuvo como objetivo evaluar el estado de la carretera que une Salitral y San Juan de Bigote en la provincia de Morropón, Piura, en el año 2022 y sugerir formas de mejorarla. La técnica de investigación



utilizada fue el enfoque cuantitativo, lo que implicó dar explicaciones y hacer sugerencias de posibles soluciones sin depender de pruebas. Se determinó que la muestra que se seleccionó incluía el camino completo. Los métodos utilizados para la recopilación de datos incluyeron la observación directa, el recuento de vehículos según los formatos especificados por el (MTC), la evaluación del firme mediante la utilización del índice de estado del firme (PCI), las pruebas de laboratorio y el enfoque AASHTO93 para la construcción de estructuras de firmes flexibles. Según las derivaciones del levantamiento topográfico, se encontró una pendiente pequeña de -4% y una pendiente máxima de 4%. La mayor altura que pudo alcanzarse para el corte fue de 2.719 metros, mientras que la mayor profundidad que pudo alcanzarse para el relleno fue de 4.123 metros. Diariamente se contabilizaron 148 vehículos, de los cuales los automóviles representaban el 34,6% del total, las camionetas el 25,0%, los vehículos tipo C2 el 15,4% y los minibuses el 6,4%. En cuanto al estado de las carreteras, se constató que el 12% de ellas se encontraban en un estado excelente, el 12% en un estado mediocre, el 29% en un estado medio y el 47% en un estado inferior a la media. Esta información se recopiló a lo largo de la investigación. Se determinó que el diseño tenía un California Bearing Ratio (CBR) del 12,0%, con un espesor de diseño de base y subbase de 20,0 cm cada uno. Además, el Traffic Serviceability Benefit (TSB) era de 2,0, y el Structural Number (SN) era de 2,50. Tras realizar un análisis exhaustivo utilizando los criterios técnicos necesarios, se ha determinado que es posible ofrecer recomendaciones para mejorar la reparación de la carretera.

(Reinoso, 2019) en su estudio titulado "Evaluación del estado de transitabilidad y nivel de servicio del camino vecinal tramo Saywite - Ccecceray



- Totoray Alta y Baja - Bacas Alta y Baja - Trancapata Alta y Baja", tiene como objetivo principal analizar las condiciones de transitabilidad y el nivel de servicio del camino vecinal que abarca el tramo Saywite - Ccecceray - Totoray. Se ha llevado a cabo una investigación exhaustiva, análisis detallado y evaluación rigurosa, aplicando las normativas pertinentes para la elaboración de este estudio, siguiendo los lineamientos establecidos por los documentos regulatorios vigentes en nuestro país. El estado actual del camino vecinal ha sido evaluado y analizado en términos de su transitabilidad y nivel de servicio. Se realizó un diagnóstico completo de la vía, incluyendo el análisis y evaluación de las obras de arte y drenaje, así como la inspección de la superficie de rodadura, la cual muestra signos de deterioro, anegamientos y hundimientos durante periodos de lluvia intensa. Los resultados obtenidos a través de cuadros, análisis visual y observación directa indican que el camino vecinal presenta diversas deficiencias que afectan la seguridad y comodidad de los viajes. La falta de señalización agrava la situación, generando inseguridad para los usuarios y prolongando los tiempos de viaje. Se evidencia un estado generalizado de mal mantenimiento, con obras de arte y drenaje deterioradas, deformaciones y hundimientos en la superficie de rodadura. Aspectos críticos como taludes inestables y un ancho de vía insuficiente para el paso de vehículos tipo C2 contribuyen a la dificultad de transitar por ciertas zonas. Además, la ausencia de un sistema de bombeo adecuado permite que las aguas superficiales deterioren aún más la carretera. La falta de radios de volteo con dimensiones adecuadas también representa un desafío para los conductores, especialmente aquellos que operan vehículos tipo C2.



2.1.3. Antecedente local

Según (Aliaga, 2021) en su investigación "Evaluación estructural del pavimento del óvalo intersección autopista Mártires 4 de noviembre, entrada a la ciudad universitaria, Juliaca, Puno, 2021", se realizó una investigación exhaustiva del pavimento del óvalo de la intersección vial. El objetivo principal era realizar una serie de análisis y ensayos focalizados para conocer la composición del pavimento, que incluía tanto componentes flexibles como rígidos. Para alcanzar este objetivo, se llevaron a cabo una serie de pruebas. Es importante notar que esta clasificación indica que el desempeño estructural de la subrasante es pobre, pero el desempeño del pavimento en sí es bueno. En cuanto a las características de la subbase, se observó que la distribución granulométrica es ligeramente diferente a las especificaciones establecidas por la norma ASTM D422. La subbase tiene una densidad seca máxima de 2,05 gramos por centímetro cúbico, un índice de plasticidad medio de 3,31% y un coeficiente de soporte de California (CBR) medio del 100% de 65,3%. En cuanto a las cualidades esenciales, sólo hubo algunas desviaciones menores de los requisitos establecidos por la norma ASTM D422. La densidad seca ensayada fue la mayor con 2,089 gramos por centímetro cúbico, el índice plástico medio fue del 1,92% y el CBR medio del 100% fue del 91,9%. Según las conclusiones del estudio, el pavimento flexible sólo ha sufrido un deterioro moderado, pero el pavimento rígido ha experimentado un gran deterioro. Esto se debe principalmente a que la base del pavimento rígido no satisface los criterios exigidos, a pesar de que la subbase sí los cumple en gran medida.

Según (Quispe, 2023) en su investigación "Evaluación del comportamiento estructural y superficial, aplicando el método del PCI y la viga de benkelman, del



pavimento flexible de la Av. Héroes del Pacífico de la Ciudad de Juliaca”, se realizó una evaluación integral de la vía para investigar las características estructurales y superficiales de los revestimientos flexibles investigados. Para facilitar el proceso de definición de las regiones de investigación, la superficie de la carretera se dividió en unidades de muestreo de 35,4 metros de longitud cada una. Como consecuencia de ello, había un total de 22.0 unidades de muestra para el carril derecho, 22 para el izquierdo y sólo 10 para cada carril de la competencia. De acuerdo con el manual del PCI, se seleccionaron un total de veinte unidades de muestra para la evaluación. Inmediatamente después de cortar los carriles y elegir las muestras, se llevó a cabo una minuciosa inspección visual para identificar cualquier defecto, determinar si existía o no, el grado de presencia y el número de defectos. Se obtuvieron valores de PCI de 46015 para el carril derecho, 34767 para el izquierdo y una media de 40391 para la competencia. Estos valores se produjeron en función de los criterios establecidos para el tratamiento de los datos. Estos valores indican las condiciones que se consideran «malas». Los métodos especificados en la norma MTC E10-2000 siguieron para realizar mediciones de deflexión a intervalos de veinte metros con el fin de evaluar la estructura del pavimento. Para ello, se instaló un aparato de doble brazo en la parte trasera de un camión volquete Benkelman Beam. El vehículo estaba equipado con un eje que pesaba 8,2 toneladas y neumáticos que se llenaron a una presión de 80 libras por pulgada cuadrada. Los datos recogidos se utilizaron para aplicar el enfoque COREVIAL y evaluar el recubrimiento. Como consecuencia, se observó una deformación típica de $40,0 \times 10^{-2}$ mm, superior al valor umbral de 85×10^{-2} mm. Dado que el pavimento tiene una deformación permitida de 1377 milímetros de media, que



es superior al valor mínimo de 100 milímetros estipulado, es posible extraer la conclusión de que el pavimento no contiene un comportamiento estructural adecuado.

Según (Capia, 2020), en su investigación "Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca, 2019", ha llamado la atención sobre la contaminación ambiental que trae consigo la presencia de polímeros por un periodo prolongado de tiempo. Con el propósito de atender esta problemática, el presente estudio tiene como objetivo proponer la utilización de polímeros reciclados a base de PET como una alternativa factible para así poder realizar la estabilización de suelos. El área de estudio especificada se extiende desde el punto donde el marcador kilométrico es 2+000 hasta el punto donde es 2+500. Dentro de los límites de esta sección, se realizaron un total de tres pozos de prueba y dos pruebas PDC in situ a una profundidad mínima de 1,50 metros. Las muestras se examinaron en el laboratorio en su forma original y con polímeros de PET reciclados añadidos en cantidades del 1%, 3% y 5% respectivamente. En total, se realizaron 36 pruebas CBR. Los valores de CBR que se alcanzaron mediante las pruebas de PDC in situ fueron del 5,31% y del 5,34% en dos emplazamientos diferentes entre sí. Para más información, la investigación de los pozos de prueba reveló que el suelo de la subrasante puede dividirse en dos porciones distintas basadas en las características físicas y mecánicas distintas de cada una de estas partes, con un California Bearing Ratio (CBR) del 95% en la norma máxima seca. La primera sección ilustra las características de CL-ML con un California Bearing Ratio (CBR) de 5,41%, mientras que la segunda sección demuestra las características de CL con un CBR de 5,78%. Ambas



secciones se presentan en el mismo orden. Se recomienda poder mejorar o alterar el suelo de la subrasante en respuesta a estos resultados, como sugiere el MTC (2013). Esta recomendación se basa en las ideas que se ofrecieron. De acuerdo con los hallazgos de la investigación, el California Bearing Ratio (CBR) del suelo en su estado inicial se estima en 5,41%. Sin embargo, cuando se aplica un 3% de polímeros de PET reciclados, el CBR aumenta hasta el 6,19% D.M.S., lo que demuestra que una concentración del 3% es la más eficiente para potenciar las características del suelo.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Vías de baja transitabilidad

La transitabilidad vehicular se refiere a la capacidad de los vehículos para moverse de manera fluida y segura por determinadas zonas, como calles, carreteras o caminos. Este concepto es crucial para garantizar una movilidad eficiente y segura para vehículos y conductores. La calidad de la transitabilidad se ve influenciada por varios factores clave que afectan el nivel de servicio de la infraestructura vial. Estos incluyen la condición del pavimento, la claridad y visibilidad de la señalización, adecuadas instalaciones de drenaje acordes con el tipo de vía, una iluminación suficiente, un mantenimiento periódico y adecuado, y un manejo efectivo del tráfico. Todos estos elementos contribuyen a un flujo vehicular constante y predecible, vital para minimizar interrupciones y maximizar la seguridad durante cualquier periodo de tiempo. La atención a estos detalles es fundamental para facilitar una experiencia de conducción óptima y reducir la probabilidad de accidentes e inconvenientes en el tránsito (Liendo, 2023).



Las vías de baja transitabilidad son aquellas rutas o calles que presentan un bajo volumen de tráfico vehicular o peatonal durante la mayor parte del día. Estas vías pueden estar diseñadas intencionalmente para disminuir el flujo de tráfico, como parte de estrategias de calmado de tráfico, o pueden ser simplemente calles menos principales en zonas urbanas o rurales que naturalmente atraen menos tráfico (Bringas & Mejia, 2019)

La baja transitabilidad puede deberse a varios factores, como la ubicación geográfica remota, menor conectividad con redes de transporte principales, o simplemente porque sirven a una población menos densa. Estas vías son importantes para la conectividad local y pueden requerir estrategias específicas de mantenimiento y gestión debido a su menor uso y visibilidad (Sandoval & Yap, 2020).

El diseño y la gestión de vías de baja transitabilidad requieren considerar factores como la accesibilidad para servicios de emergencia y la necesidad de conexión adecuada con redes de tráfico más densas, asegurando que no se creen barreras o desventajas para los residentes o negocios en estas áreas.

Características de estas vías

- **Infraestructura limitada:** Pueden ser caminos de un solo carril, con superficies que varían desde pavimento básico hasta caminos de grava o tierra. La señalización y el mantenimiento también pueden ser mínimos comparados con carreteras más transitadas (Sandoval & Yap, 2020).
- **Accesibilidad reducida:** Estas vías pueden no estar totalmente integradas en la red principal de transporte, haciendo que el acceso a servicios básicos o emergencias sea más complicado (Sandoval & Yap, 2020).



- **Propósitos específicos:** A menudo, estas vías sirven para conectar pequeñas comunidades, granjas, áreas de recreación o recursos naturales. No están diseñadas para soportar tráfico pesado o rápido (Sandoval & Yap, 2020).
- **Impacto ambiental y social:** La construcción y mantenimiento de estas vías pueden tener un impacto ambiental reducido debido a su escala y el tipo de uso. Sin embargo, también pueden ser vitales para las comunidades locales, proporcionando una conexión vital con áreas más urbanizadas (Sandoval & Yap, 2020).
- **Planificación y gestión:** La planificación de estas vías requiere considerar cuidadosamente el balance entre la necesidad de acceso y la preservación del entorno natural y la calidad de vida de las poblaciones locales (Sandoval & Yap, 2020).

2.2.2. Importancia de la infraestructura vial

La infraestructura vial es crucial para el desarrollo y el funcionamiento eficiente de cualquier sociedad. Esta infraestructura incluye todos los tipos de caminos, carreteras, puentes y túneles que facilitan el movimiento de personas y bienes (Brutovský et al., 2023).

La infraestructura vial, que abarca tanto entornos rurales como urbanos, es esencial para el transporte de personas y bienes. Esta infraestructura incluye carreteras, calles, y aceras, y es fundamental para el uso eficaz de vehículos como automóviles, autobuses, camiones, además de bicicletas y la movilidad peatonal. Para que esta red funcione de manera óptima, debe ofrecer a los usuarios condiciones de seguridad, comodidad y fluidez en su desplazamiento. La clave para lograr esto reside en proveer información adecuada y oportuna, lo cual se facilita significativamente mediante la señalización vial. Un sistema



eficiente de señales no solo orienta, sino que también maximiza la funcionalidad de las vías, asegurando así un rendimiento óptimo en el uso de la infraestructura vial (Arteaga & Guevara, 2019).

Según (Lama & Medina, 2020) su importancia se puede considerar desde varios ángulos:

- **Crecimiento Económico:** Las carreteras son vitales para el comercio y la industria, ya que permiten el transporte eficiente de materias primas a las fábricas y de productos terminados a los mercados. Una red vial bien desarrollada puede reducir los costos de transporte y tiempo, aumentando así la competitividad de las empresas locales e internacionales.
- **Acceso a Servicios:** La infraestructura vial mejora el acceso a servicios esenciales como la educación y la salud. Permite que más personas accedan a escuelas y hospitales, lo que contribuye a mejorar los niveles de educación y salud en una comunidad.
- **Integración Social y Reducción de la Pobreza:** Las carreteras conectan comunidades y facilitan la integración social. Al mejorar la accesibilidad a diferentes regiones, se promueve la igualdad de oportunidades y se puede combatir la pobreza al abrir nuevas áreas para el desarrollo económico.
- **Movilidad y Conectividad:** Una red vial robusta mejora la movilidad de los ciudadanos, permitiéndoles viajar de manera más segura y eficiente. Esto es especialmente importante en casos de emergencia donde la rapidez es crucial, como en desastres naturales.
- **Turismo:** El turismo se beneficia enormemente de una infraestructura vial adecuada. Los destinos turísticos se vuelven más accesibles, lo que puede



aumentar el flujo de turistas y, por ende, los ingresos generados por este sector.

- **Desarrollo Sostenible:** Al planificar y construir infraestructura vial teniendo en cuenta criterios de sostenibilidad, se puede contribuir a la conservación del medio ambiente. Esto incluye la implementación de medidas para minimizar la huella ecológica y el uso de tecnologías y materiales que reduzcan el impacto ambiental.

La clasificación de vías urbanas se divide en cuatro categorías principales, además de una categoría adicional conocida como "vías especiales", que agrupa aquellas vías que, debido a sus características únicas, no se ajustan a las categorías convencionales (Arteaga & Guevara, 2019).

- **Vías Expresas:** Estas vías forman el nexo entre los sistemas viales interurbanos y urbanos. Se caracterizan por manejar altos volúmenes de tráfico vehicular, permitiendo una circulación a velocidades elevadas y ofreciendo baja accesibilidad. En estas vías no se permite el estacionamiento, la descarga de mercancías, ni el tránsito peatonal.
- **Vías Arteriales:** Diseñadas para soportar un tráfico vehicular de densidad media a alta, las vías arteriales ofrecen fluidez en el tránsito, pero limitada accesibilidad. Están integradas dentro del sistema de vías expresas y facilitan una eficaz distribución del tráfico hacia las vías colectoras y locales.
- **Vías Colectoras:** Funcionan como intermediarias transportando tráfico desde las vías locales hacia las arteriales y, en algunos casos, hacia las vías expresas. Estas vías sirven tanto al tráfico de paso como al acceso a propiedades adyacentes. Comúnmente son conocidas bajo nombres como Jirón, Vía Parque o Avenida.



- **Vías Locales:** Su principal función es proporcionar acceso directo a lotes individuales, manejando exclusivamente el tráfico que les es propio. Son adecuadas para vehículos livianos y permiten tanto el estacionamiento como el libre tránsito peatonal. Generalmente, estas vías se identifican como calles o pasajes.
- **Vías de Diseño Especial:** Esta categoría comprende vías que no encajan en las clasificaciones anteriores debido a sus funciones o características específicas. Incluyen vías peatonales que facilitan acceso directo a lotes, pasajes peatonales, paseos, malecones, y aquellas integradas en parques, plazuelas o plazas.

Este sistema de clasificación permite una organización clara del entramado vial urbano, facilitando tanto la planificación como el mantenimiento de una red vial eficiente y segura.

2.2.3. Evaluación estructural

La evaluación estructural de pavimentos es un proceso esencial que implica analizar la capacidad portante del sistema compuesto por el pavimento y la subrasante en una estructura vial ya existente. Este análisis se lleva a cabo en cualquier etapa del ciclo de vida del pavimento con el objetivo principal de identificar y cuantificar las necesidades de rehabilitación. Esto se vuelve particularmente relevante cuando el pavimento se aproxima al final de su vida útil o cuando está previsto un cambio en su función específica (Condori, 2022).

A medida que se desarrollan y completan las redes viales nacionales o regionales, la importancia de evaluar estructuralmente los pavimentos aumenta significativamente. Este incremento en la evaluación es directamente proporcional a la creciente necesidad de preservar y rehabilitar estas



infraestructuras. Por tanto, la evaluación estructural no solo ayuda a mantener la calidad y seguridad de las vías, sino que también es crucial para la planificación efectiva de las intervenciones de mantenimiento y mejora, asegurando así la longevidad y funcionalidad de la red vial (Fernandez, 2020).

La evaluación estructural de un pavimento es un proceso crucial que consiste en analizar la capacidad de carga y la condición actual de un pavimento para determinar su idoneidad para soportar el tráfico vehicular previsto durante su vida útil. Este tipo de evaluación ayuda a identificar los daños existentes, prever problemas futuros y planificar las necesidades de mantenimiento o rehabilitación.

Según (Fernandez, 2020) hay varias técnicas que se pueden utilizar para evaluar un pavimento, que incluyen:

- **Inspección Visual:** Es el método más básico, donde los ingenieros observan y registran fisuras, baches, deformaciones y otros signos visibles de deterioro en la superficie del pavimento.
- **Pruebas No Destructivas:** Incluyen métodos como el deflectómetro de carga pesada (FWD), el deflectómetro de impacto ligero y el radar de penetración terrestre (GPR). Estas pruebas proporcionan datos sobre la rigidez y elasticidad del pavimento, lo que permite inferir el estado de las capas internas sin dañar la estructura.
- **Pruebas Destructivas:** Involucran extraer muestras del pavimento para realizar ensayos de laboratorio. Estos ensayos pueden incluir pruebas de compresión, tracción y fatiga para determinar las propiedades mecánicas del material del pavimento.



- **Modelado Computacional:** Utiliza software especializado para simular las condiciones del pavimento bajo diferentes cargas y situaciones de tráfico. Esto ayuda a predecir el comportamiento del pavimento y la vida útil esperada.

2.2.4. Tecnologías de estabilización y mejoramiento de suelos

2.2.4.1. Suelo

El suelo desempeña un papel crucial como base estructural para el pavimento, y su influencia representa uno de los desafíos más complejos en el campo de la ingeniería vial. Las características y comportamiento del suelo subyacente son determinantes en la planificación del trazado y las especificaciones dimensionales de cualquier estructura de pavimento. Además, el tipo de suelo afecta significativamente los requerimientos de mantenimiento y reparación a lo largo de la vida útil del pavimento. Por este motivo, es esencial conocer a fondo las características del suelo para garantizar la durabilidad y eficiencia del pavimento, lo que en última instancia redundará en una reducción de los costes y una mejora de la eficacia de la infraestructura vehicular (Cruz & Pinedo, 2021).

El suelo es la base fundamental sobre la que se construye cualquier pavimento. En términos generales, el suelo proporciona soporte estructural al pavimento y ayuda a distribuir las cargas que se aplican sobre él, ya sea por el tráfico vehicular o peatonal. Un buen suelo debe tener la capacidad de soportar las cargas sin deformarse excesivamente, lo que podría causar hundimientos o grietas en el pavimento.

El comportamiento del suelo como base estructural de un pavimento depende de varias características, como su capacidad de carga, densidad, humedad, cohesión, y la presencia de materiales orgánicos o contenido de



arcilla, entre otros. Estas propiedades determinan cómo el suelo interactuará con el pavimento y cómo se comportará bajo diferentes condiciones climáticas y de carga.

La ingeniería de suelos desempeña un papel crucial en la evaluación y selección del suelo adecuado para construir pavimentos. Se realizan pruebas y análisis para determinar la idoneidad del suelo y, en caso necesario, se pueden aplicar técnicas de mejora del suelo, como la estabilización o compactación, para garantizar un soporte adecuado para el pavimento (Contoguris & Pasmíño, 2022).

La estabilización de suelos se refiere al proceso de mejorar las características físicas del suelo mediante técnicas mecánicas y la adición de aditivos químicos, tanto naturales como artificiales. Este proceso se aplica principalmente a suelos de subrasante de calidad deficiente o insuficiente, donde se emplean métodos conocidos como estabilización con cemento y otros productos variados. Por otro lado, cuando se mejora una subbase o base granular para lograr un material de superior calidad, el proceso se conoce como tratamiento de subbase o base granular (Contoguris & Pasmíño, 2022).

La estabilización del suelo es un conjunto de técnicas y procesos utilizados para mejorar las propiedades del suelo con el fin de aumentar su capacidad de soporte, reducir su expansión o contracción, mejorar su resistencia a la erosión u otros fines específicos. Algunos métodos comunes de estabilización de suelos incluyen:

- **Compactación:** Consiste en aumentar la densidad del suelo mediante la aplicación de presión mecánica. Esto se logra mediante el uso de rodillos compactadores u otros equipos similares. La compactación mejora la



capacidad portante y reduce la susceptibilidad del suelo a la deformación (Cruz & Pinedo, 2021).

- **Adición de Agregados:** Se agregan materiales granulares como grava, arena o piedra triturada al suelo para mejorar su resistencia y estabilidad. Esta técnica se utiliza especialmente cuando el suelo nativo es demasiado fino o tiene baja capacidad de carga (Cruz & Pinedo, 2021).
- **Mejora Química:** Implica el uso de aditivos para modificar las propiedades del suelo. Los aditivos pueden incluir estabilizadores como cemento, cal, ceniza volante, o productos químicos específicos que ayudan a optimizar la cohesión, la resistencia y la durabilidad del suelo (Cruz & Pinedo, 2021).
- **Estabilización con Cemento:** Consiste en mezclar cemento con el suelo in situ y luego compactarlo. El cemento reacciona con el suelo y forma una matriz sólida que mejora significativamente la resistencia y estabilidad del terreno (Li et al., 2023).
- **Estabilización con Cal:** Similar a la estabilización con cemento, pero se utiliza cal en lugar de cemento. La cal reacciona con los componentes del suelo, aumentando su cohesión y mejorando su capacidad de carga. El proceso de estabilización del suelo con cal implica la mezcla de la cal con el suelo in situ, seguido por la compactación y el curado adecuado. La cal reacciona químicamente con las partículas del suelo, incrementando su cohesión y resistencia a la humedad (Raja et al., 2022).
- **Estabilización con Asfalto:** Consiste en mezclar asfalto caliente con el suelo para formar una mezcla estabilizada. Esta técnica es comúnmente utilizada en las construcciones de bases para pavimentos asfálticos. El proceso de estabilización con asfalto implica la mezcla del asfalto con el suelo in situ,



seguido por la compactación y el curado adecuado. El asfalto actúa como un aglutinante, recubriendo las partículas del suelo y uniendo los materiales en una estructura más cohesiva y resistente (Abdullah & Al-Abdul, 2015).

- **Estabilización con Geosintéticos:** Se utilizan materiales como geotextiles, georedes o geomallas para reforzar el suelo y mejorar su estabilidad. Estos materiales se colocan en capas entre el suelo para distribuir las cargas y reducir la deformación (Kumar & Singh, 2023).

2.2.4.2. Pavimento

El pavimento es la capa superficial de una vía de transporte, como una carretera, calle, aeropuerto o área de estacionamiento, diseñada para soportar el tráfico vehicular y peatonal de manera segura y eficiente. El pavimento proporciona una superficie de rodadura firme y uniforme que distribuye las cargas de los vehículos, minimiza el desgaste de los neumáticos y garantiza un viaje cómodo para los usuarios (Farina et al., 2024).

Un pavimento es una estructura superficial que se coloca sobre el terreno natural o una capa preparada para soportar y distribuir las cargas generadas por el tráfico vehicular y peatonal, proporcionando una superficie lisa, durable y segura para la circulación. Está diseñado para resistir los efectos ambientales y el desgaste causado por su uso constante (Liu et al., 2024).

Su finalidad es proporcionar una superficie continua, lisa y durable que garantice la seguridad y comodidad en el desplazamiento. Compuesto por materiales seleccionados, el pavimento se configura en diferentes capas que incluyen la subrasante, la base, la subbase y la capa superficial de rodadura, cada una con funciones específicas en términos de soporte estructural y reducción del desgaste.



Un pavimento típicamente consta de varias capas, cada una con funciones específicas:

- **Capa de Rodadura:** Es la capa superior del pavimento y está diseñada para soportar las cargas de tráfico y proporcionar una superficie de rodadura segura y resistente al deslizamiento. Puede estar compuesta de asfalto, concreto u otros materiales diseñados para resistir el desgaste y la abrasión.

La capa de rodadura es la capa superior y más importante de un pavimento, ya sea flexible o rígido, diseñada para estar en contacto directo con el tráfico de vehículos. Su función principal es proporcionar una superficie duradera, segura y suave para la circulación de vehículos, ofreciendo también la fricción necesaria para que los vehículos puedan maniobrar de manera segura y eficiente (Jiang et al., 2024).

En los pavimentos flexibles, la capa de rodadura suele estar compuesta de asfalto, que es una mezcla de betún y agregados como arena y piedra triturada. Esta mezcla no solo proporciona una superficie lisa y continua, sino que también es flexible para adaptarse a las variaciones de temperatura y las cargas del tráfico sin romperse fácilmente.

En los pavimentos rígidos, la capa de rodadura está formada por losas de concreto de cemento Portland. Estas losas ofrecen una superficie muy duradera y resistente a las deformaciones permanentes bajo cargas pesadas, aunque la textura del concreto se puede tratar para optimizar la tracción y reducir el riesgo de deslizamiento (Farina et al., 2024).

La capa de rodadura es fundamental en la ingeniería de carreteras, ya que contribuye directamente a la seguridad vial al proporcionar características adecuadas de textura y rugosidad, y al mismo tiempo protege las capas

subyacentes del pavimento de los daños causados por la humedad y las cargas de tráfico. Además, requiere mantenimiento regular para asegurar su funcionalidad y extender su vida útil, incluyendo actividades como el reasfaltado, la reparación de grietas, y otras técnicas de conservación.

- **Capa de Base:** Esta capa se encuentra debajo de la capa de rodadura y proporciona soporte estructural al pavimento. Distribuye las cargas de tráfico sobre el suelo subyacente y ayuda a prevenir la deformación del pavimento. Puede estar compuesta de materiales granulares como grava, piedra triturada o material reciclado.

La capa base es una de las componentes estructurales críticas en la construcción de pavimentos, situada debajo de la capa de rodadura y por encima de la capa subbase o el suelo de fundación, dependiendo de la estructura específica del pavimento. Su principal función es distribuir las cargas del tráfico que recibe la capa de rodadura a un área más amplia, minimizando así la presión transmitida a las capas más profundas y al suelo subyacente (Jiang et al., 2024).

En los pavimentos flexibles, la capa base generalmente está compuesta por materiales granulares como grava, piedra triturada o una mezcla de estos con un ligante hidráulico o asfáltico que ayuda a unir los áridos y proporciona cohesión adicional. Esta mezcla proporciona una estructura firme y durable que soporta las cargas y ayuda a prevenir deformaciones en el pavimento.

En los pavimentos rígidos, aunque la capa base puede ser menos crítica debido a la rigidez del concreto usado en la capa de rodadura, sigue siendo importante para proporcionar una plataforma estable y distribuir uniformemente las cargas a la subbase y el suelo.



La calidad y ejecución de la capa base son fundamentales para la durabilidad y el comportamiento a largo plazo del pavimento. Una capa base bien diseñada y construida previene problemas como la formación de baches, surcos y otras fallas que pueden surgir debido a la mala distribución de las cargas o al asentamiento del material base. Además, debe ser capaz de resistir los efectos del clima y el tráfico sin deteriorarse rápidamente, garantizando así la integridad estructural del pavimento.

- **Subbase:** La subbase se encuentra debajo de la capa de base y proporciona una superficie nivelada para colocar la base. También ayuda a drenar el agua lejos del pavimento y a prevenir la acumulación de humedad que pueda debilitar la estructura del pavimento. Suele estar compuesta de materiales granulares como arena, grava o suelo estabilizado.

La subbase es una capa crucial en la estructura de un pavimento, ubicada debajo de la capa base y directamente sobre el suelo de fundación (Saberian et al., 2023). Su función principal es proporcionar soporte adicional a la capa base y asegurar una plataforma estable para distribuir las cargas del tráfico a un área más amplia, lo que reduce la presión transmitida al suelo subyacente y previene el asentamiento excesivo y otras deformaciones del pavimento.

Generalmente, la subbase está compuesta de materiales granulares como grava, piedra triturada, arena o una mezcla de estos. Estos materiales son seleccionados por su capacidad para drenar el agua eficientemente, lo cual es crucial para mantener la estabilidad estructural del pavimento, especialmente en áreas propensas a la humedad o con problemas de drenaje (Zhao et al., 2023).

Además de proporcionar soporte estructural y drenaje, la subbase también actúa como una capa protectora para el suelo de fundación, impidiendo que las



tensiones del tráfico y las variaciones ambientales dañen directamente el suelo natural o causen inestabilidades que puedan comprometer la integridad del pavimento (Liu et al., 2022). La correcta instalación y compactación de la subbase son esenciales para asegurar la longevidad y el buen funcionamiento del pavimento, reduciendo así la necesidad de mantenimientos frecuentes y costosas

- **Suelo de Subrasante:** Es la capa más profunda del pavimento y proporciona soporte al resto de las capas. Debe tener la capacidad de carga adecuada para resistir las cargas de tráfico y evitar la deformación excesiva del pavimento. La subrasante puede ser el suelo natural o puede requerir mejoras mediante técnicas de estabilización del suelo.

La subrasante es la capa de terreno ubicada debajo de la estructura del pavimento en una carretera, extendiéndose hasta una profundidad que no compromete la capacidad de soporte de carga diseñada para el tráfico esperado. Esta capa, que puede ser tanto de material de corte como de relleno, debe ser adecuadamente compactada para alcanzar las especificaciones de secciones transversales y pendientes establecidas en los planos de diseño finales. El espesor requerido del pavimento depende en gran medida de las características de la subrasante. Por ello, es crucial que esta capa cumpla con criterios estrictos de resistencia y estabilidad, mostrando una adecuada incompresibilidad y resistencia frente a los efectos de expansión y contracción causados por variaciones en la humedad. Estos atributos son esenciales para garantizar la durabilidad y funcionalidad de la infraestructura vial (Camacho & Patricia, 2019).

La subrasante constituye la capa de suelo que soporta el paquete estructural de la carretera, extendiéndose hasta una profundidad en la que las



cargas del tráfico no ejercen influencia. Dependiendo de las características del terreno encontrado, esta capa puede ser conformada mediante técnicas de corte o de relleno. Una vez compactada, debe alcanzar las propiedades mecánicas deseadas, así como cumplir con las especificaciones de secciones transversales y pendientes delineadas en el diseño de la vía (Kermani et al., 2018)

El espesor necesario del pavimento está directamente relacionado con la calidad de la subrasante. Para asegurar la integridad estructural y la durabilidad de la carretera, la subrasante debe satisfacer rigurosos requisitos de estabilidad, incompresibilidad y resistencia frente a los cambios volumétricos inducidos por la humedad, tales como la expansión y la contracción. Estas características son vitales para preservar la funcionalidad y seguridad de la infraestructura vial a lo largo de su vida útil.

Tabla 2*Categoría de la subrasante*

Categorías de la subrasante	CBR
S0: Subrasantes inadecuadas	CBR < 3%
S1: Subrasantes pobres	CBR >3% a CBR <6%
S2: Subrasantes regulares	CBR >6% a CBR <10%
S3 Subrasantes buenas	CBR >10% a CBR <20%
S4: Subrasantes muy buenas	CBR >20% a CBR <30%
S5: Subrasantes excelentes	CBR > 30%

Nota: Se extrado del (MTC, 2014)

2.2.4.3. Tipos de pavimento

2.2.4.3.1. Pavimento flexible

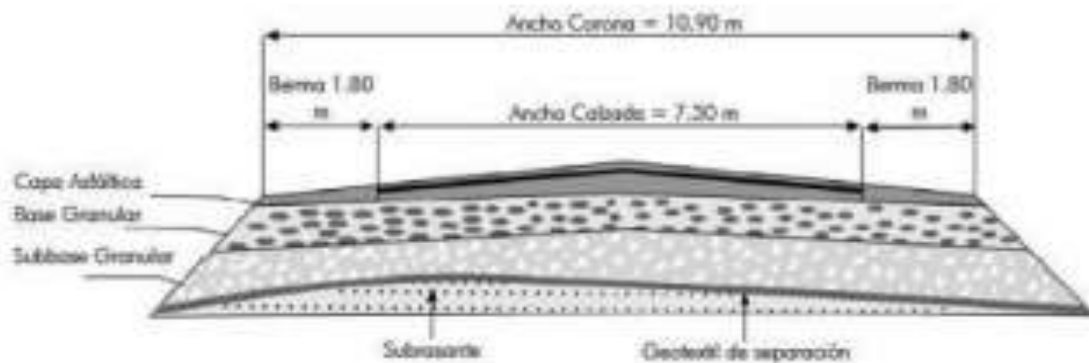
El pavimento flexible se caracteriza por su capacidad para soportar cargas mediante la distribución de tensiones a lo largo de una capa de asfalto flexible. Su estructura típica consta de varias capas de materiales, con la capa de rodadura (asfalto) como capa superior. Las capas inferiores, como la base y la subbase, suelen estar compuestas de materiales granulares como grava o piedra triturada (Flores, 2023).

El pavimento flexible es conocido por su capacidad para adaptarse a las deformaciones causadas por el tráfico y las condiciones climáticas, como la contracción y expansión debidas a cambios de temperatura. Esto lo hace especialmente adecuado para áreas con suelos que son propensos a movimientos y asentamientos. Además, el pavimento flexible es más económico

de construir y mantener en comparación con el pavimento rígido, lo que lo convierte en una opción popular para muchas carreteras y autopistas (Gupta et al., 2024).

Figura 1

Pavimento flexible



Nota: (Anyaipoma, 2019).

El pavimento flexible es un tipo de superficie de carretera construida con materiales que pueden flexionarse y adaptarse bajo la carga de tráfico. Los pavimentos flexibles generalmente están compuestos de varias capas de materiales, incluyendo una capa superficial de asfalto que se combina con áridos (como grava o piedra triturada). Esta capa superficial se apoya sobre capas base y subbase, que también están hechas de materiales granulares y tienen la capacidad de distribuir las cargas a lo largo de un área más amplia (Sun et al., 2024).

El diseño de los pavimentos flexibles permite que se deformen y recuperen ligeramente bajo las cargas de los vehículos, lo que ayuda a distribuir las tensiones y extender la vida útil de la carretera. La flexibilidad del asfalto, que es una mezcla de betún y áridos, es fundamental para este tipo de pavimento, ya

que puede soportar variaciones de temperatura y cargas de tráfico sin agrietarse tan fácilmente como los materiales rígidos como el concreto (Rout et al., 2023).

Los pavimentos flexibles son comunes en carreteras y autopistas, especialmente en climas con temperaturas variables, ya que su capacidad de adaptación minimiza el riesgo de daños serios causados por el congelamiento y el deshielo, así como por el calor extremo.

2.2.4.3.2. Pavimento rígido

El pavimento rígido se compone de una losa de concreto armado o pavimento de hormigón que se coloca sobre una base sólida. A diferencia del pavimento flexible, el pavimento rígido distribuye las cargas de tráfico a través de su estructura monolítica de concreto (Saca, 2022).

El pavimento rígido es un tipo de superficie de carretera compuesta principalmente de losas de concreto de cemento Portland. Este tipo de pavimento se caracteriza por su capacidad para soportar cargas pesadas a través de la resistencia del material mismo, más que por la flexibilidad de sus capas, como es el caso con los pavimentos flexibles (Zhao et al., 2023).

Las losas de concreto que componen el pavimento rígido son duraderas y capaces de soportar una considerable cantidad de estrés sin deformarse significativamente. El concreto es menos susceptible a las deformaciones permanentes que el asfalto, lo que hace que los pavimentos rígidos sean especialmente adecuados para áreas con tráfico pesado y constante, como aeropuertos, carreteras principales y áreas industriales (Rout et al., 2023).

Además, los pavimentos rígidos requieren menos mantenimiento en comparación con los flexibles y tienen una vida útil más larga. Sin embargo, su construcción inicial es más costosa y su reparación puede ser más complicada



y costosa en comparación con los pavimentos flexibles. La rigidez del concreto también permite que estas carreteras resistan mejor los efectos de cargas repetidas, aunque pueden ser más susceptibles a daños por congelación y deshielo si no están adecuadamente diseñados o construidos con materiales de calidad y técnicas apropiadas.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

a. ESTABILIZACIÓN. - La estabilización de suelos es un proceso que consiste en mejorar las propiedades físicas de un suelo para hacerlo más estable y apto para la construcción y otros usos específicos. Este proceso puede incluir el aumento de la resistencia del suelo, la reducción de su compresibilidad, o la limitación de la absorción de agua y la expansión del suelo. La estabilización se puede lograr mediante diferentes métodos, dependiendo de las características del suelo y del proyecto.

b. 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 el uso de tecnologías avanzadas como el escaneo con láser o la radarografía de penetración en el suelo.

c. DISEÑO DE PAVIMENTOS. - El diseño de pavimentos es el proceso técnico mediante el cual se planifica la estructura de un pavimento para que sea capaz de soportar el tráfico vehicular y las condiciones ambientales durante su vida útil prevista. Este proceso requiere la consideración de varios factores,



incluyendo el volumen y tipo de tráfico, las condiciones del suelo, los materiales disponibles, y las condiciones climáticas.

d. SUBRASANTE. - El diseño de pavimentos es el proceso técnico mediante el cual se planifica la estructura de un pavimento para que sea capaz de soportar el tráfico vehicular y las condiciones ambientales durante su vida útil prevista. Este proceso requiere la consideración de varios factores, incluyendo el volumen y tipo de tráfico, las condiciones del suelo, los materiales disponibles, y las condiciones climáticas.

e. 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.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

El enfoque cuantitativo se refiere a un paradigma que enfatiza la cuantificación en la recolección y análisis de datos. Este enfoque se caracteriza por la utilización de métodos sistemáticos y empíricos de investigación para probar hipótesis y teorías. En el enfoque cuantitativo, la investigación se lleva a cabo de manera objetiva. Los investigadores buscan minimizar o eliminar sesgos y se esfuerzan por controlar las variables externas que podrían influir en los resultados. La información recopilada se cuantifica y se utiliza estadística para analizar los datos. Esto permite una comparación precisa y detallada de las variables estudiadas (Alfonso et al., 2020).

3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación científico es un proceso sistemático, organizado y objetivo para generar conocimiento sobre fenómenos y realidades. El proceso inicia con la observación cuidadosa de fenómenos y hechos, seguido de la identificación de un problema de investigación específico. Este problema debe ser claro, preciso y susceptible de ser investigado científicamente (Alfonso et al., 2020).



3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación aplicada es un enfoque metodológico que se centra en la aplicación práctica de los conocimientos y teorías para resolver problemas concretos, mejorar procesos, tecnologías o políticas, y generar innovaciones útiles en campos específicos. A diferencia de la investigación básica, que busca expandir el conocimiento teórico sin un enfoque inmediato en sus aplicaciones prácticas, la investigación aplicada está dirigida hacia objetivos específicos y prácticos. Este tipo de investigación utiliza metodologías científicas para abordar problemas prácticos y genera soluciones o mejoras que pueden ser implementadas en el mundo real (Baena, 2017).

3.4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La investigación explicativa va más allá de la descripción y busca explicar las razones o causas de los fenómenos observados. Este nivel de investigación se enfoca en el "por qué" ocurren las cosas, intentando establecer relaciones causales y de efecto entre variables. En la investigación explicativa, se utilizan métodos como experimentos controlados, estudios longitudinales y análisis de regresión para probar hipótesis y teorías que expliquen las relaciones entre variables. Ejemplos incluyen investigar la causa de un fenómeno social, estudiar los efectos de una intervención educativa, o analizar los impactos de un cambio tecnológico en una industria (Baena, 2017).

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación experimental es un enfoque metodológico en el que el investigador manipula una o más variables independientes para determinar sus efectos sobre una o más variables dependientes, dentro de un entorno controlado. Este tipo de diseño es fundamental para establecer



relaciones causales y comprobar hipótesis de forma sistemática y controlada. En un diseño experimental típico, los participantes son asignados aleatoriamente a grupos de tratamiento o control para asegurar que las diferencias observadas en la variable dependiente sean el resultado de la manipulación de la variable independiente y no de otras variables confundentes (Alfonso et al., 2020).

3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.6.1. Población

La población, se refiere al conjunto completo de individuos, eventos o elementos que poseen las características específicas que el investigador desea estudiar. La población es la entidad total de la cual el investigador desea generalizar los resultados de su estudio. Identificar correctamente la población es crucial, ya que define el alcance y la relevancia de las conclusiones de la investigación.

La población incluye todas las vías de baja transitabilidad ubicados en la salida hacia Arequipa de la ciudad de Juliaca.

3.6.2. Muestra

La muestra, es un subconjunto de la población que se selecciona para la participación en el estudio. Dado que en muchos casos es impracticable o imposible estudiar toda la población debido a limitaciones de tiempo, costo y esfuerzo, se selecciona una muestra que sea representativa de la población. Esto significa que la muestra debe contener las características de la población en proporciones similares, permitiendo así que los resultados del estudio se generalicen a toda la población.

Las muestras fueron los puntos de exploración en las vías estudiadas.



3.7. PROCEDIMIENTO

Se realizó una recopilación bibliográfica sobre el uso de desechos de pavimentos como agregados en concretos, incluyendo una revisión de literatura sobre técnicas de reciclaje, propiedades de los agregados reciclados, y su impacto en la calidad del concreto. Asimismo se realizó la identificación de sitios de demolición, construcción y rehabilitación de carreteras en Juliaca donde se generan desechos de pavimentos.

3.8. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

- Observación
- Análisis de datos

3.8.1. Instrumentos

- Equipos de laboratorio
- Herramientas de laboratorio

3.9. VALIDACIÓN Y DE INSTRUMENTOS Y CONFIABILIDAD

3.9.1. Validación de instrumentos

La validación de instrumentos se refiere al proceso de verificación de que el instrumento realmente mide lo que pretende medir. Esto implica asegurar que el instrumento es válido, es decir, que captura adecuadamente el constructo teórico que está siendo investigado.

Validación de instrumentos fueron realizadas por el laboratorio.

3.9.2. Confiabilidad de instrumentos

La confiabilidad de un instrumento se refiere a la consistencia de las mediciones que proporciona. Un instrumento confiable produce resultados estables y coherentes en repetidas aplicaciones en condiciones similares.

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

3.10. TRABAJOS DE CAMPO

3.10.1. Recolección de materiales

Primero, realizamos la extracción de muestras mediante calicatas, empleando la excavación como método destructivo tanto en la vía principal como en la vía alterna. Una vez extraídas las muestras, procedimos a realizar los ensayos correspondientes para evaluar las propiedades del material y la estructura del pavimento. Este proceso es crucial para obtener datos precisos sobre las condiciones actuales de las vías y determinar la eficacia de las técnicas de estabilización aplicadas.

Figura 2

Vías de estudio



La franja roja es la vía principal estudiada y la franja celeste es la vía alterna estudiada.



3.11. PRUEBAS EN LABORATORIO

3.11.1. 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:

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

3.11.2. 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.

3.11.3. Límite 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

- a. Selección y Preparación de la Muestra: Iniciar con una pequeña porción de suelo de aproximadamente 2 gramos.
- b. 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.
- c. 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.
- d. Registro del Peso: Colocar la muestra en un envase metálico y registrar el peso del espécimen junto con el envase para su posterior análisis.

3.11.4. 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.

3.11.5. 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 finos 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.

3.11.6. 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.

3.11.7. 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).



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS OBTENIDOS

En este capítulo, llevamos a cabo una evaluación exhaustiva de los resultados obtenidos en el laboratorio. Para ello, utilizamos tablas y gráficos que facilitan la interpretación y comparación de los datos recopilados. Este análisis nos permite verificar la efectividad de los métodos empleados y la consistencia de los resultados obtenidos. Además, profundizamos en un análisis detallado sobre la evaluación estructural de vías. Este estudio incluye la exploración de alternativas de diseño que priorizan la sostenibilidad y la eficiencia en el uso de materiales. Un enfoque significativo de esta sección es la reducción de los espesores de las capas estructurales mediante técnicas de estabilización.

4.2. PROPIEDADES DEL SUELO DE LAS VÍAS DE SALIDA AREQUIPA

4.2.1. Propiedades de la vía principal de la salida Arequipa

a) Propiedades de la base

Tabla 3

Límites encontrados en la base

Explo.	Límites		
	LL (%)	LP (%)	IP (%)
E-1	15.96	14.41	1.56
E-2	N.P.	N.P.	N.P.
E-3	N.P.	N.P.	N.P.

Según el MTC, el índice de plasticidad en la base de un diseño de pavimento flexible debería ser NP (No Plástico); sin embargo, en nuestra primera muestra exploratoria, observamos un índice del 1.56%, mientras que en las demás muestras se cumplió con lo establecido por la MTC EG-2013.

Tabla 4

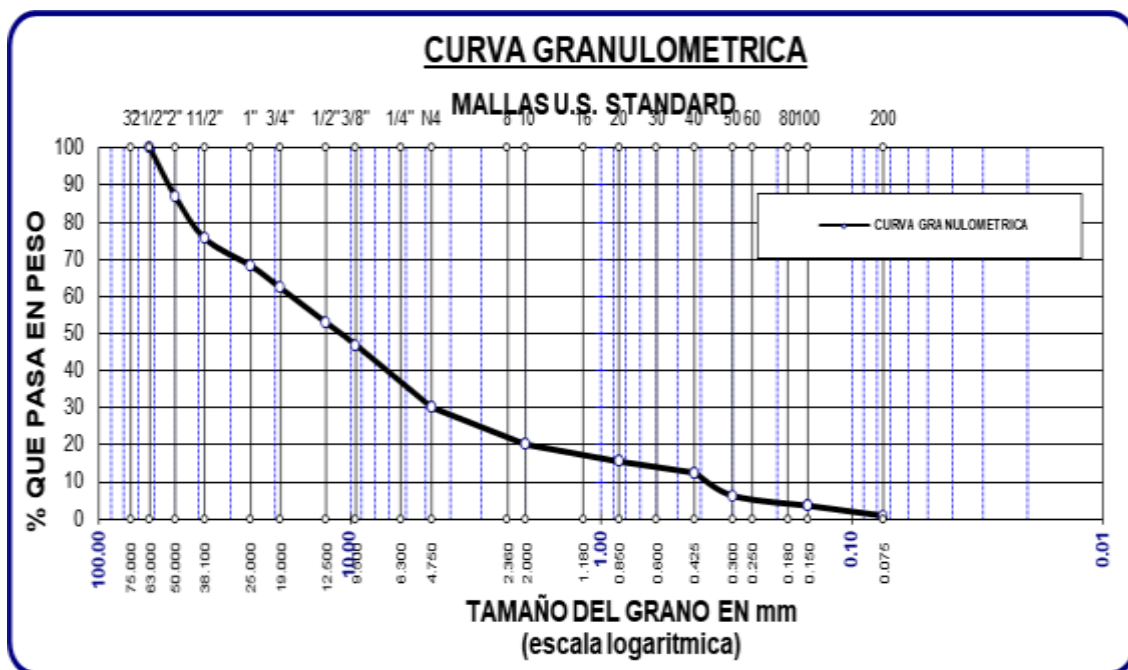
Granulometría de la exploración 1

TAMIZ	PESOS	%RETENIDOS	%RETENIDOS	% QUE
ASTM	RETENIDOS	PARCIALES	ACUMULADOS	PASAN
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	454.00	12.97	12.97	87.03
1 1/2"	398.00	11.37	24.34	75.66
1"	256.00	7.31	31.66	68.34
3/4"	212.00	6.06	37.71	62.29
1/2"	327.00	9.34	47.06	52.94
3/8"	213.00	6.09	53.14	46.86

No4	587.00	16.77	69.91	30.09
No10	350.23	10.01	79.92	20.08
No20	160.51	4.59	84.51	15.49
No40	105.30	3.01	87.52	12.48
No 50	217.54	6.22	93.73	6.27
No100	94.42	2.70	96.43	3.57
No200	95.00	2.71	99.14	0.86
BASE	30.00	0.86	100.00	0.00
TOTAL	3500.00	100.00		
% PERDIDA	0.86			

Figura 3

Granulometría de la exploración 1



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la base del pavimento flexible de la carretera principal de salida hacia Arequipa.

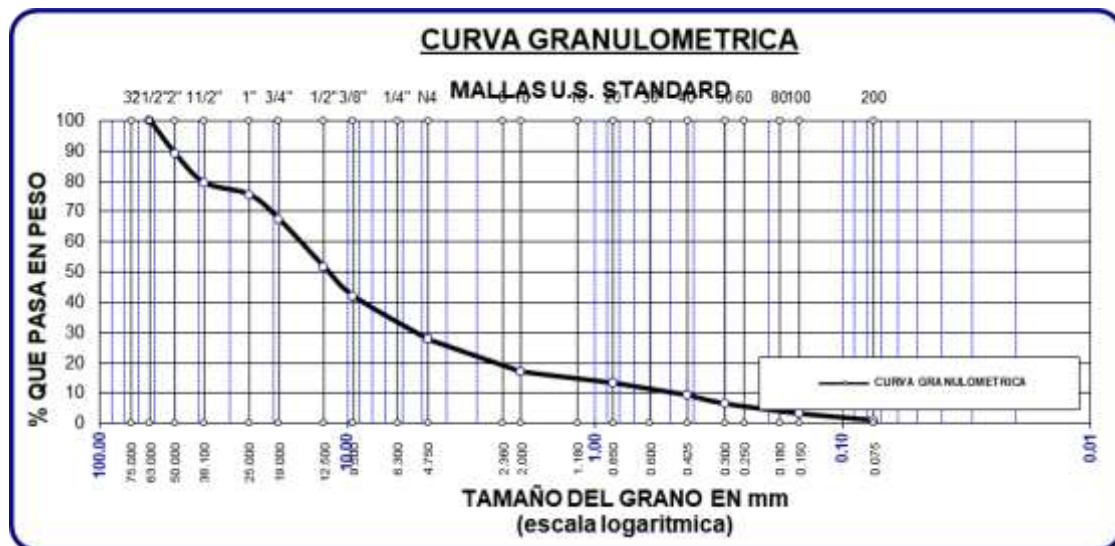
Tabla 5

Granulometría de la exploración 2

TAMIZ ASTM	PESOS RETENIDOS	%RETENIDOS PARCIALES	%RETENIDOS ACUMULADOS	% QUE PASAN
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	324.00	10.80	10.80	89.20
1 1/2"	291.00	9.70	20.50	79.50
1"	120.00	4.00	24.50	75.50
3/4"	243.00	8.10	32.60	67.40
1/2"	472.00	15.73	48.33	51.67
3/8"	290.00	9.67	58.00	42.00
No4	429.00	14.30	72.30	27.70
No10	321.34	10.71	83.01	16.99
No20	109.37	3.65	86.66	13.34
No40	120.91	4.03	90.69	9.31
No 50	84.92	2.83	93.52	6.48
No100	99.91	3.33	96.85	3.15
No200	64.92	2.16	99.01	0.99
BASE	29.63	0.99	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	0.99			

Figura 4

Granulometría de la exploración 2



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la base del pavimento flexible de la carretera principal de salida hacia Arequipa.

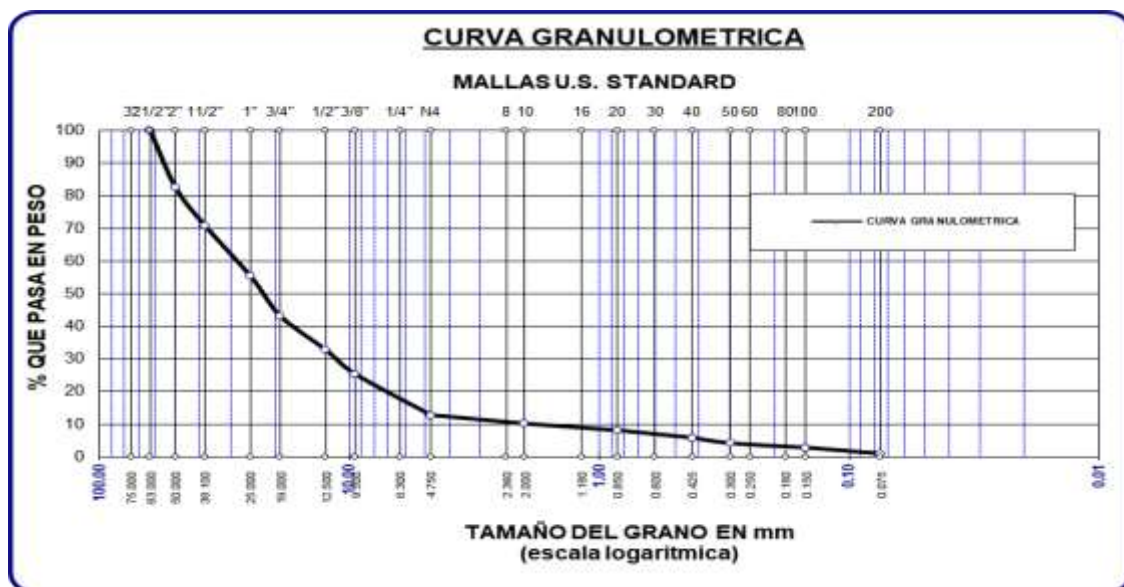
Tabla 6

Granulometría de la exploración 3

TAMIZ ASTM	PESOS RETENIDOS	%RETENIDOS PARCIALES	%RETENIDOS ACUMULADOS	% QUE PASAN
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	521.00	17.37	17.37	82.63
1 1/2"	352.00	11.73	29.10	70.90
1"	468.00	15.60	44.70	55.30
3/4"	367.00	12.23	56.93	43.07
1/2"	312.00	10.40	67.33	32.67
3/8"	224.00	7.47	74.80	25.20
No4	375.00	12.50	87.30	12.70
No10	79.62	2.65	89.95	10.05
No20	61.34	2.04	92.00	8.00
No40	68.36	2.28	94.28	5.72
No 50	50.34	1.68	95.96	4.04
No100	40.89	1.36	97.32	2.68
No200	55.24	1.84	99.16	0.84
BASE	25.21	0.84	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	0.84			

Figura 5

Granulometría de la exploración 3



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la base del pavimento flexible de la carretera principal de salida hacia Arequipa.

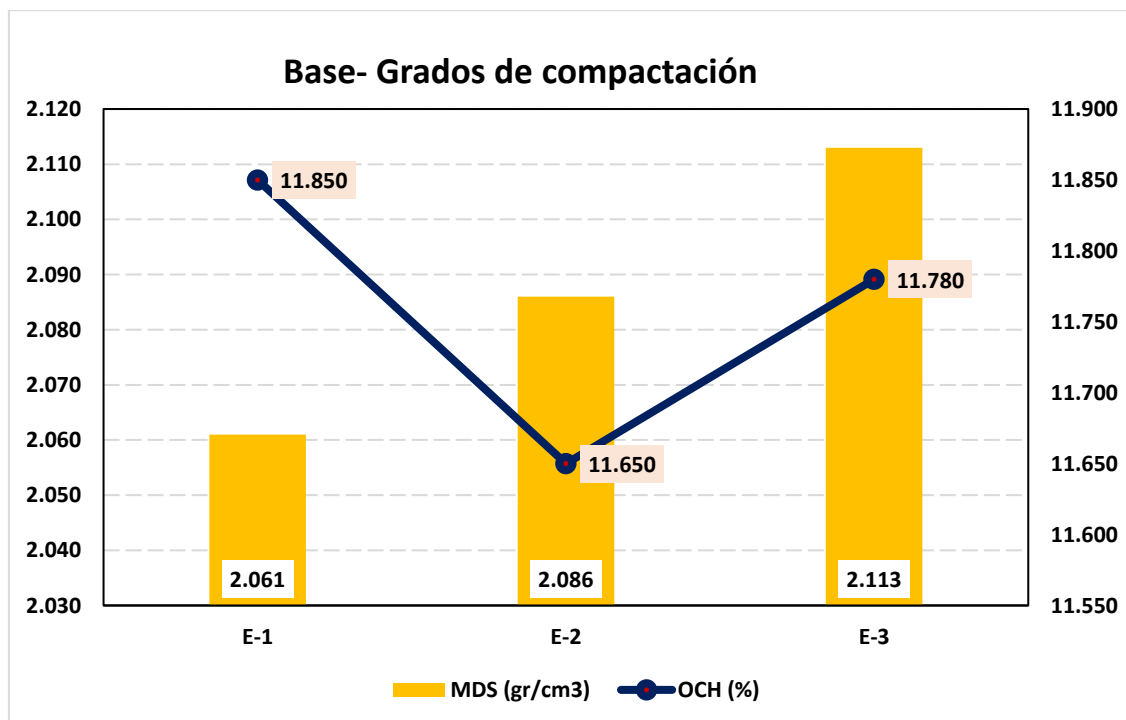
Tabla 7

Grado de compactación de la base

Compactación		
Explo.	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
E-1	2.061	11.850
E-2	2.086	11.650
E-3	2.113	11.780

Figura 6

Grados de compactación de la base



Se muestra el grado de compactación de las tres muestras exploratorias de la base del pavimento flexible en la vía principal de salida hacia Arequipa.

Tabla 8*CBR de la base*

Descripción	CBR	
	CBR-100%	CBR-95%
E-1	91.51	71.50
E-2	87.50	67.90
E-3	92.41	72.43

Se presenta el CBR obtenido de la base del pavimento flexible de la vía principal de salida de Arequipa.

b) Propiedades de la subbase**Tabla 9***Límites encontrados en la subbase*

Explo.	Límites		
	LL (%)	LP (%)	IP (%)
E-1	NP.	NP.	NP.
E-2	NP.	NP.	NP.
E-3	NP.	NP.	NP.

El índice de plasticidad, en la subbase del pavimento flexible de la vía principal de la salida Arequipa fue no plástico

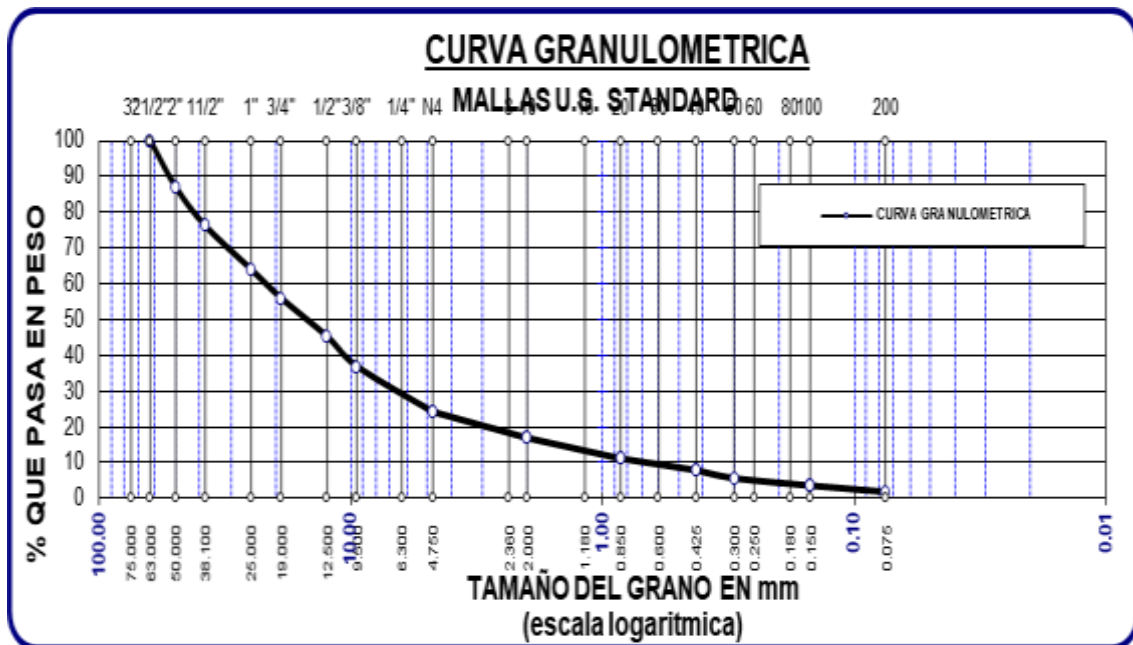
Tabla 10*Granulometría de la exploración 1*

TAMIZ ASTM	PESOS RETENIDOS	%RETENIDOS PARCIALES	%RETENIDOS ACUMULADOS	% QUE PASAN
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	389.00	12.97	12.97	87.03
1 1/2"	327.00	10.90	23.87	76.13
1"	367.00	12.23	36.10	63.90
3/4"	241.00	8.03	44.13	55.87

1/2"	321.00	10.70	54.83	45.17
3/8"	252.00	8.40	63.23	36.77
No4	381.00	12.70	75.93	24.07
No10	220.31	7.34	83.28	16.72
No20	172.34	5.74	89.02	10.98
No40	98.62	3.29	92.31	7.69
No 50	67.52	2.25	94.56	5.44
No100	61.34	2.04	96.60	3.40
No200	53.21	1.77	98.38	1.62
BASE	48.66	1.62	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	1.62			

Figura 7

Granulometría de la exploración 1



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la subbase del pavimento flexible de la carretera de salida hacia Arequipa.

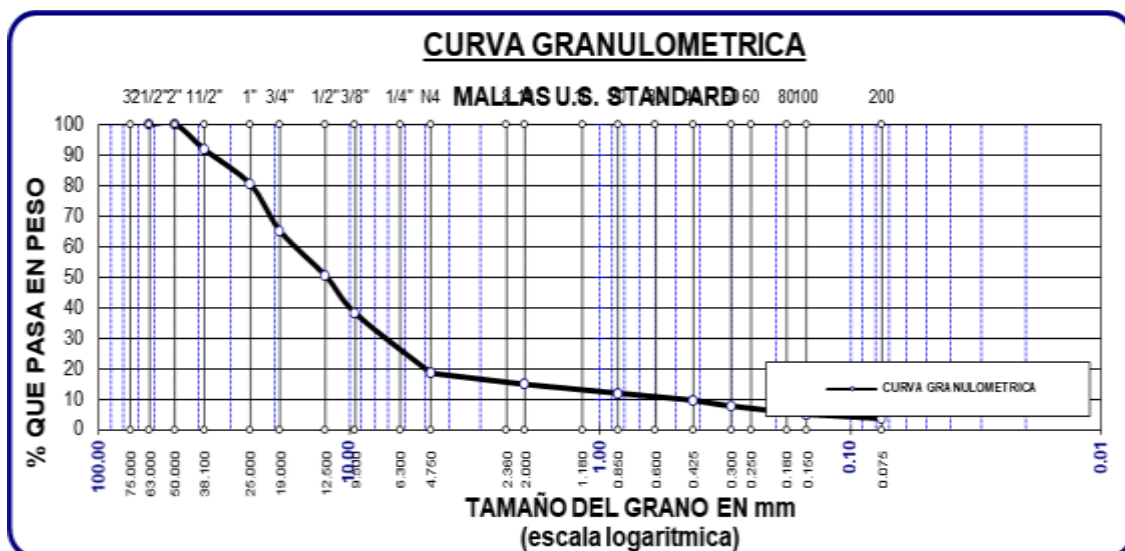
Tabla 11

Granulometría de la exploración 2

TAMIZ ASTM	PESOS RETENIDOS	%RETENIDOS PARCIALES	%RETENIDOS ACUMULADOS	% QUE PASAN
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	251.00	8.37	8.37	91.63
1"	341.00	11.37	19.73	80.27
3/4"	462.00	15.40	35.13	64.87
1/2"	442.00	14.73	49.87	50.13
3/8"	368.00	12.27	62.13	37.87
No4	587.00	19.57	81.70	18.30
No10	109.34	3.64	85.34	14.66
No20	87.00	2.90	88.24	11.76
No40	69.32	2.31	90.56	9.44
No 50	57.31	1.91	92.47	7.53
No100	81.24	2.71	95.17	4.83
No200	41.31	1.38	96.55	3.45
BASE	103.48	3.45	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	3.45			

Figura 8

Granulometría de la exploración 2



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la subbase del pavimento flexible de la carretera de salida hacia Arequipa.

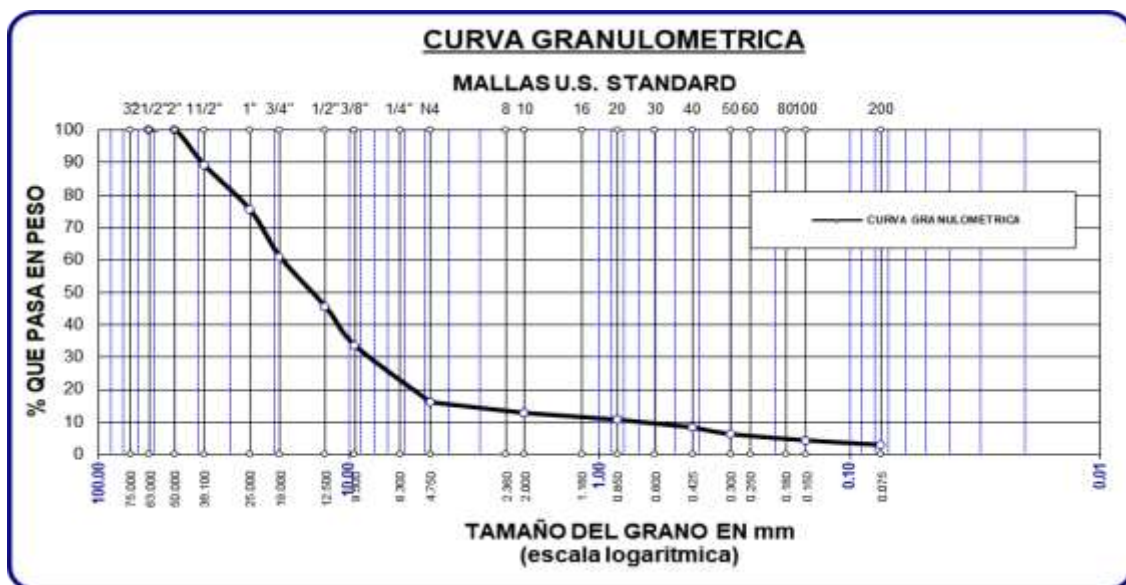
Tabla 12

Granulometría de la exploración 3

TAMIZ ASTM	PESO S RETENIDOS	%RETENIDOS PARCIALES	%RETENIDOS ACUMULADOS	% QUE PASAN
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	327.00	10.90	10.90	89.10
1"	412.00	13.73	24.63	75.37
3/4"	435.00	14.50	39.13	60.87
1/2"	462.00	15.40	54.53	45.47
3/8"	361.00	12.03	66.57	33.43
No4	524.00	17.47	84.03	15.97
No10	98.34	3.28	87.31	12.69
No20	62.37	2.08	89.39	10.61
No40	71.24	2.37	91.77	8.24
No 50	62.37	2.08	93.84	6.16
No100	58.62	1.95	95.80	4.20
No200	42.31	1.41	97.21	2.79
BASE	83.75	2.79	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	2.79			

Figura 9

Granulometría de la exploración 3



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la subbase del pavimento flexible de la carretera de salida hacia Arequipa.

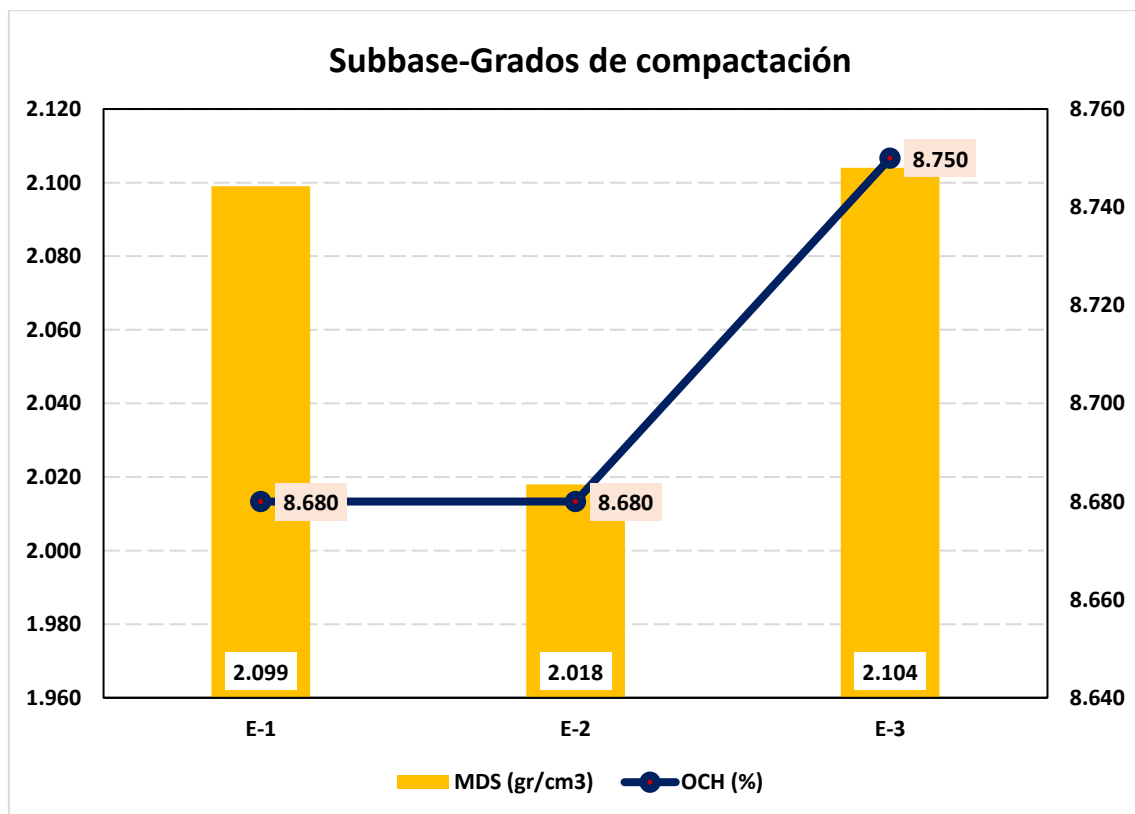
Tabla 13

Grado de compactación de la subbase

Compactación		
Explo.	MDS (gr/cm3)	OCH (%)
E-1	2.099	8.680
E-2	2.018	8.680
E-3	2.104	8.750

Figura 10

Grados de compactación de la subbase



Se muestra el grado de compactación de las tres muestras exploratorias de la subbase del pavimento flexible en la vía principal de salida hacia Arequipa.

Tabla 14*CBR de la subbase*

Descripción	CBR	
	CBR-100%	CBR-95%
E-1	55.19	47.09
E-2	52.15	45.14
E-3	52.59	45.00

Se presenta el CBR obtenido de la base del pavimento flexible de la vía principal de la salida de Arequipa.

c) Propiedades de la subrasante**Tabla 15***Limites encontrados en la subrasante*

Explo.	Límites		
	LL (%)	LP (%)	IP (%)
E-1	39.84	21.68	18.6
E-2	39.98	21.64	18.34
E-3	39.54	21.34	18.19

Se presenta el índice de plasticidad encontrado en los tres puntos de muestras, revelando un índice de plasticidad medio en la subrasante de la vía principal de salida de Arequipa.

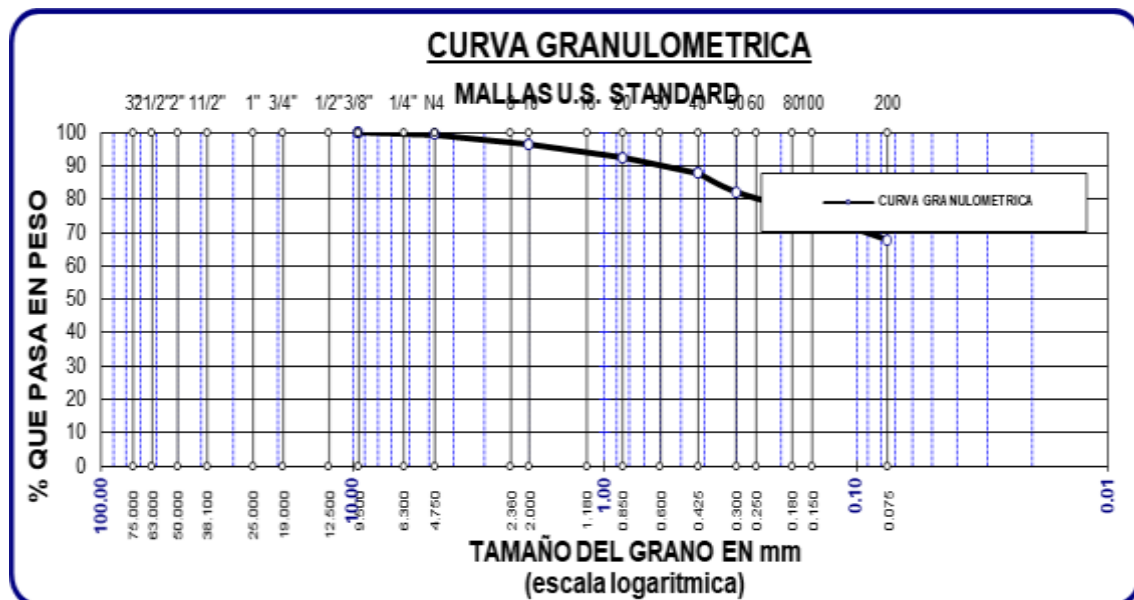
Tabla 16

Granulometría de la exploración 1

TAMIZ ASTM	PESOS RETENIDOS	%RETENIDOS PARCIALES	%RETENIDOS ACUMULADOS	% QUE PASAN
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
No4	1.56	0.78	0.78	99.22
No10	5.68	2.84	3.62	96.38
No20	7.84	3.92	7.54	92.46
No40	9.62	4.81	12.35	87.65
No 50	11.24	5.62	17.97	82.03
No100	13.24	6.62	24.59	75.41
No200	15.62	7.81	32.40	67.60
BASE	135.20	67.60	100.00	0.00
TOTAL	200.00	100.00		
% PERDIDA	67.60			

Figura 11

Granulometría de la exploración 1



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la subrasante del pavimento flexible de la carretera de salida hacia Arequipa.

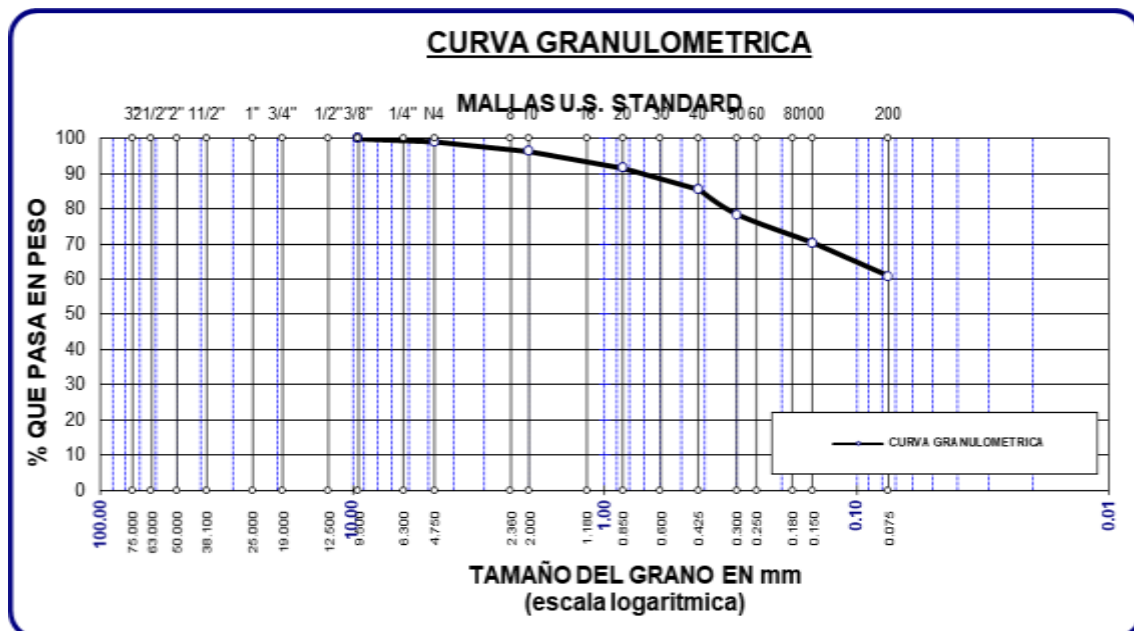
Tabla 17

Granulometría de la exploración 2

TAMIZ ASTM	PESOS RETENIDOS	%RETENIDOS PARCIALES	%RETENIDOS ACUMULADOS	% QUE PASAN
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
No4	2.54	0.85	0.85	99.15
No10	8.34	2.78	3.63	96.37
No20	14.34	4.78	8.41	91.59
No40	18.24	6.08	14.49	85.51
No 50	21.24	7.08	21.57	78.43
No100	24.34	8.11	29.68	70.32
No200	28.60	9.53	39.21	60.79
BASE	182.36	60.79	100.00	0.00
TOTAL	300.00	100.00		
% PERDIDA	60.79			

Figura 12

Granulometría de la exploración 2



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la subrasante del pavimento flexible de la carretera de salida hacia Arequipa.

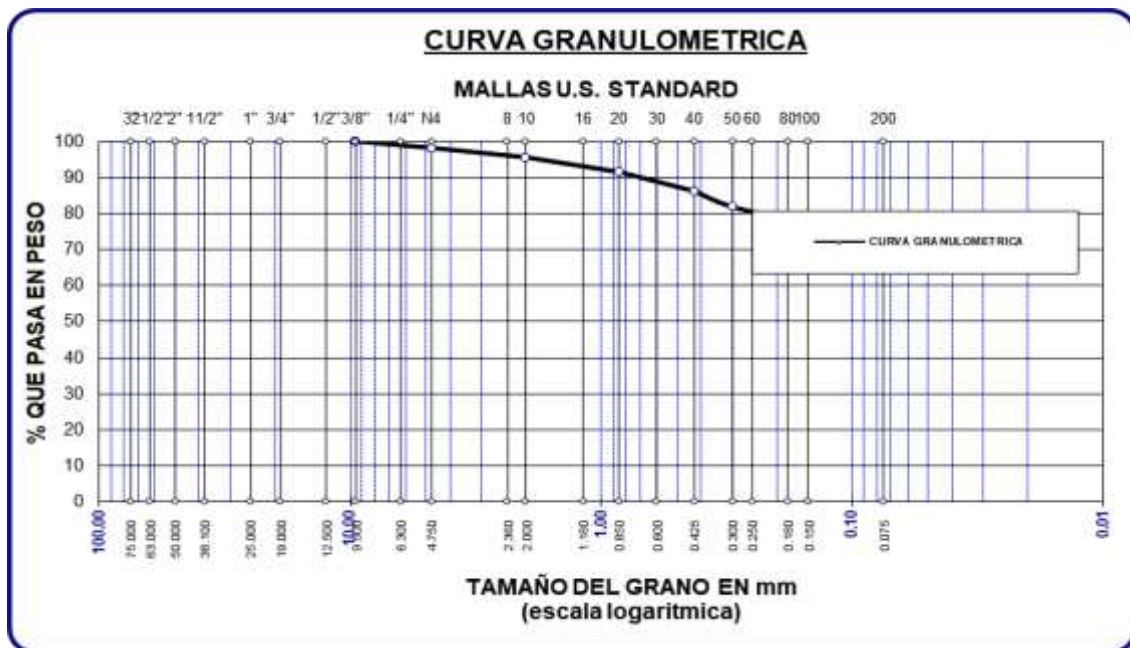
Tabla 18

Granulometría de la exploración 3

TAMIZ ASTM	PESOS RETENIDOS	%RETENIDOS PARCIALES	%RETENIDOS ACUMULADOS	% QUE PASAN
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
No4	3.65	1.83	1.83	98.18
No10	5.21	2.61	4.43	95.57
No20	8.16	4.08	8.51	91.49
No40	10.62	5.31	13.82	86.18
No 50	8.67	4.34	18.16	81.85
No100	9.64	4.82	22.98	77.03
No200	13.52	6.76	29.74	70.27
BASE	140.53	70.27	100.00	0.00
TOTAL	200.00	100.00		
% PERDIDA	70.27			

Figura 13

Granulometría de la exploración 3



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la subrasante del pavimento flexible de la carretera de salida hacia Arequipa.

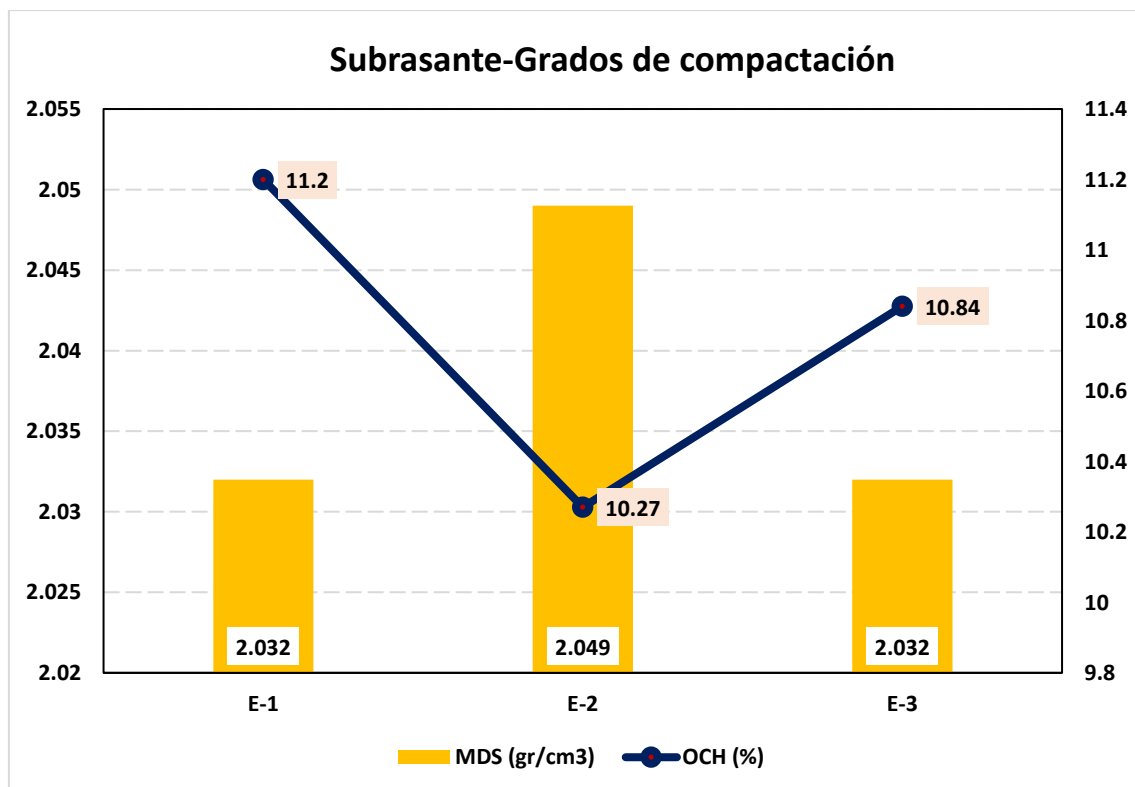
Tabla 19

Grado de compactación de la subrasante

Compactación		
Explo.	MDS (gr/cm3)	OCH (%)
E-1	2.032	11.20
E-2	2.049	10.27
E-3	2.032	10.84

Figura 14

Grado de compactación de la subrasante



Se muestra el grado de compactación de las tres muestras exploratorias de la subrasante del pavimento flexible en la vía principal de salida hacia Arequipa.

Tabla 20*CBR de la subrasante*

Descripción	CBR	
	CBR-100%	CBR-95%
E-1	11.12	9.0
E-2	11.46	9.10
E-3	10.48	8.56

Se presenta el CBR obtenido de la subrasante del pavimento flexible de la vía principal de la salida de Arequipa.

4.2.2. Propiedades de la vía alterna de la salida Arequipa

d) Propiedades de la base

Tabla 21*Limites encontrados en la base*

Límites	
Explo.	IP (%)
E-1	NP
E-2	NP
E-3	NP

Según el MTC, el índice de plasticidad en la base de un diseño de pavimento flexible debería ser NP (No Plástico); se muestra que el índice de plasticidad en la vía alterna de la salida Arequipa cumplió con lo establecido por la MTC EG-2013.

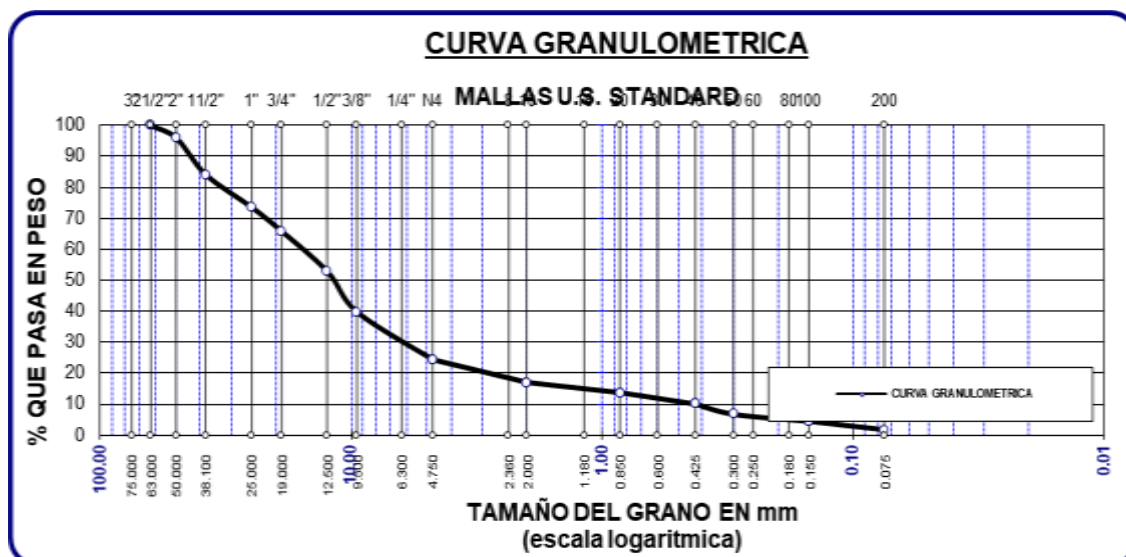
Tabla 22

Granulometría de la exploración 1

TAMIZ ASTM	PESOS RETENIDOS	%RETENIDOS PARCIALES	%RETENIDOS ACUMULADOS	% QUE PASAN
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	120.00	4.00	4.00	96.00
1 1/2"	356.37	11.88	15.88	84.12
1"	316.34	10.54	26.42	73.58
3/4"	231.54	7.72	34.14	65.86
1/2"	389.64	12.99	47.13	52.87
3/8"	394.31	13.14	60.27	39.73
No4	459.64	15.32	75.59	24.41
No10	221.34	7.38	82.97	17.03
No20	99.64	3.32	86.29	13.71
No40	110.68	3.69	89.98	10.02
No 50	98.74	3.29	93.27	6.73
No100	68.34	2.28	95.55	4.45
No200	82.34	2.74	98.30	1.70
BASE	51.08	1.70	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	1.70			

Figura 15

Granulometría de la exploración 1



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la base del pavimento flexible de la vía alterna de la salida Arequipa.

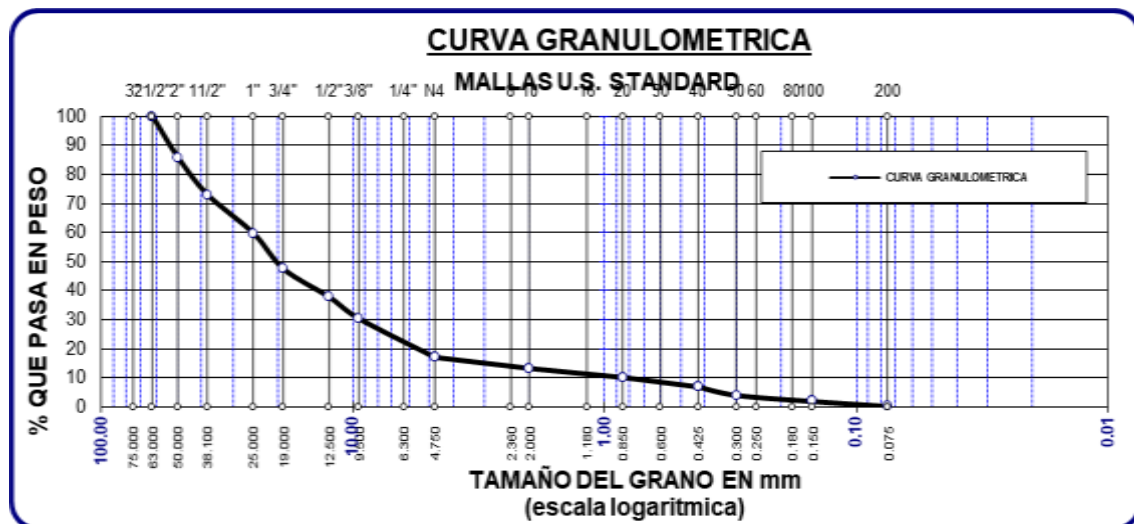
Tabla 23

Granulometría de la exploración 2

TAMIZ ASTM	PESOS RETENIDOS	%RETENIDOS PARCIALES	%RETENIDOS ACUMULADOS	% QUE PASAN
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	421.00	14.03	14.03	85.97
1 1/2"	387.00	12.90	26.93	73.07
1"	398.00	13.27	40.20	59.80
3/4"	367.00	12.23	52.43	47.57
1/2"	290.00	9.67	62.10	37.90
3/8"	224.00	7.47	69.57	30.43
No4	397.00	13.23	82.80	17.20
No10	114.37	3.81	86.61	13.39
No20	92.67	3.09	89.70	10.30
No40	97.84	3.26	92.96	7.04
No 50	87.62	2.92	95.88	4.12
No100	62.45	2.08	97.97	2.04
No200	51.38	1.71	99.68	0.32
BASE	9.67	0.32	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	0.32			

Figura 16

Granulometría de la exploración 2



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la base del pavimento flexible de la vía alterna de la salida hacia Arequipa.

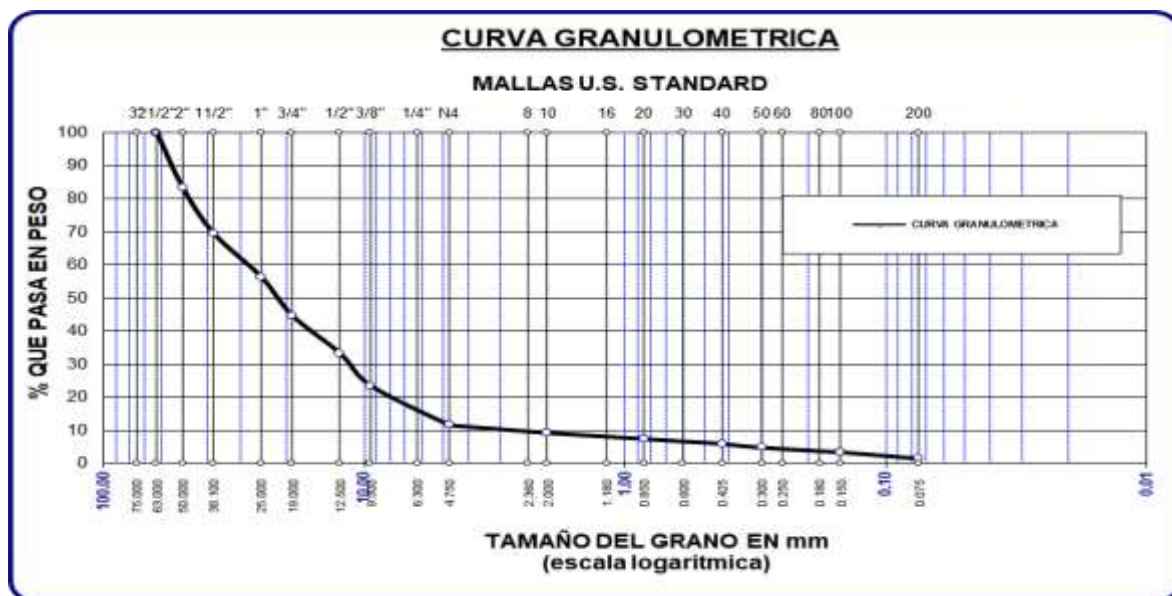
Tabla 24

Granulometría de la exploración 3

TAMIZ ASTM	PESOS RETENIDOS	%RETENIDOS PARCIALES	%RETENIDOS ACUMULADOS	% QUE PASAN
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	502.00	16.73	16.73	83.27
1 1/2"	412.31	13.74	30.48	69.52
1"	394.62	13.15	43.63	56.37
3/4"	350.27	11.68	55.31	44.69
1/2"	337.24	11.24	66.55	33.45
3/8"	296.31	9.88	76.43	23.58
No4	357.64	11.92	88.35	11.65
No10	69.32	2.31	90.66	9.34
No20	54.31	1.81	92.47	7.53
No40	44.31	1.48	93.94	6.06
No 50	34.62	1.15	95.10	4.90
No100	41.34	1.38	96.48	3.52
No200	57.64	1.92	98.40	1.60
BASE	48.07	1.60	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	1.60			

Figura 17

Granulometría de la exploración 3



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la base del pavimento flexible de la vía alterna de la salida Arequipa.

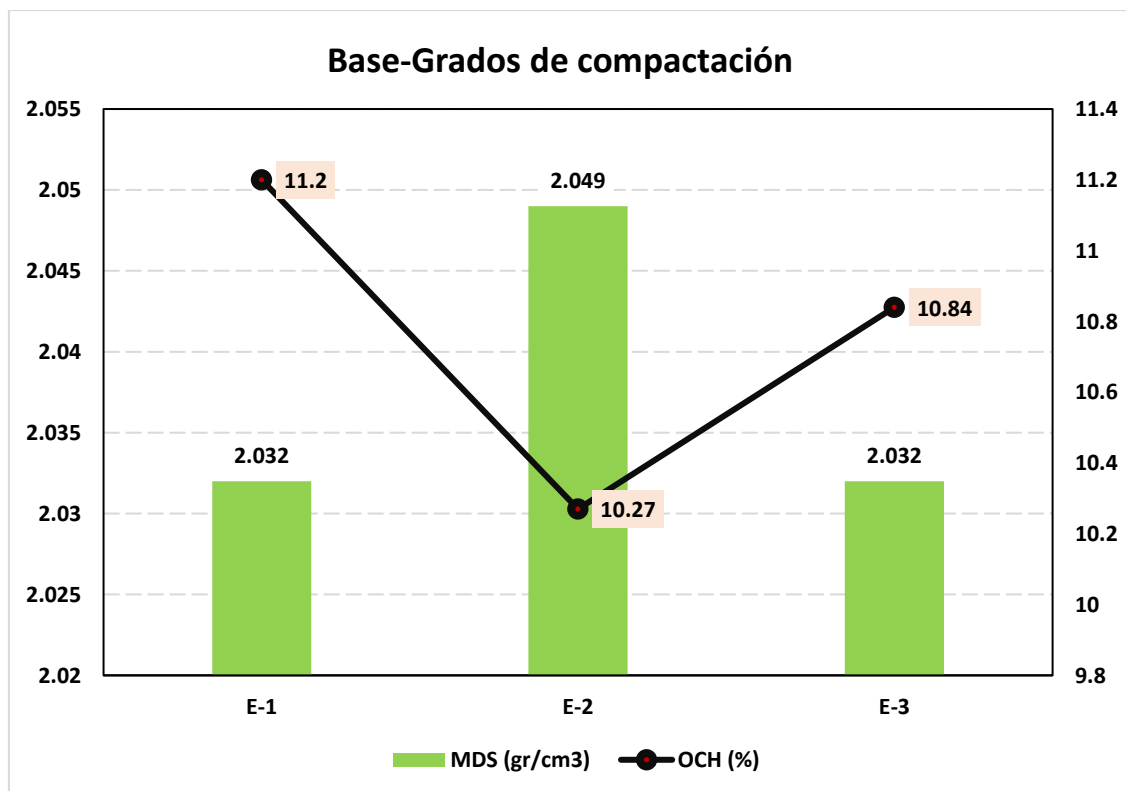
Tabla 25

Grado de compactación de la base

Compactación		
Explo.	MDS (gr/cm3)	OCH (%)
E-1	2.063	11.58
E-2	2.084	11.14
E-3	2.116	10.93

Figura 18

Grado de compactación de la base



Se muestra el grado de compactación de las tres muestras exploratorias de la base del pavimento flexible en la vía alterna de salida Arequipa.



Tabla 26

CBR de la base

Descripción	CBR	
	CBR-100%	CBR-95%
E-1	68.21	55.21
E-2	64.52	48.18
E-3	67.84	47.30

Se presenta el CBR obtenido de la base del pavimento flexible de la vía alterna de salida Arequipa.

e) Propiedades de la subbase

Tabla 27

Limites encontrados en la subbase

Explo.	Límites		
	LL (%)	LP (%)	IP (%)
E-1	NP.	NP.	NP.
E-2	NP.	NP.	NP.
E-3	NP.	NP.	NP.

El índice de plasticidad, en la subbase del pavimento flexible de la vía alterna de la salida Arequipa fue no plástico

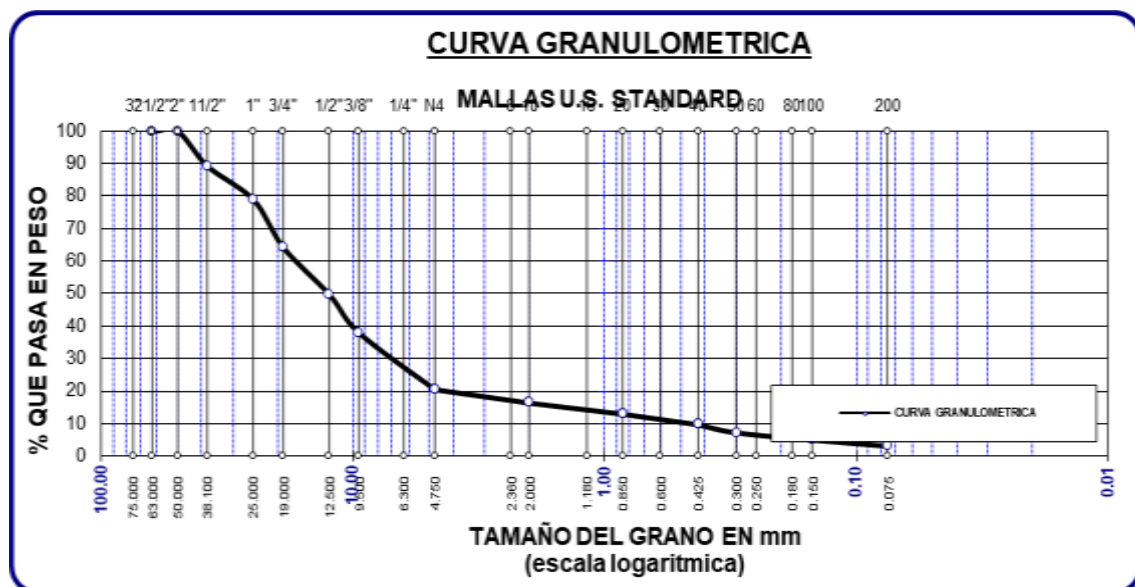
Tabla 28

Granulometría de la exploración 1

TAMIZ ASTM	PESOS RETENIDOS	%RETENIDOS PARCIALES	%RETENIDOS ACUMULADOS	% QUE PASAN
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	321.00	10.70	10.70	89.30
1"	310.00	10.33	21.03	78.97
3/4"	442.00	14.73	35.77	64.23
1/2"	431.00	14.37	50.13	49.87
3/8"	357.00	11.90	62.03	37.97
No4	521.00	17.37	79.40	20.60
No10	124.00	4.13	83.53	16.47
No20	102.34	3.41	86.94	13.06
No40	98.34	3.28	90.22	9.78
No 50	74.21	2.47	92.70	7.30
No100	66.34	2.21	94.91	5.09
No200	57.31	1.91	96.82	3.18
BASE	95.46	3.18	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	3.18			

Figura 19

Granulometría de la exploración 1



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la subbase del pavimento flexible de la vía alterna de salida Arequipa.

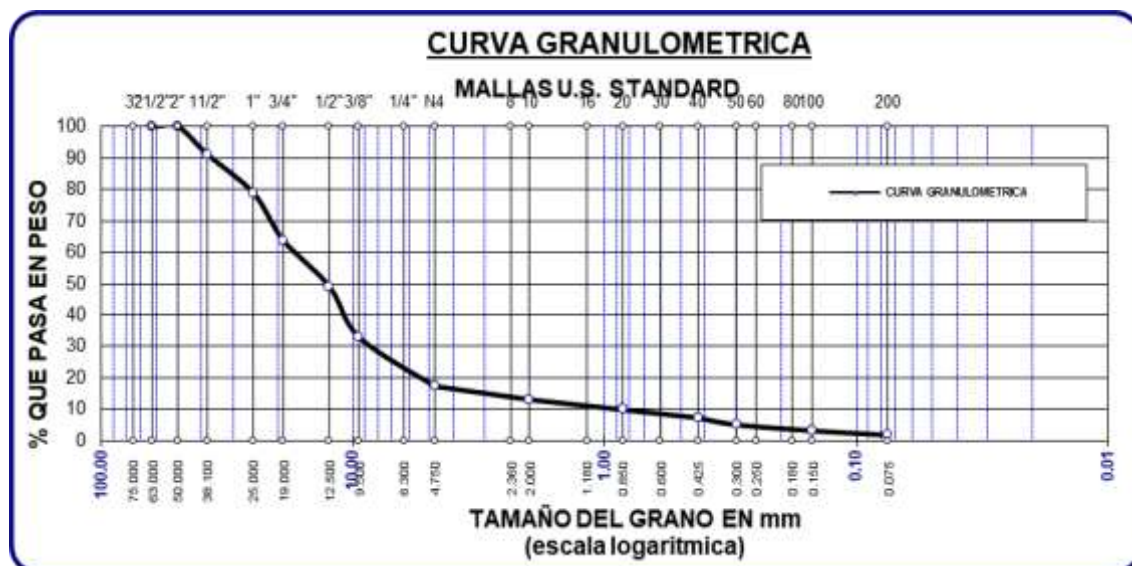
Tabla 29

Granulometría de la exploración 2

TAMIZ ASTM	PESOS RETENIDOS	%RETENIDOS PARCIALES	%RETENIDOS ACUMULADOS	% QUE PASAN
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	267.00	8.90	8.90	91.10
1"	368.00	12.27	21.17	78.83
3/4"	452.00	15.07	36.23	63.77
1/2"	437.00	14.57	50.80	49.20
3/8"	487.00	16.23	67.03	32.97
No4	467.00	15.57	82.60	17.40
No10	126.31	4.21	86.81	13.19
No20	97.31	3.24	90.05	9.95
No40	78.34	2.61	92.67	7.33
No 50	65.27	2.18	94.84	5.16
No100	57.34	1.91	96.75	3.25
No200	41.20	1.37	98.13	1.87
BASE	56.23	1.87	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	1.87			

Figura 20

Granulometría de la exploración 2



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la subbase del pavimento flexible de la vía alterna de salida Arequipa.

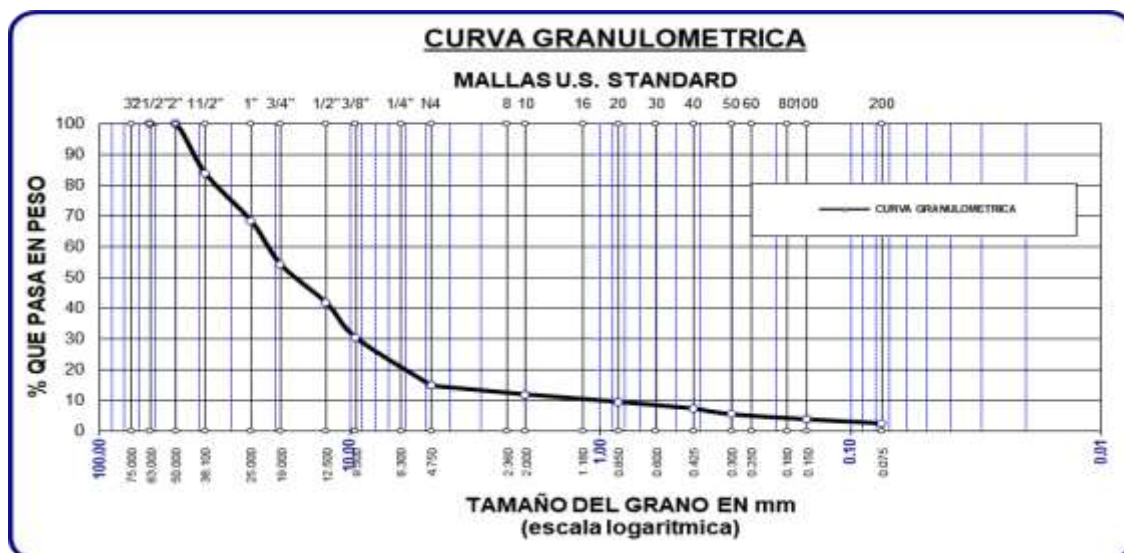
Tabla 30

Granulometría de la exploración 3

TAMIZ ASTM	PESOS RETENIDOS	%RETENIDOS PARCIALES	%RETENIDOS ACUMULADOS	% QUE PASAN
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	485.00	16.17	16.17	83.83
1"	464.00	15.47	31.63	68.37
3/4"	428.00	14.27	45.90	54.10
1/2"	375.00	12.50	58.40	41.60
3/8"	341.00	11.37	69.77	30.23
No4	467.00	15.57	85.33	14.67
No10	84.32	2.81	88.14	11.86
No20	72.64	2.42	90.57	9.43
No40	65.24	2.17	92.74	7.26
No 50	57.24	1.91	94.65	5.35
No100	49.24	1.64	96.29	3.71
No200	39.21	1.31	97.60	2.40
BASE	72.11	2.40	100.00	0.00
TOTAL	3000.00	100.00		
% PERDIDA	2.40			

Figura 21

Granulometría de la exploración 3



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la subbase del pavimento flexible de la vía alterna de salida Arequipa.

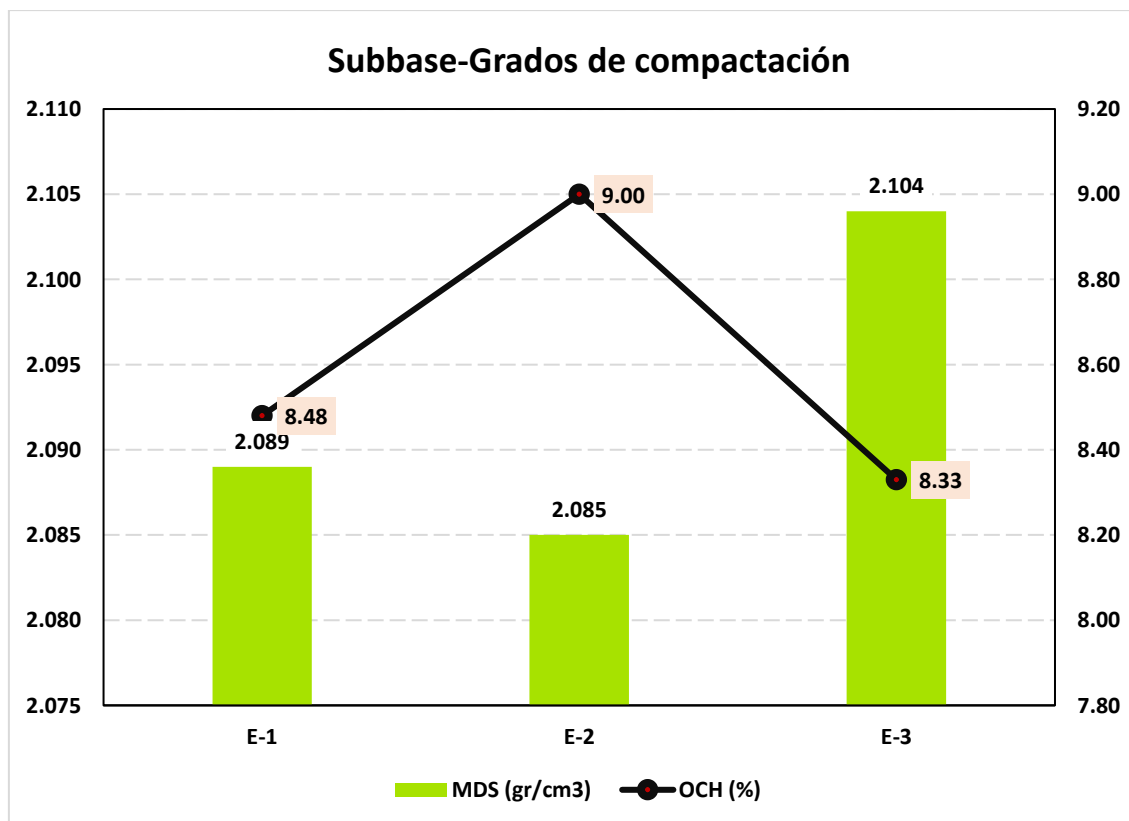
Tabla 31

Grado de compactación de la subbase

Compactación		
Explo.	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
E-1	2.089	8.48
E-2	2.085	9.00
E-3	2.104	8.33

Figura 22

Grado de compactación de la subbase



Se muestra el grado de compactación de las tres muestras exploratorias de la subbase del pavimento flexible en la vía alternativa de salida Arequipa.



Tabla 32

CBR de la subbase

Descripción	CBR	
	CBR-100%	CBR-95%
E-1	45.61	39.58
E-2	42.55	35.15
E-3	41.10	35.00

Se presenta el CBR obtenido de la base del pavimento flexible de la vía alterna de la salida Arequipa.

f) Propiedades de la subrasante

Tabla 33

Límites encontrados en la subrasante

Explo.	Límites		
	LL (%)	LP (%)	IP (%)
E-1	38.12	20.29	17.83
E-2	38.53	19.81	18.73
E-3	37.40	19.19	18.21

Se presenta el índice de plasticidad encontrado en los tres puntos de muestras, revelando un índice de plasticidad medio en la subrasante de la vía alterna de la salida Arequipa.

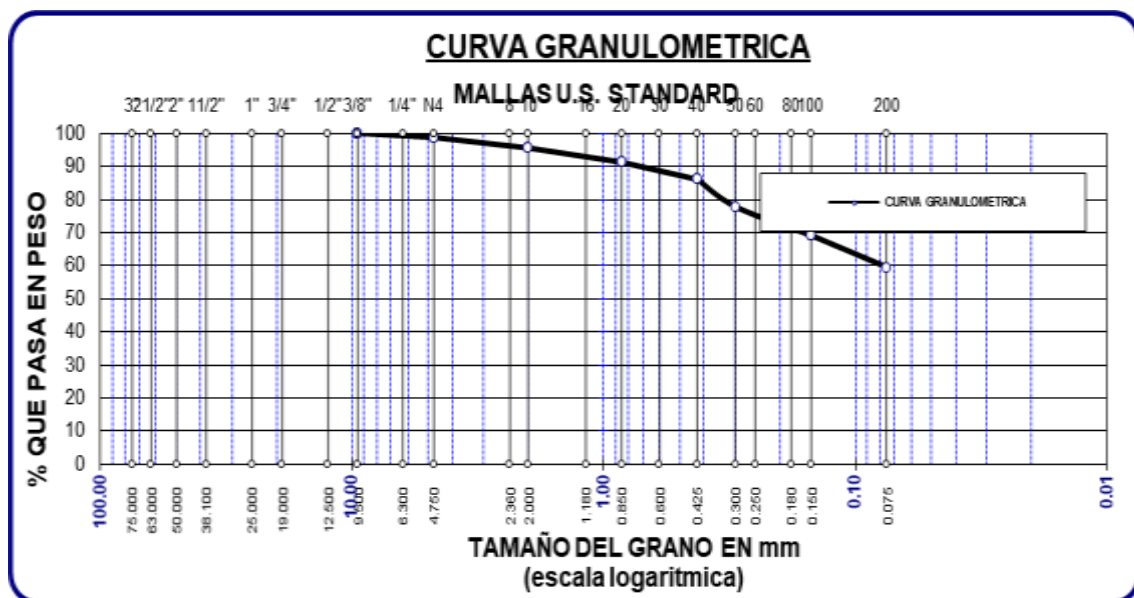
Tabla 34

Granulometría de la exploración 1

TAMIZ ASTM	PESOS RETENIDOS	%RETENIDOS PARCIALES	%RETENIDOS ACUMULADOS	% QUE PASAN
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
No4	2.57	1.29	1.29	98.72
No10	6.37	3.19	4.47	95.53
No20	8.62	4.31	8.78	91.22
No40	10.37	5.19	13.97	86.04
No 50	16.52	8.26	22.23	77.78
No100	17.27	8.64	30.86	69.14
No200	19.24	9.62	40.48	59.52
BASE	119.04	59.52	100.00	0.00
TOTAL	200.00	100.00		
% PERDIDA	59.52			

Figura 23

Granulometría de la exploración 1



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la subrasante del pavimento flexible de la vía alterna de la salida Arequipa.

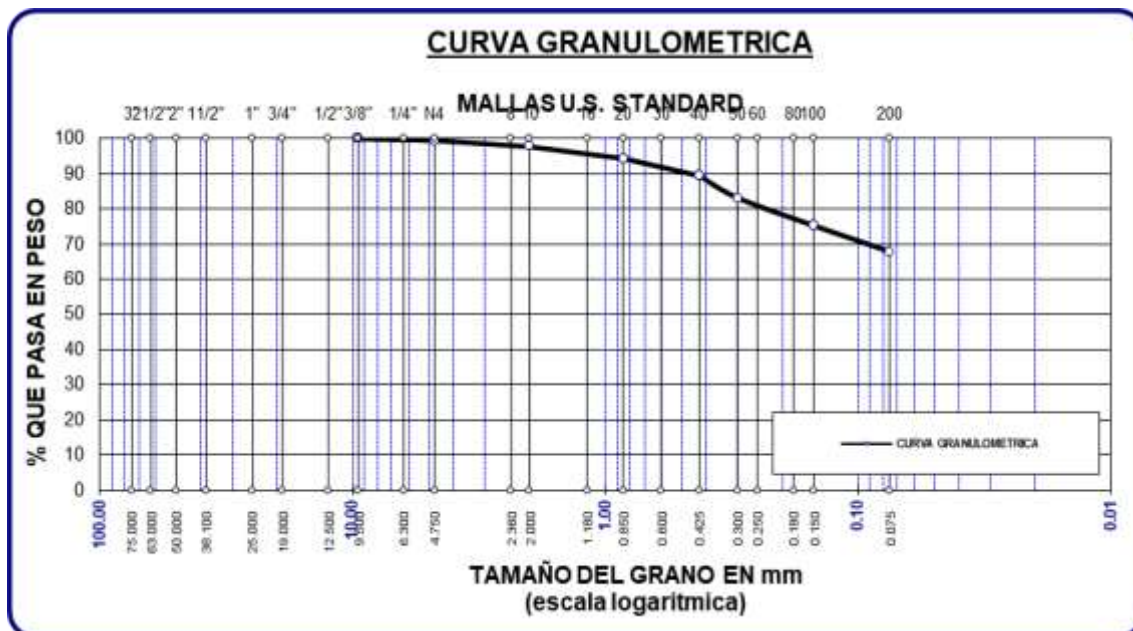
Tabla 35

Granulometría de la exploración 2

TAMIZ ASTM	PESOS RETENIDOS	%RETENIDOS PARCIALES	%RETENIDOS ACUMULADOS	% QUE PASAN
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
No4	0.89	0.45	0.45	99.56
No10	3.56	1.78	2.23	97.78
No20	6.78	3.39	5.62	94.39
No40	9.87	4.94	10.55	89.45
No 50	12.64	6.32	16.87	83.13
No100	15.84	7.92	24.79	75.21
No200	14.78	7.39	32.18	67.82
BASE	135.64	67.82	100.00	0.00
TOTAL	200.00	100.00		
% PERDIDA	67.82			

Figura 24

Granulometría de la exploración 2



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la subrasante del pavimento flexible de vía alterna de la salida Arequipa.

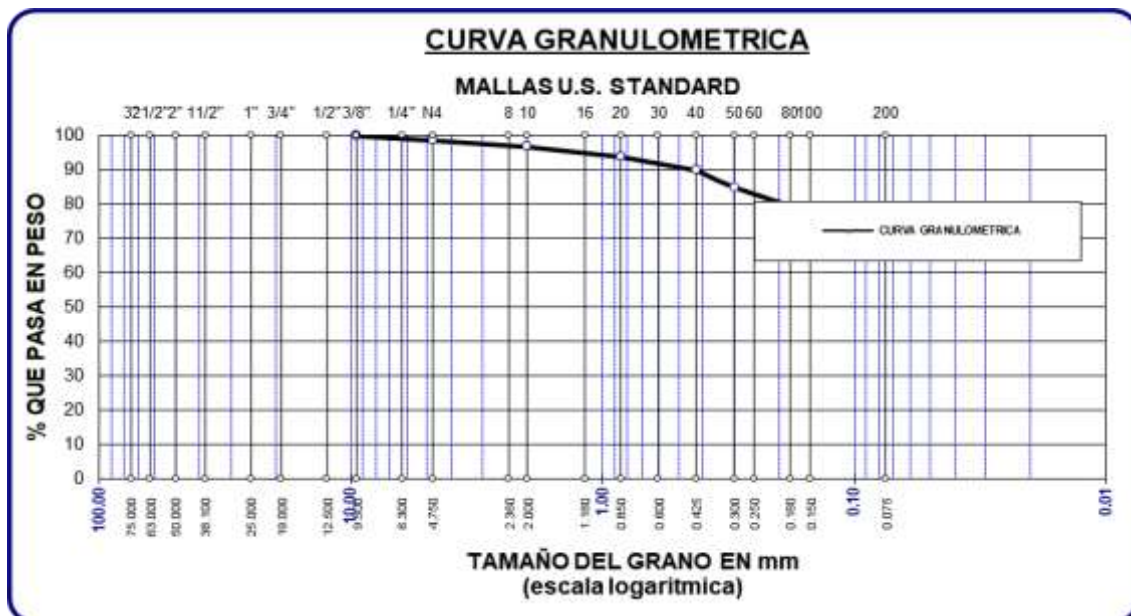
Tabla 36

Granulometría de la exploración 3

TAMIZ ASTM	PESOS RETENIDOS	%RETENIDOS PARCIALES	%RETENIDOS ACUMULADOS	% QUE PASAN
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
No4	2.67	1.34	1.34	98.67
No10	3.72	1.86	3.20	96.81
No20	5.84	2.92	6.12	93.89
No40	7.94	3.97	10.09	89.92
No 50	9.87	4.94	15.02	84.98
No100	14.67	7.34	22.36	77.65
No200	18.31	9.16	31.51	68.49
BASE	136.98	68.49	100.00	0.00
TOTAL	200.00	100.00		
% PERDIDA	68.49			

Figura 25

Granulometría de la exploración 3



Se presenta la granulometría de la muestra extraída de la subrasante del pavimento flexible de la vía alterna de salida Arequipa.

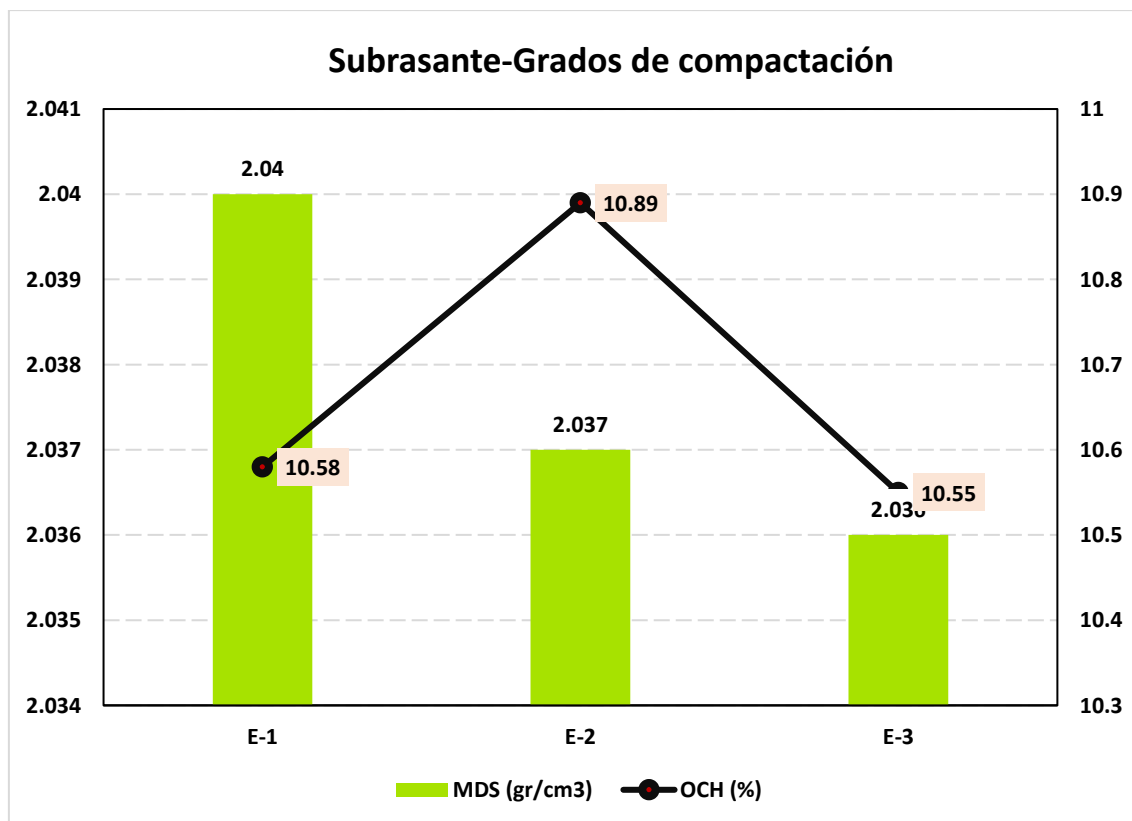
Tabla 37

Grado de compactación de la subrasante

Compactación		
Explo.	MDS (gr/cm3)	OCH (%)
E-1	2.040	10.58
E-2	2.037	10.89
E-3	2.036	10.55

Figura 26

Grado de compactación de la subrasante



Se muestra el grado de compactación de las tres muestras exploratorias de la subrasante del pavimento flexible en la vía alterna de salida Arequipa.

Tabla 38*CBR de la subrasante*

Descripción	CBR	
	CBR-100%	CBR-95%
E-1	9.17	7.56
E-2	8.10	7.16
E-3	9.08	7.26

Se presenta el CBR obtenido de la subrasante del pavimento flexible de la vía alterna de la salida Arequipa.

4.2.3. Estabilización de la subrasante de las vías de la salida Arequipa

4.2.3.1. Estabilización de la subrasante de la vía principal de la salida Arequipa

Para la estabilización de la vía principal de salida de Arequipa, se empleó cal con el objetivo de mejorar las condiciones de la subrasante.

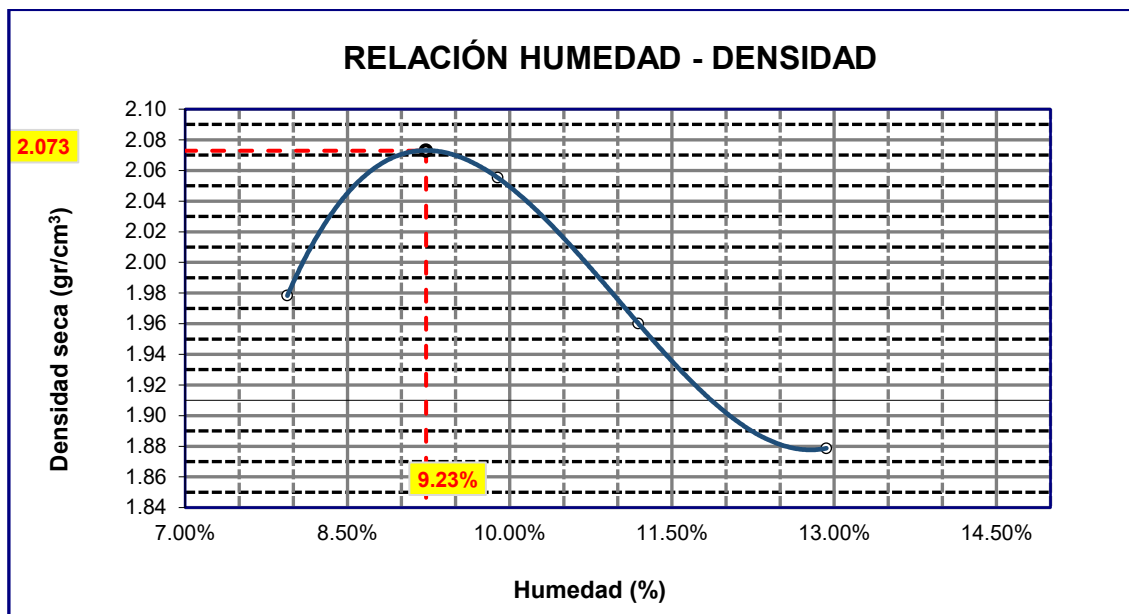
a) Estabilización con el 5%

Tabla 39*Grado de compactación de la subrasante con incorporación del 5% de cal*

Explo.	Grado de compactación	
	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
E-1	2.073	9.23
E-2	2.064	9.75
E-3	2.051	9.26

Figura 27

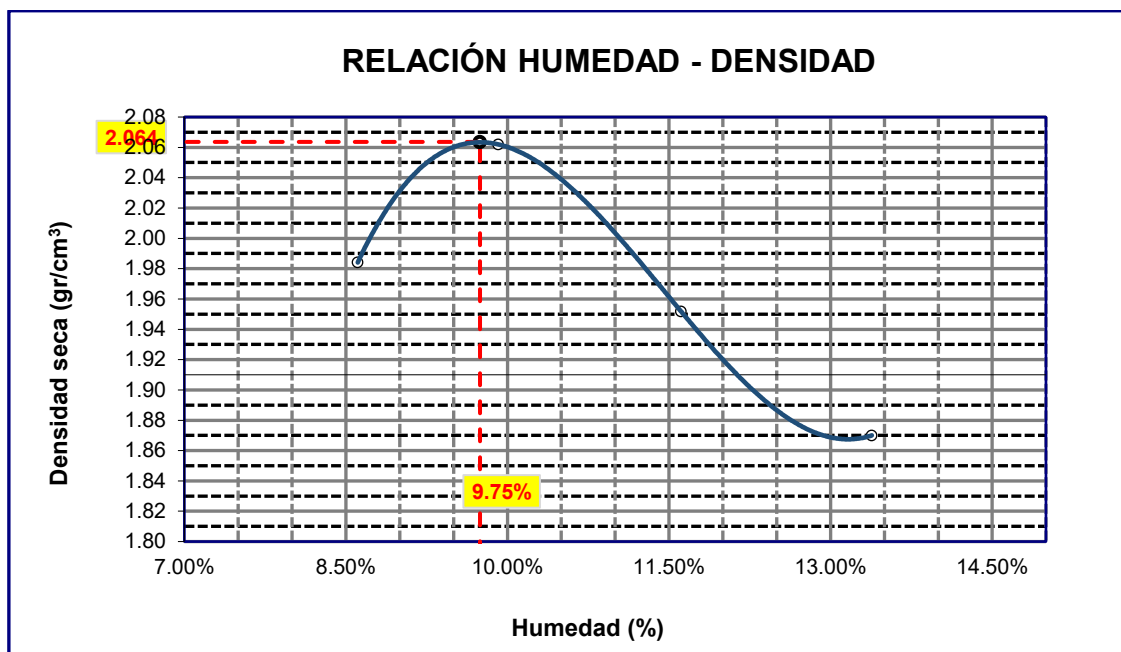
Compactación de la subrasante con incorporación del 5% de cal-E1



Se muestra la densidad y el nivel de humedad del primer punto exploratorio.

Figura 28

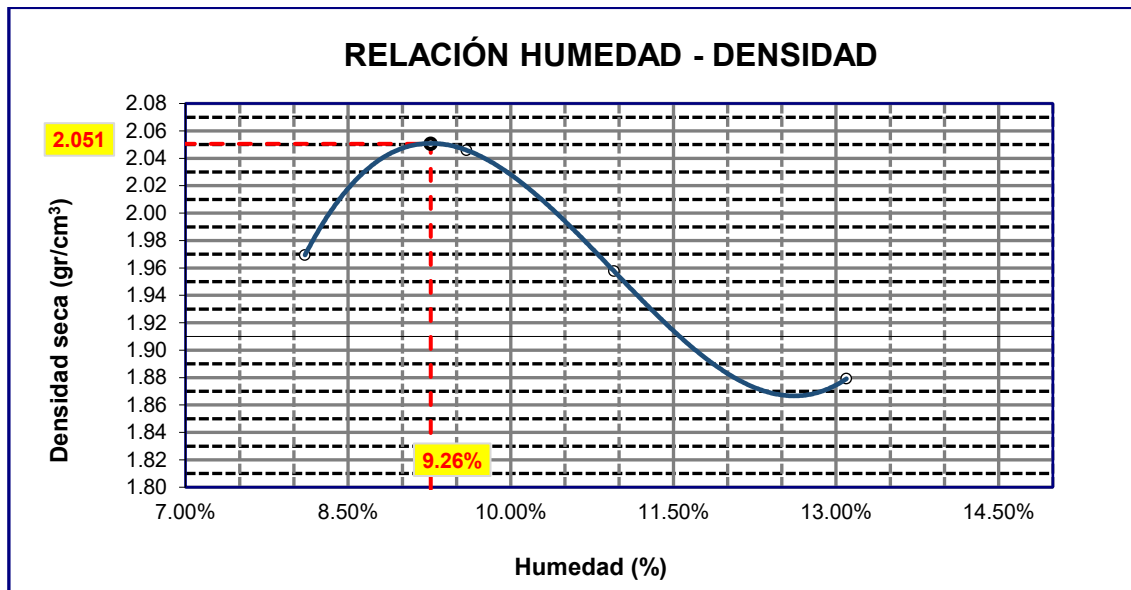
Compactación de la subrasante con incorporación del 5% de cal-E2



Se muestra la densidad y el nivel de humedad del segundo sitio exploratorio.

Figura 29

Compactación de la subrasante con incorporación del 5% de cal-E3



Se muestra la densidad y el nivel de humedad del tercer sitio de exploración.

Tabla 40

CBR de la subrasante

Descripción	CBR	
	CBR-100%	CBR-95%
E-1	16.91	13.67
E-2	17.21	13.20
E-3	16.10	12.48

Se presenta el CBR obtenido de la base del pavimento flexible de la vía principal de la salida Arequipa.

b) Estabilización con el 8%

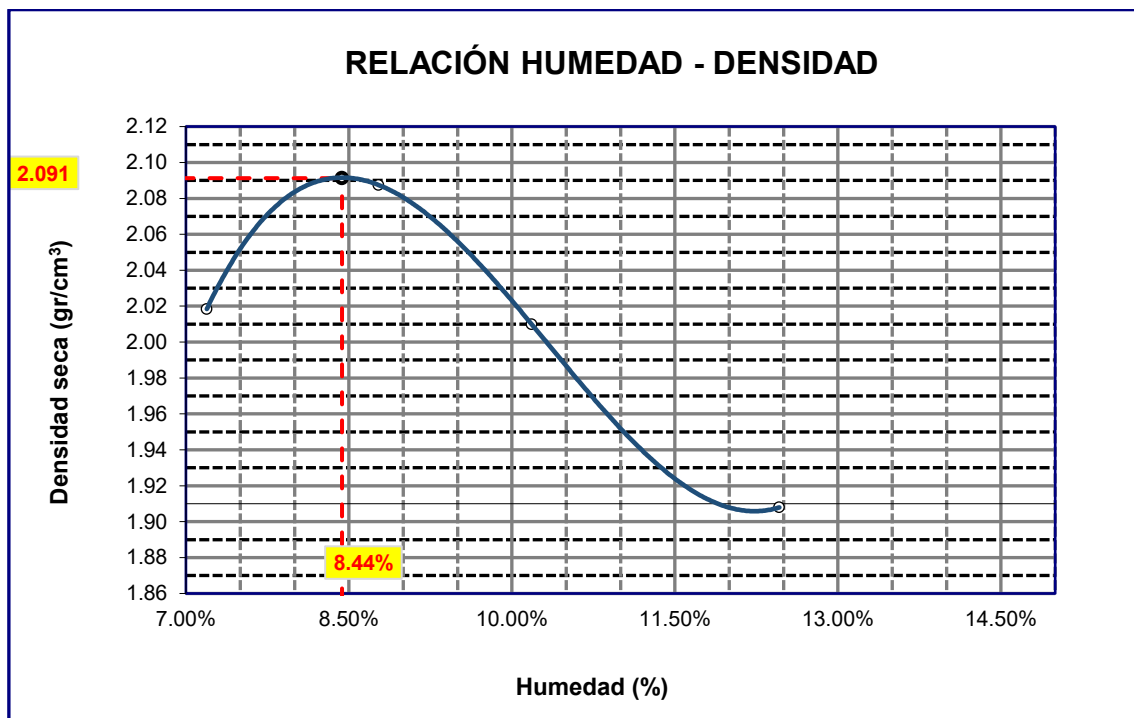
Tabla 41

Compactación de la subrasante con incorporación del 8% de cal

Grado de compactación		
Explo.	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
E-1	2.091	8.44
E-2	2.079	9.08%
E-3	2.068	9.00%

Figura 30

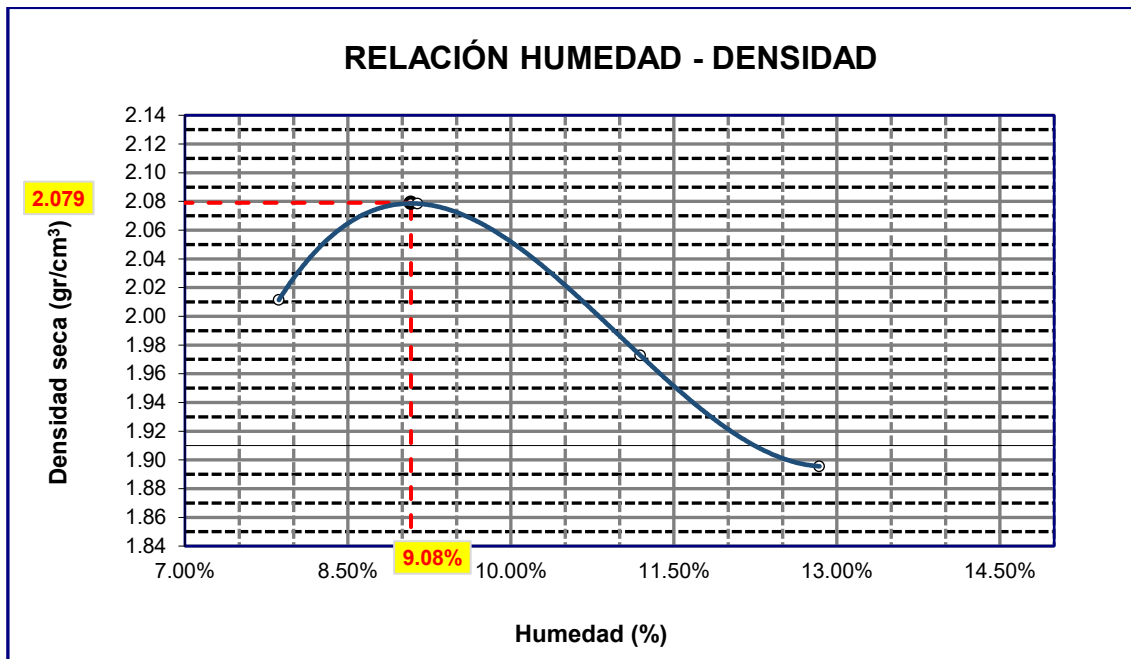
Compactación de la subrasante con incorporación del 8% de cal-E1



Se muestra la densidad y el nivel de humedad del primer sitio exploratorio.

Figura 31

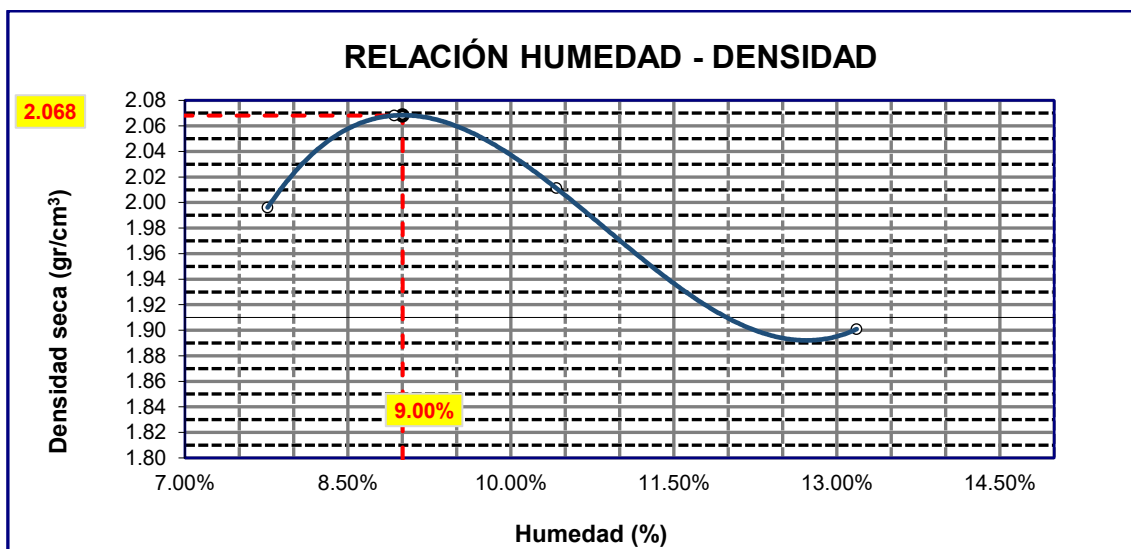
Compactación de la subrasante con incorporación del 8% de cal-E2



Se muestra la densidad y el nivel de humedad del segundo sitio exploratorio.

Figura 32

Compactación de la subrasante con incorporación del 8% de cal-E3



Se muestra la densidad y el nivel de humedad del tercer sitio de exploración.

Tabla 42*CBR de la subrasante*

Descripción	CBR	
	CBR-100%	CBR-95%
E-1	20.98	16.51
E-2	20.78	16.50
E-3	21.14	16.21

Se presenta el CBR obtenido de la base del pavimento flexible de la vía principal de la salida Arequipa.

4.2.4. Estabilización de la subrasante de la vía alterna de la salida Arequipa

Para la estabilización de la vía alterna de salida de Arequipa, se empleó cal con el objetivo de mejorar las condiciones de la subrasante.

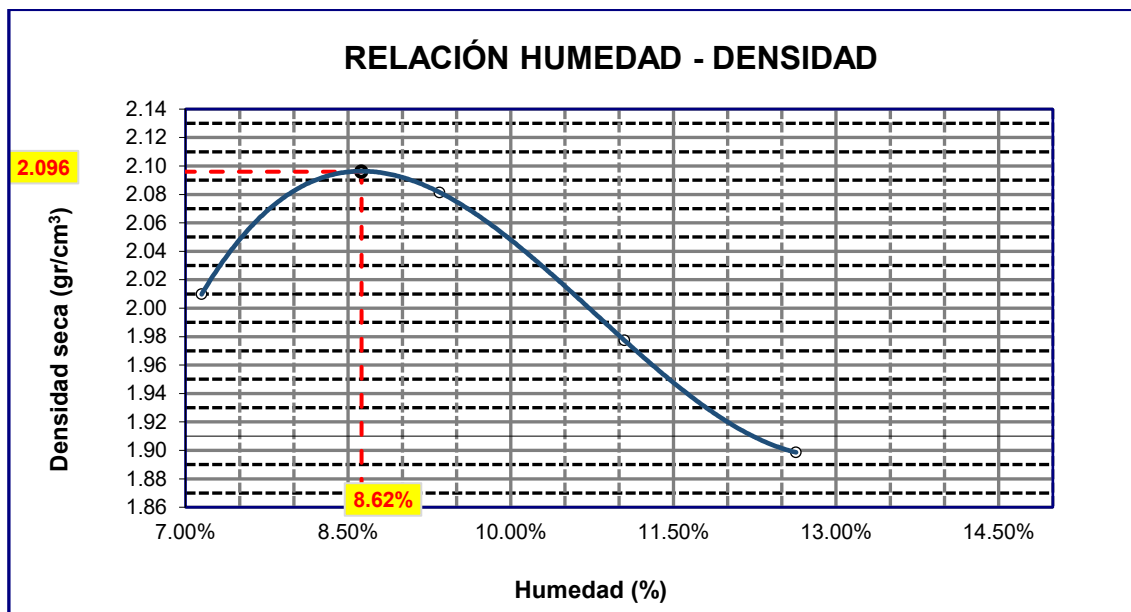
c) Estabilización con el 5%

Tabla 43*Compactación de la subrasante con incorporación del 5% de cal*

Explo.	Grado de compactación	
	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
E-1	2.096	8.62
E-2	2.052	8.45
E-3	2.067	8.54

Figura 33

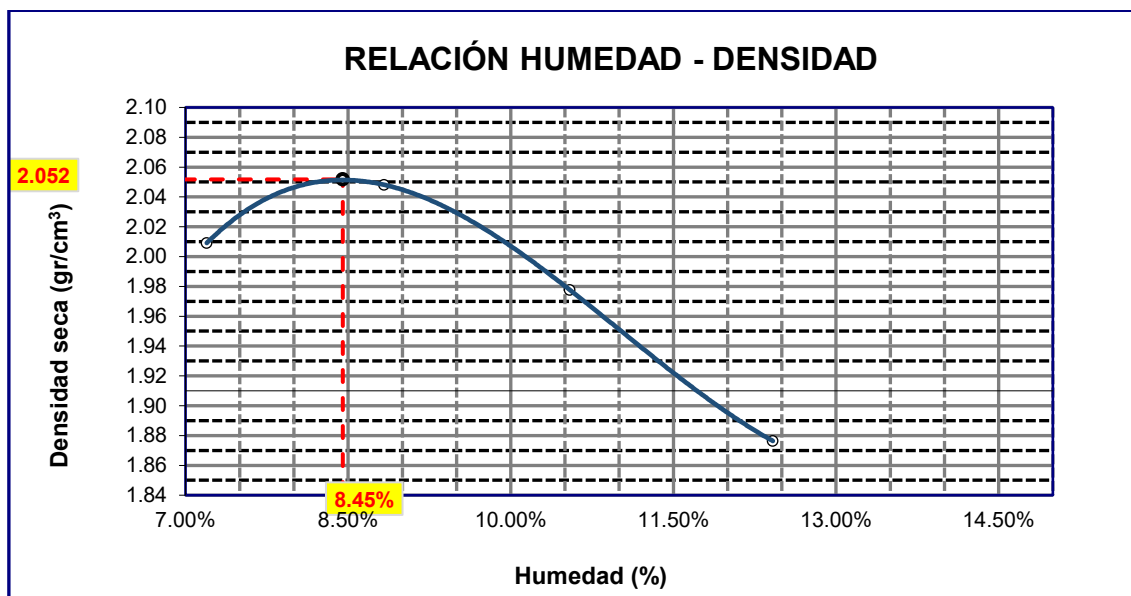
Compactación de la subrasante con incorporación del 5% de cal-E1



Se muestra la densidad y el nivel de humedad del primer sitio exploratorio.

Figura 34

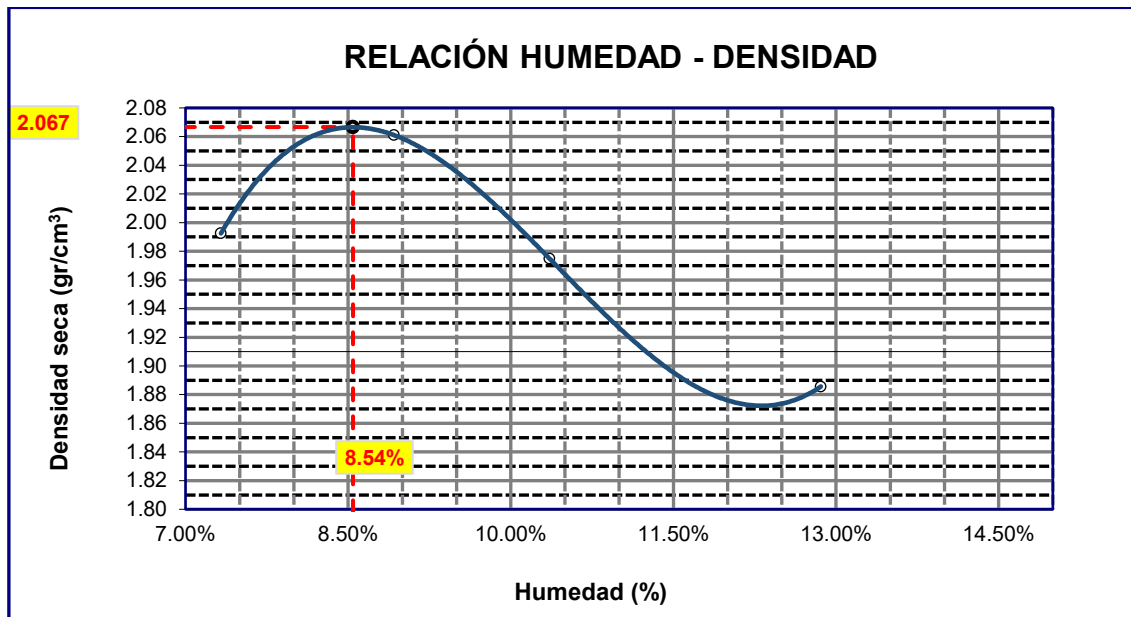
Compactación de la subrasante con incorporación del 5% de cal-E2



Se muestra la densidad y el nivel de humedad del segundo sitio exploratorio.

Figura 35

Compactación de la subrasante con incorporación del 5% de cal-E3



Se muestra la densidad y el nivel de humedad del tercer punto de exploración.

Tabla 44

CBR de la subrasante

Descripción	CBR	
	CBR-100%	CBR-95%
E-1	13.82	11.47
E-2	12.60	10.24
E-3	13.10	10.42

Se presenta el CBR obtenido de la base del pavimento flexible de la vía alterna de la salida Arequipa.

d) Estabilización con el 8%

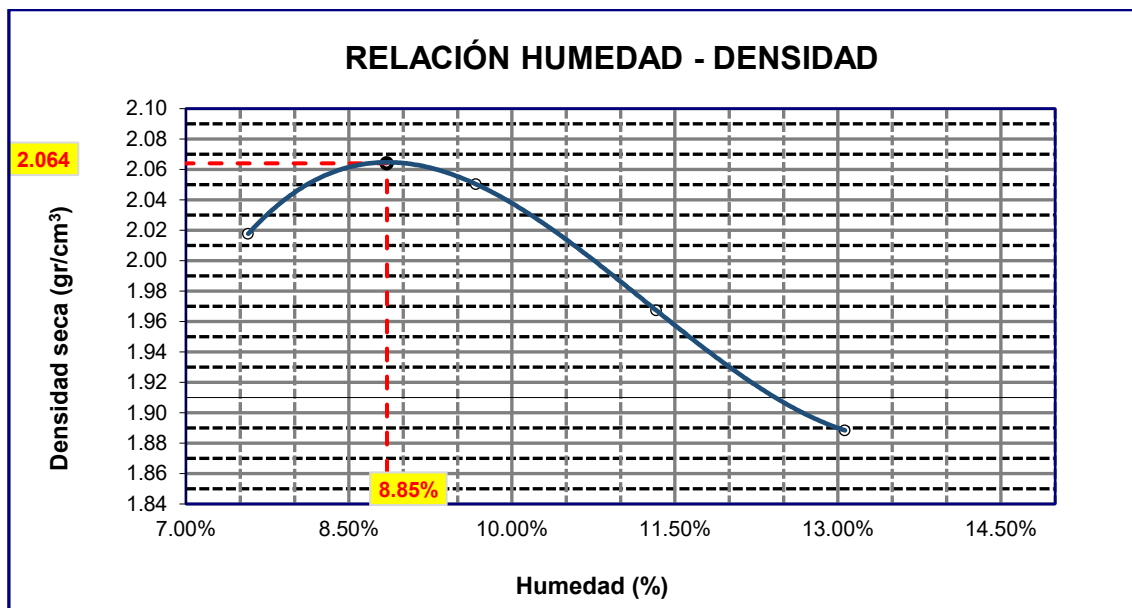
Tabla 45

Compactación de la subrasante con incorporación del 8% de cal

Compactación		
Explo.	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
E-1	2.064	8.85
E-2	2.063	8.86
E-3	2.056	8.53

Figura 36

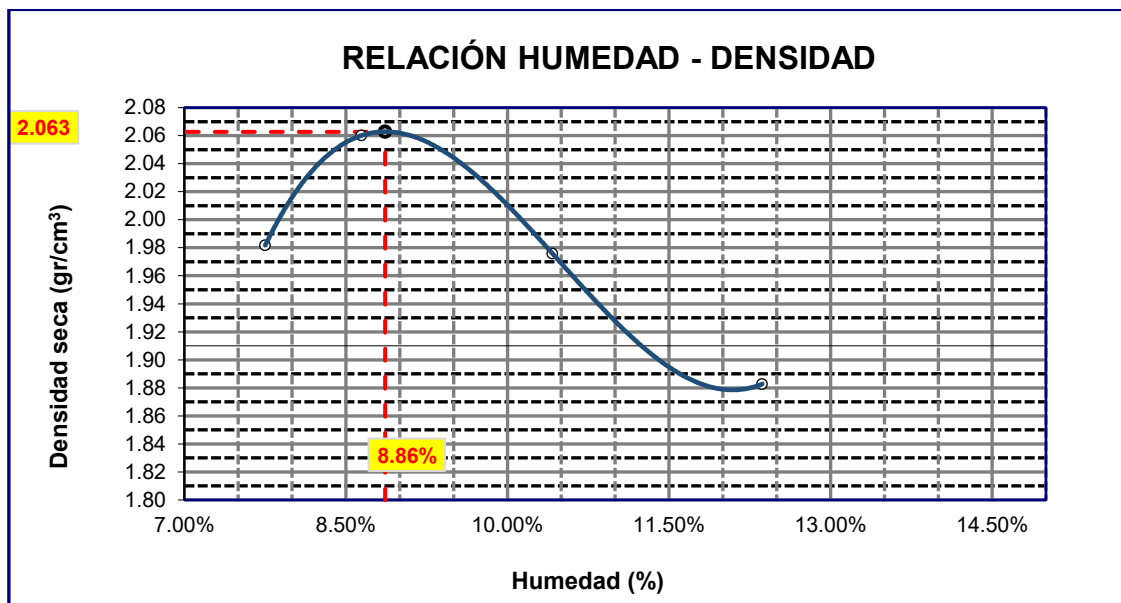
Compactación de la subrasante con incorporación del 8% de cal-E1



Se muestra la densidad y el nivel de humedad del primer sitio exploratorio.

Figura 37

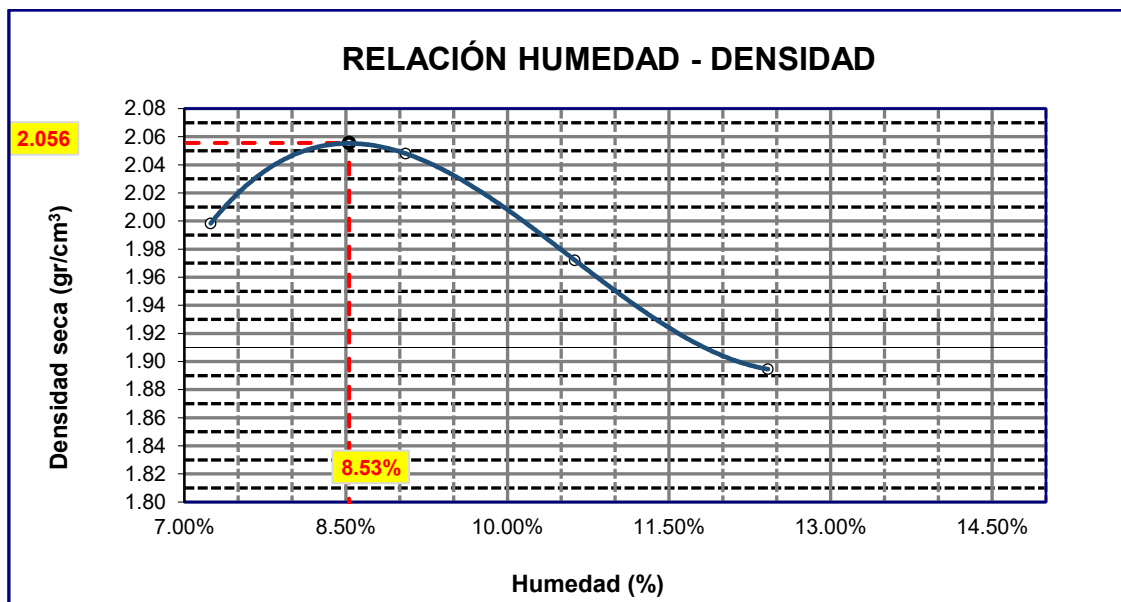
Compactación de la subrasante con incorporación del 8% de cal-E2



Se muestra la densidad y el nivel de humedad del segundo sitio exploratorio.

Figura 38

Compactación de la subrasante con incorporación del 8% de cal-E3



Se muestra la densidad y el nivel de humedad del tercer punto de exploración.

Tabla 46*CBR de la subrasante*

Descripción	CBR	
	CBR-100%	CBR-95%
E-1	17.19	13.52
E-2	17.11	13.61
E-3	17.09	13.00

Se presenta el CBR obtenido de la base del pavimento flexible de la vía alterna de la salida Arequipa.

4.2.5. Diseño de vía con el método de la estabilización de la subrasante

4.2.5.1. Diseño de la vía principal

Según la MTC, el factor de ponderación $Fd \times Fc$ para el carril de diseño de una vía de dos sentidos con dos carriles es de 0.4. El periodo de diseño será de 20 años, mientras que la tasa anual de crecimiento vehicular, representada por r , será del 5%.

El cálculo del ESAL mediante el IMDA es de 12,820,995, clasificado según el tipo de gráfico 'TP11', con un nivel de confiabilidad 'R' del 90%. Asimismo, la desviación estándar 'zr' es de -1.282.

La desviación estándar total (S_o) para el pavimento es de 0.45.

Para calcular el módulo resiliente (MR) usando la fórmula $MR=2555 \times (CBR)^{0.64}$, donde el CBR de la subrasante es 16.50.

$$MR= 15367 \text{ PSI} = 15.37 \text{ KSI}$$

La variación del PSI se obtiene entre la diferencia de la serviciabilidad inicial y final.

$$\Delta \text{ PSI} = P_o - P_f$$

$$\Delta \text{PSI} = 4.00 - 2.5$$

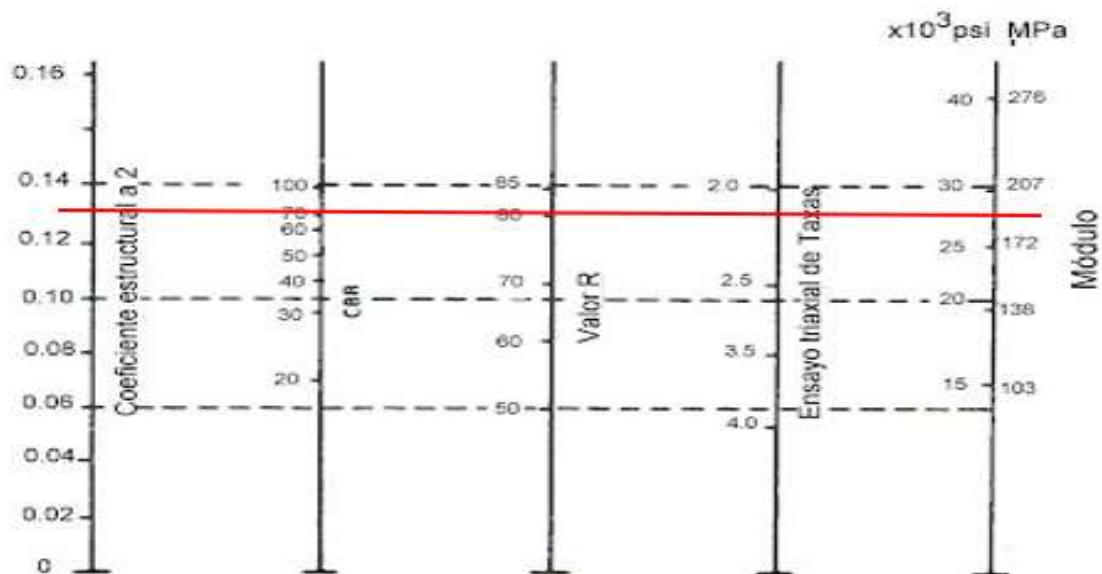
$$\Delta \text{PSI} = 1.5$$

Para calcular el módulo resiliente (MR) usando la correlación del CBR según la norma AASHTO.

CBR promedio de la base es de 70.61% mientras que el CBR de la subbase es de 45.74%.

Figura 39

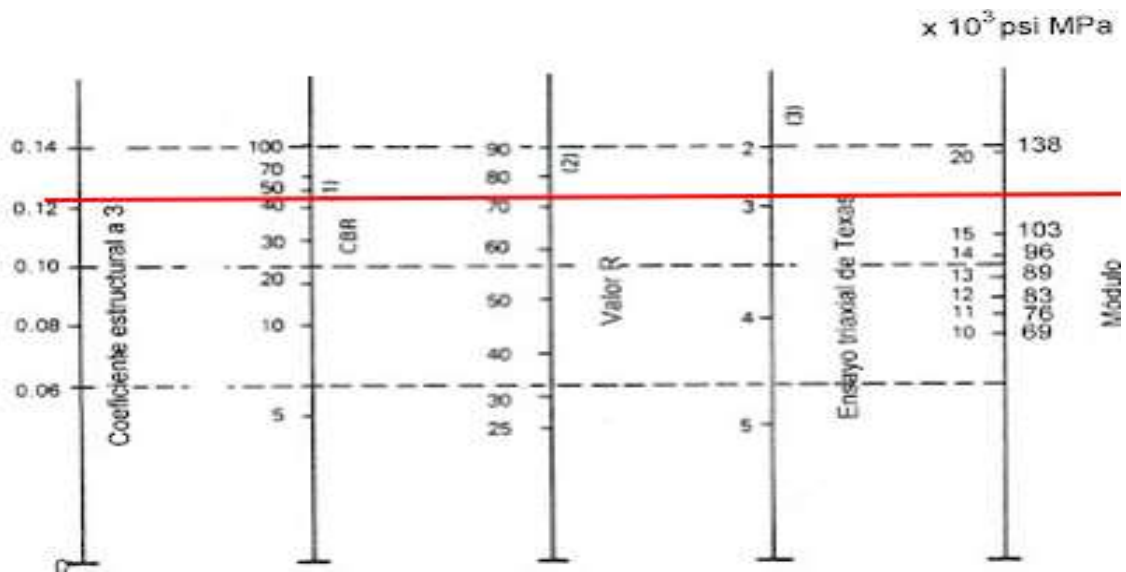
MR de la base



Según la gráfica, se determinó que el módulo resiliente es de 27 KSI y el coeficiente estructural 'a2' es de 0.133.

Figura 40

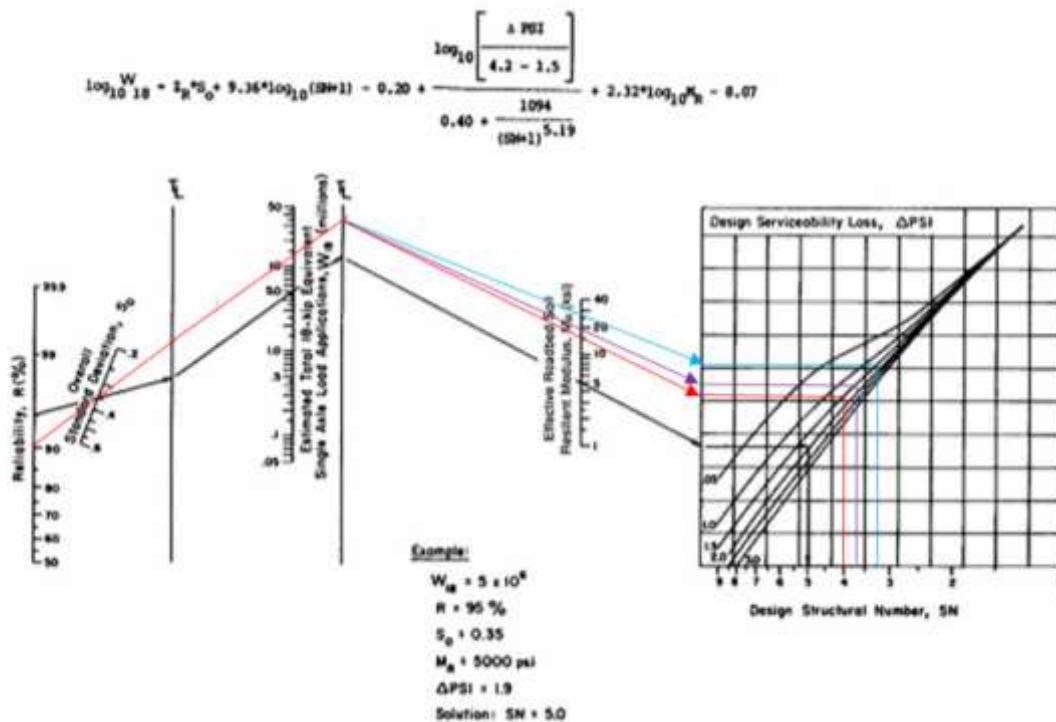
MR de la subbase



Según la gráfica, se determinó que el módulo resiliente es de 17.5 KSI y el coeficiente estructural 'a3' es de 0.122.

Figura 41

Determinación del SN





$$SN1 = 4.0$$

$$SN2 = 3.35$$

$$SN3 = 3.76$$

El coeficiente de la base y de la subbase granular será 1 entonces tendremos

Tabla 47

Datos

SN	ai	mi
4	0.44	-
3.35	0.133	1
3.76	0.122	1

Tabla 48

Espesores obtenidos

DISEÑO DE ESPESORES CORREGIDOS				
Espesor de la carpeta	9.0		22.86	
asfáltica				
espesor de la base	6	PULG	15.24	CM
espesor de la subbase	6		15.24	

Se muestra los espesores de diseño de las capas de un pavimento asfáltico con el método de la estabilización de la subrasante.

Tabla 49*Comparativa de espesores*

Pavimento asfáltico	Diseño original cm	Diseño mediante la estabilización cm	Diferencia cm
Espesor de la carpeta asfáltica	25.0	22.86	2.1
espesor de la base	20	15.24	4.8
espesor de la subbase	20	15.24	4.8

Se aprecia que si existe una reducción de espesores cuando se estabiliza la subrasante.

4.2.6. Diseño de la vía alterna

Según la MTC, el factor de ponderación $F_d \times F_c$ para el carril de diseño de una vía de una calzada de doble sentido es de 0.4. El periodo de diseño será de 20 años, mientras que la tasa anual de crecimiento vehicular, representada por r , será del 5%.

El cálculo del ESAL mediante el IMDA es de 601766, clasificado según el tipo de gráfico 'TP3', con un nivel de confiabilidad 'R' del 80%. Asimismo, la desviación estándar 'zr' es de -0.842.

La desviación estándar total (S_o) para el pavimento es de 0.45.

Para calcular el módulo resiliente (MR) usando la fórmula $MR=2555 \times (CBR)^{0.64}$, donde el CBR de la subrasante es 13.00%.

$$MR= 13192 \text{ PSI} = 13.19 \text{ KSI}$$

La variación del PSI se obtiene entre la diferencia de la servicialidad inicial y final.

$$\Delta \text{PSI} = P_o - P_f$$

$$\Delta \text{PSI} = 3.80 - 2.00$$

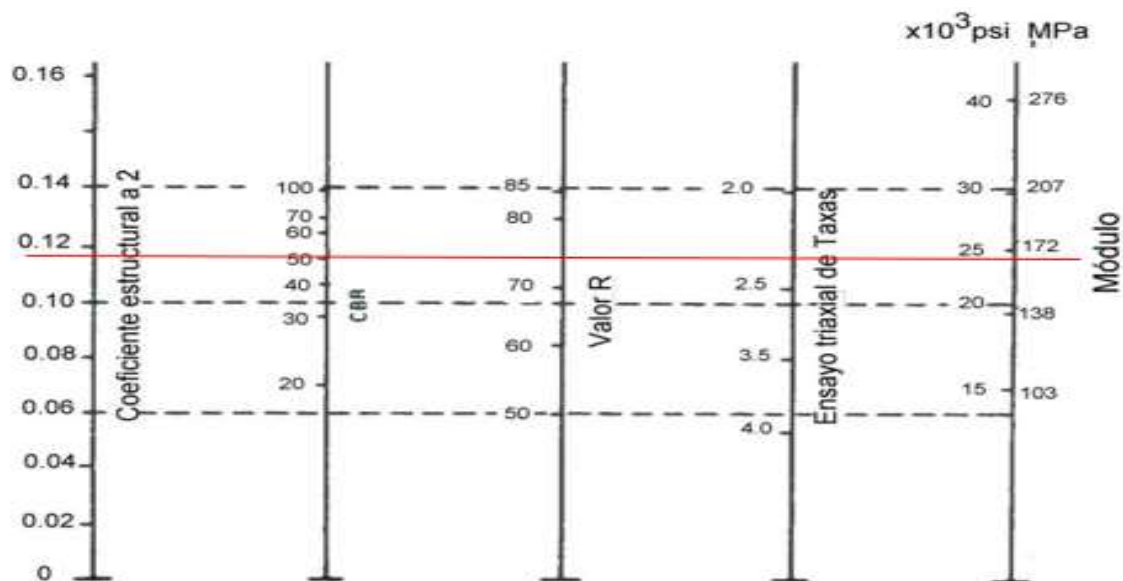
$$\Delta \text{PSI} = 1.80$$

Para calcular el módulo resiliente (MR) usando la correlación del CBR según la norma AASHTO.

CBR promedio de la base es de 50.23% mientras que el CBR de la subbase es de 36.57%.

Figura 42

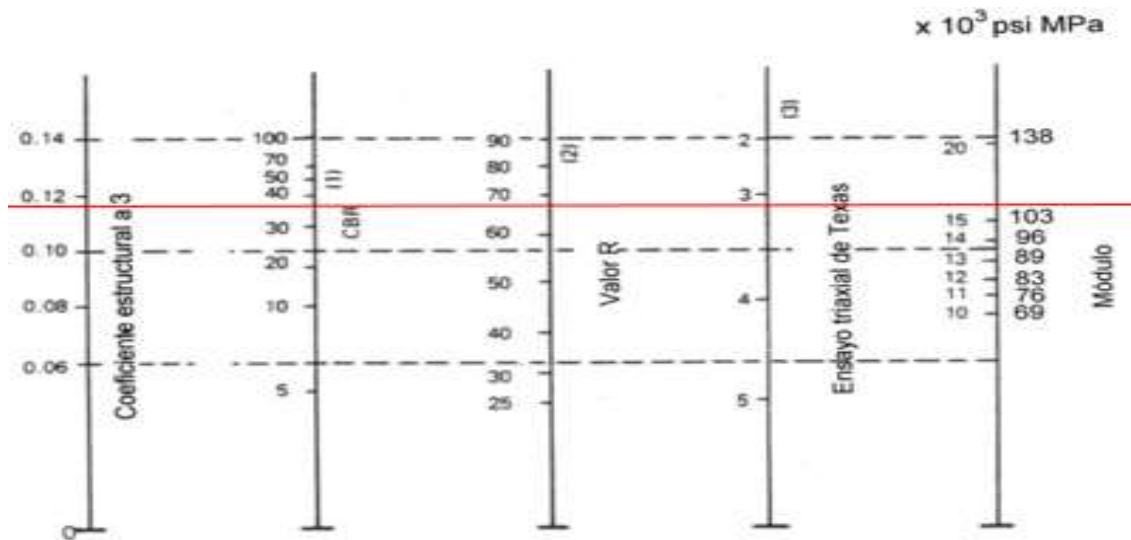
MR de la base



Según la gráfica, se determinó que el módulo resiliente es de 24.7 KSI y el coeficiente estructural 'a2' es de 0.117.

Figura 43

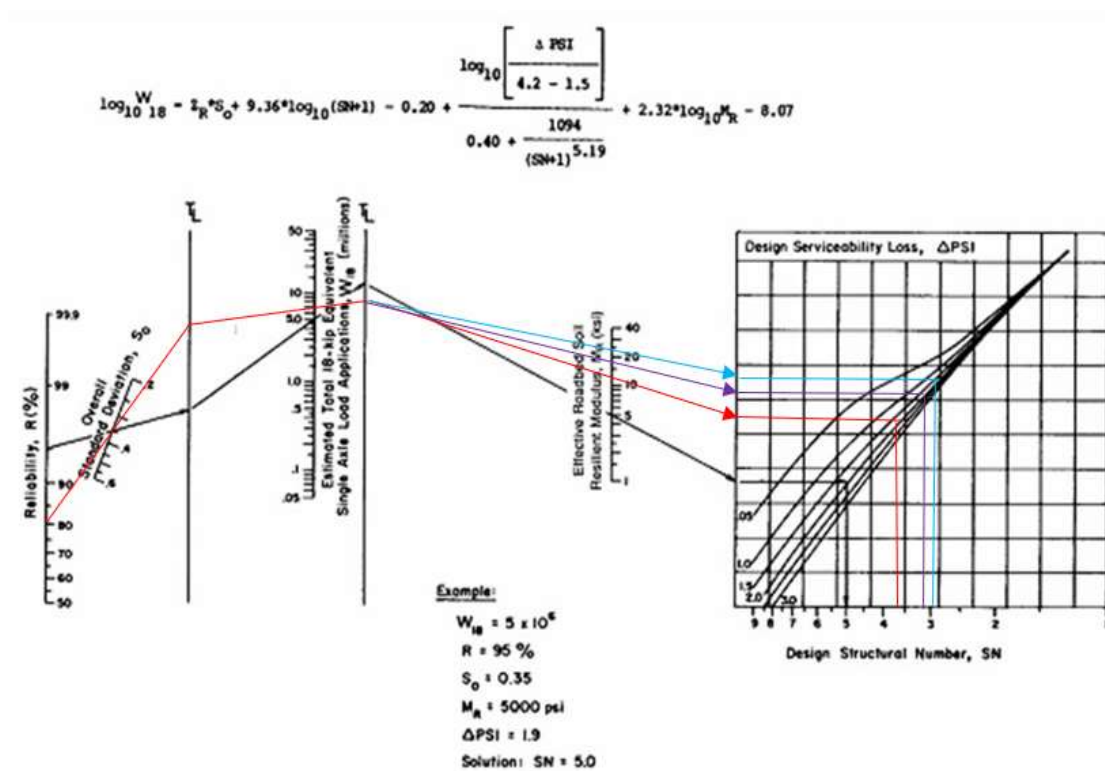
MR de la subbase



Según la gráfica, se determinó que el módulo resiliente es de 16.1 KSI y el coeficiente estructural 'a3' es de 0.118.

Figura 44

Determinación del SN





SN1 = 3.62

SN2 = 2.99

SN3 = 3.12

El coeficiente de la base y de la subbase granular será 1 entonces tendremos

Tabla 50

Datos

SN	ai	mi
3.62	0.44	-
2.99	0.117	1
3.12	0.118	1

Tabla 51

Espesores obtenidos

DISEÑO DE ESPESORES CORREGIDOS				
Espe- sor de la carpeta asfáltica	8.5		21.59	
espe- sor de la base	6	PULG	15.24	CM
espe- sor de la subbase	6		15.24	

Se muestra los espesores de diseño de las capas de un pavimento asfáltico con el método de la estabilización de la subrasante.

Tabla 52*Comparativa de espesores*

Pavimento asfáltico	Diseño original cm	Diseño mediante la estabilización cm	Diferencia cm
Espesor de la carpeta asfáltica	25.0	21.59	3.41
espesor de la base	20	15.24	4.8
espesor de la subbase	20	15.24	4.8

Se aprecia que si existe una reducción de espesores cuando se estabiliza la subrasante.

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**➤ En lo que respecta a la evaluación estructural**

En el estudio de (Perca Ramos, 2023) utilizó la técnica de deflectometría para evaluar las mezclas bituminosas empleadas en la pavimentación de la Avenida Andrés en Juliaca. Los resultados indicaron que el Índice Medio de Asfalto fue del 4,450%, mientras que el Método del Índice de Asfalto proporcionó un valor de 5,766%. Esta discrepancia sugiere que el asfalto utilizado en la mezcla es insuficiente, comprometiendo la calidad del pavimento. Además, se determinaron varios parámetros físicos y mecánicos de la subrasante. El contenido de humedad natural fue del 14,64%, dentro de un rango aceptable. No obstante, tanto el límite líquido (27,90%) como el índice de plasticidad (14,30%) excedieron los valores recomendados, lo cual puede afectar la estabilidad del pavimento. La clasificación AASHTO de la subrasante fue A-2-6(0), no



recomendada para este tipo de aplicaciones. La densidad seca máxima observada fue de 1,910 gr/cm³, considerada adecuada, y el COH registrado fue del 9,89%, un valor también recomendado. Por otro lado, el CBR de 11,83% se identificó como demasiado bajo, sugiriendo una capacidad de soporte inferior a la necesaria. En cuanto a la base del pavimento, los resultados fueron mixtos. Aunque el límite líquido (21,83%) y el índice de plasticidad (2,48%) se consideraron aceptables, el contenido de humedad natural de 6,38% fue demasiado bajo, lo cual podría afectar negativamente la compactación y durabilidad del material. La densidad seca máxima alcanzada fue de 1,870 gr/cm³ y el contenido óptimo de agua de 9,02%, ambos valores adecuados. El CBR de 82,35% indica un buen soporte estructural. Sin embargo, a pesar de estos parámetros adecuados, se concluyó que los materiales utilizados para la base son de mala calidad, lo cual contrasta con las especificaciones recomendadas por el MTC y la AASHTO en el manual EG-2013.

En nuestro estudio se realizó la evaluación estructural de las capas de las vías principales y alternativas. En la vía principal, la base presentó un CBR (Coeficiente de Soporte California) del 95% de la máxima densidad seca. En la exploración 1, este valor alcanzó el 71.50%; en la exploración 2, fue de 67.90%, y en la exploración 3, se registró en 72.43%. Por otro lado, la subbase mostró los siguientes valores de CBR: en la exploración 1 fue de 47.09%, en la exploración 2 de 45.14%, y en la exploración 3 de 45%. Respecto a la subrasante, en la exploración 1 alcanzó el 95% de la máxima densidad seca con un valor de 9%, mientras que en la exploración 2 fue de 9.10% y en la exploración 3 de 8.56%. En cuanto a la vía alterna, el CBR de la base fue de 55.21% en la exploración 1, de 48.48% en la exploración 2, y de 47.30% en la exploración 3.



En cuanto a la subbase, en la exploración 1 fue de 39.58%, en la exploración 2 de 35.15%, y en la exploración 3 de 35.00%. Respecto al CBR de la subrasante, en la exploración 1 fue de 7.56%, en la exploración 2 de 7.16%, y en la exploración 3 de 7.26%.

➤ **En lo que respecta a la estabilización de la subrasante**

En el estudio de (Tantaquilla, 2020), se compararon los efectos de la cal hidratada y el aditivo KD-40 en la estabilización del suelo. Se excavaron ocho calicatas a lo largo del tramo para realizar los ensayos correspondientes. Utilizando los sistemas de clasificación SUCS y AASHTO, se determinó que el suelo era arcilloso y de alta plasticidad. Los resultados mostraron que añadir un 2% de cal hidratada mejora significativamente las propiedades físicas del suelo. Esto se evidenció en el ensayo CBR, donde el valor pasó de un 3.70% (subrasante insuficiente) a un 16.91% (subrasante buena) para la muestra C1, y de manera similar, se observaron mejoras en otras muestras. La adición de un 2% de aditivo KD-40 también mostró mejoras significativas, donde el CBR aumentó hasta un 18.27% para la muestra C1, indicando una subrasante buena. Además, se evaluó el efecto de incrementar la proporción de cal al 4%, lo que resultó en un aumento aún mayor en las propiedades físicas del suelo. Por ejemplo, el CBR para la muestra C1 aumentó a un 31.11% (subrasante excelente). Sin embargo, al aumentar a un 4% de aditivo KD-40, las mejoras fueron menos pronunciadas en comparación con el 2% del mismo aditivo, aunque aún representaron una mejora significativa respecto a las muestras patrón. El estudio concluyó que, para una adición del 2%, el aditivo KD-40 proporciona las mejores mejoras en las propiedades del suelo, mientras que para una adición del 4%, la cal hidratada es más efectiva.



En nuestro estudio, implementamos la estabilización de la subrasante utilizando un porcentaje del 5% y otro del 8%. En la vía principal, se observó que la estabilización con un 8% resultó más beneficiosa. Los valores de CBR obtenidos fueron los siguientes: en la exploración 1 (E-1) fue de 16.51%, en la exploración 2 (E-2) fue de 16.50%, y en la exploración 3 (E-3) fue de 16.21%. Por otro lado, en la vía alterna, con una estabilización del 8% en la subrasante, se obtuvieron los siguientes valores de CBR: en E-1 fue de 13.52%, en E-2 fue de 13.61%, y en E-3 fue de 13.00%.

➤ **En lo que respecta a la reducción de espesores**

En el estudio de (Guzman, 2018) se investigó la influencia de los geosintéticos en el dimensionamiento de los espesores de capas de pavimento flexible. Los hallazgos revelaron que el geosintético tipo geomalla B P-BX12 (30 KN/m) no influyó en el dimensionamiento del espesor de la carpeta asfáltica, manteniéndose en 5 cm tanto en el método tradicional como en el método con geomalla. Del mismo modo, no hubo influencia en el dimensionamiento del espesor de la base, con resultados de 15 y 18 cm para los métodos tradicional y con geomalla, respectivamente. Sin embargo, sí se observó un efecto significativo en la subbase, donde el espesor calculado con el método tradicional fue de 18 y 20 cm, comparado con 15 cm usando geomalla, lo que representa una reducción de 3 y 5 cm, respectivamente.

En nuestro estudio, aplicamos el método de estabilización a las capas de pavimento en dos ubicaciones diferentes: la vía principal y la vía alterna. Observamos que este método resultó en una reducción significativa del espesor de la capa asfáltica en ambas capas estructurales, la base y la subbase. Esta reducción fue consistente en ambas vías, lo que sugiere que la estabilización es



una técnica efectiva para optimizar el uso de materiales sin comprometer la integridad estructural del pavimento.

105



CONCLUSIONES

PRIMERA: El estado estructural de vías de baja transitabilidad en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca, fue pésimo donde la vía principal, la base presentó un CBR en la E-1 el valor de 71.50%; en E-2, fue de 67.90%, y en E-3, se registró en 72.43%. Por otro lado, la subbase mostró los siguientes valores de CBR: en E-1 fue de 47.09%, en la E-2 de 45.14%, y en E-3 de 45%. Respecto a la subrasante, en E-1 alcanzó un valor de 9%, mientras que en E-2 fue de 9.10% y en E-3 de 8.56%. En cuanto a la vía alterna, el CBR de la base fue de 55.21% en E-1, de 48.48% en E-2, y de 47.30% E-3. En cuanto a la subbase, en E-1 fue de 39.58%, en E-2 de 35.15%, y en E-3 de 35.00%. Respecto al CBR de la subrasante, en E-1 fue de 7.56%, en E-2 de 7.16%, y en E-3 de 7.26%.

SEGUNDA: La variación en las propiedades del suelo de subrasante por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca, fue superior, puesto que la estabilización mejoro la capa, para la estabilización se usó cal en porcentajes del 5% y 8%. En la vía principal, se observó que la estabilización con un 8% resultó más beneficiosa, el CBR obtenido en E-1 fue de 16.51%, en E-2 fue de 16.50%, y en la E-3 fue de 16.21%. Por otro lado, en la vía alterna, con una estabilización del 8% en la subrasante, se obtuvieron los siguientes valores de CBR, en E-1 fue de 13.52%, en E-2 fue de 13.61%, y en E-3 fue de 13.00%

TERCERA: La alternativa de diseño con reducción de espesores de capa por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad



de Juliaca, influyo de manera positiva en el dimensionamiento del espesor de las capas del pavimento flexible tanto en la vía principal y la vía alterna.

107



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se recomienda llevar a cabo los ensayos de manera cuidadosa y con precaución, dado que la precisión en estos procesos es crucial para la validez de los resultados obtenidos.
- SEGUNDA:** Se recomienda llevar a cabo la estabilización de la subrasante empleando una variedad de materiales, como cal, cemento y cenizas volantes, entre otros. Este enfoque permite evaluar de manera sistemática cómo cada tipo de material influencia el valor del CBR de la capa de subrasante.
- TERCERA:** Se recomienda realizar el diseño de las capas utilizando software especializado. La utilización de herramientas informáticas permite llevar a cabo un análisis detallado y preciso de los diferentes parámetros que influyen en el diseño de las capas, como el tráfico esperado, las características del suelo y los materiales disponibles.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdullah, G. M. S., & Al-Abdul Wahhab, H. I. (2015). Evaluation of foamed sulfur asphalt stabilized soils for road applications. *Construction and Building Materials*, 88, 149-158.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.04.013>
- 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 universitaria, Juliaca, Puno, 2021. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65489>
- Arteaga Chanduví, H. W., & Guevara Espíritu, C. M. (2019). Propuesta para mejorar la transitabilidad en los accesos del hospital de alta complejidad de la libertad virgen de la puerta, la esperanza—Trujillo—La libertad. *Universidad Privada Antenor Orrego*.
<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4798>
- Baena, G. M. E. B. (2017). *Metodología de la Investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Bringas Saavedra, M. G., & Mejia Cardenas, J. A. (2019). Uso de las conchas marinas pulverizadas en el mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante en vías de baja transitabilidad caso: Av. Holanda, Los Olivos - Lima. *REPOSITORIO ACADÉMICO USMP*.
<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/5340>



- Brutovský, M., Prievozník, P., & Sventeková, E. (2023). Risk assessment of key elements in road transport infrastructure. *Transportation Research Procedia*, 74, 1352-1359. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.282>
- Camacho, O., & Patricia, J. (2019). *Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el municipio del Espinal – departamento del Tolima*. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/7482>
- Capia Mamani, C. (2020). Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca, 2019. *Universidad Peruana Unión*. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3156>
- Carbajal Milla, R. R., & Lorenzo Chávez, P. A. (2023). Optimización del espesor de pavimento utilizando emulsión asfáltica para estabilizar la subrasante, Centro Poblado San Luis, Santa, Santa—Ancash – 2021. *Repositorio Institucional - UNS*. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4287>
- Condori Flores, M. S. (2022). *Evaluación funcional y comportamiento estructural de los pavimentos rígidos con losas cortas y losas convencionales de la ciudad de El Alto con metodología PCI y PASER*. [Thesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/31198>
- Contoguris Poma, K. M., & Pasmíño Shahuano, M. A. (2022). *Estabilización de suelos finos mediante el uso del polímero polycom en subrasantes para caminos de baja transitabilidad en la ciudad de Iquitos, 2020*. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1782>
- Cruz Contreras, C. C., & Pinedo Pinedo, I. (2021). Diseño estructural del pavimento para mejorar la transitabilidad de las vías del sector los



huertos- distrito de la Esperanza—Trujillo—La libertad. *Universidad Privada Antenor Orrego.*

<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7849>

Farina, A., Kutay, E., & Ancil, A. (2024). Mechanistic-empirical pavement design to include mechanical performance of rubberized asphalt pavements in the use stage of life cycle assessment. *Resources, Conservation and Recycling*, 206, 107618.

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107618>

Fernandez Vasquez, V. J. (2020). Evaluación de las fallas estructurales del pavimento flexible de la avenida Francisco Vidal, Huacho. *Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.*

<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/4002>

Flores Lozano, S. M. (2023). Diseño de pavimento del proyecto: "Mejoramiento del sistema de transitabilidad vehicular de las principales vías urbanas de la localidad San Pedro de Cumbaza, distrito San Antonio – provincia y región San Martín". *Repositorio-UNSM.*

<http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/5641>

Gupta, A., Gowda, S., Tiwari, A., & Gupta, A. K. (2024). XGBoost-SHAP framework for asphalt pavement condition evaluation. *Construction and Building Materials*, 426, 136182.

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.136182>

Guzman Ramos, M. Á. (2018). Influencia de los Geosintéticos en el Dimensionamiento de los Espesores de las Capas del Pavimento Flexible. *Repositorio Institucional - UPLA.*

<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1037>



- Jiang, X., Zhang, F., Huang, B., Titi, H., Polaczyk, P., Ma, Y., Wang, Y., & Cheng, Z. (2024). Full-scale accelerated testing of geogrid-reinforced inverted pavements. *Geotextiles and Geomembranes*.
<https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2024.01.005>
- 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, S., & Singh, S. K. (2023). Subgrade soil stabilization using geosynthetics: A critical review. *Materials Today: Proceedings*.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.04.266>
- Lama Lopez, D. D., & Medina Castillo, K. I. (2020). Elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en la ciudad de Piura. Piura. 2020. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52696>
- Li, S., Zhang, C., Zhang, T., Li, W., & Jia, P. (2023). Experimental study on the strength, collapsibility, and microstructure of cement and micro-silica-stabilized saline soil under freeze-thaw cycles. *Case Studies in Construction Materials*, 19, e02518.
<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02518>
- Liendo Soto, R. R. (2023). Evaluación de la calzada superficial para mejorar la transitabilidad vehicular en las vías de la Urbanización Los Damascos, Tacna—2023. *Universidad Privada de Tacna*.
<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/3280>



- Liu, Y., Zhang, D., You, L., Luo, H., & Xu, W. (2022). Recycling phosphogypsum in subbase of pavement: Treatment, testing, and application. *Construction and Building Materials*, 342, 127948. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127948>
- Liu, Z., Xue, J., Xiao, J., & Kong, Q. (2024). Behaviours of geogrid-reinforced asphalt pavement over a localized void under cyclic loading. *Transportation Geotechnics*, 46, 101238. <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2024.101238>
- Márquez Arévalo, E. F., & Cuesta Durazno, P. J. (2024). *Diseño geométrico y estructural de pavimento de la vía San Cristóbal-Malima de la abscisa 8+700 hasta la abscisa 11+600 Km, perteneciente al cantón Paute provincia del Azuay* [bachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26954>
- MTC. (2014). *Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimento*.
- Raja, K., Venkatachalam, S., Vishnuvardhan, K., Siva Rama Krishnan, R., Tamil Selvan, V., & Vetriselvan, N. (2022). A review on soil stabilization using rice husk ash and lime sludge. *Materials Today: Proceedings*, 65, 1205-1212. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.178>
- Rout, M. D., Biswas, S., Shubham, K., & Sinha, A. K. (2023). A systematic review on performance of reclaimed asphalt pavement (RAP) as sustainable material in rigid pavement construction: Current status to future perspective. *Journal of Building Engineering*, 76, 107253. <https://doi.org/10.1016/j.job.2023.107253>
- Saberian, M., Tajaddini, A., Li, J., Zhang, G., Wang, L., Sun, D., Maqsood, T., & Roychand, R. (2023). Mechanical properties of polypropylene fibre



reinforced recycled concrete aggregate for sustainable road base and subbase applications. *Construction and Building Materials*, 405, 133352.

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133352>

Saca Núñez, W. (2022). Creación de vías de acceso para mejorar la transitabilidad en la localidad de Coyllurqui distrito de Coyllurqui, provincia Cotabambas—Apurímac. *Repositorio Institucional - UCV*.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85690>

Sandoval Marichi, J. J., & Yap Flores, A. K. (2020). Nivel de incidencia de las patologías del concreto hidráulico de los pavimentos rígidos en la transitabilidad de las vías de la ciudad de Picota, distrito de Picota, provincia de Picota, región San Martín, 2018. *Repositorio - UNSM*.

<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2846210>

Siesquen Cajusol, J. A. (2022). Diseño y estabilización de pavimento de afirmado, utilizando melaza de caña en las calles principales del A.H portada de Belén-Morrope- Lambayeque-2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/136232>

Sun, Z., Premarathna, W. A. A. S., Anupam, K., Kasbergen, C., & M.J.G. Erkens, S. (2024). A state-of-the-art review on rolling resistance of asphalt pavements and its environmental impact. *Construction and Building Materials*, 411, 133589.

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133589>

Zhao, Z., Xu, L., Li, X., Guan, X., & Xiao, F. (2023). Comparative analysis of pavement performance characteristics of flexible, semi-flexible and rigid pavement based on accelerated pavement tester. *Construction and*



Building

Materials,

387,

131672.

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131672>

115



ANEXOS



ANEXO 1 - MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA TESIS: "EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA"				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General: ¿Cuál es el estado estructural de vías de baja transitabilidad y alternativa de diseño con reducción de espesores de capa por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca?</p>	<p>Objetivo General: Evaluar el estado estructural de vías de baja transitabilidad y proponer una alternativa de diseño con reducción de espesores de capa por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca.</p>	<p>Hipótesis General: El estado estructural de vías de baja transitabilidad será pésimo y la propuesta de alternativa de diseño con reducción de espesores de capa por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca, reducirá los espesores.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Estado estructural de vías de baja transitabilidad y estabilización de la capa de subrasante.</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Propiedades de las vías</i> • <i>Estabilización de suelo</i> <p>Variable Dependiente</p> <p><i>Alternativa de diseño con reducción de espesores de capa.</i></p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>ESAL</i> • <i>CBR.</i> 	<p>Ensayos de laboratorio</p> <p>Plantillas de recolección de datos.</p>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
<p>¿Cuál es el estado estructural de vías de baja transitabilidad en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca?</p> <p>¿Cuál es la variación en las propiedades del suelo de subrasante por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca?</p> <p>¿Cuál es la alternativa de diseño con reducción de espesores de capa por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca?</p>	<p>Determinar el estado estructural de vías de baja transitabilidad en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca.</p> <p>Determinar la variación en las propiedades del suelo de subrasante por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca.</p> <p>Proponer una alternativa de diseño con reducción de espesores de capa por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca.</p>	<p>El estado estructural de vías de baja transitabilidad en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca, será pésimo, debido a que cuentan con suelos de subrasante inestables.</p> <p>La variación en las propiedades del suelo de subrasante por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca, será superior, puesto que la estabilización mejora en gran manera las propiedades físicas y mecánicas de la capa.</p> <p>La alternativa de diseño con reducción de espesores de capa por medio de estabilización en vías de la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca, será el diseño de pavimento flexible con espesores de capa reducidos según diseño AASHTO 93.</p>		



ANEXO 2 - CERTIFICADOS DE CALIDAD DE LABORATORIO



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

TEBIS	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA		
SOLICITANTE	CARLOMAGNO ROQUE MARRÓN		
UBICACIÓN	JULIACA		
MUESTRA	CALICATA 1-SUBBASE		
FECHA	03 DE JUNIO DEL 2024		

MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2131 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10367	10717	10556	10410
Peso del Molde	gr.	5855	5855	5855	5855
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³	4522	4852	4691	4545
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	2.122	2.277	2.201	2.133

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	324.54	325.40	341.40	344.60	367.00	391.30	354.00	321.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	308.14	358.50	317.20	319.40	354.40	357.70	330.30	211.70
Peso del Agua	gr.	16.40	16.90	24.20	25.20	32.60	33.60	23.70	19.30
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.	244.14	243.50	253.20	255.40	289.40	292.70	166.30	146.70
% de Humedad	%	6.72%	6.94%	8.59%	8.67%	11.26%	11.48%	14.32%	13.16%
Promedio de Humedad	%	6.83%		8.71%		11.37%		13.74%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.986		2.076		1.977		1.875	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.098 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	8.68%



Ney Arroyave Jara Torres
CIP: 103257

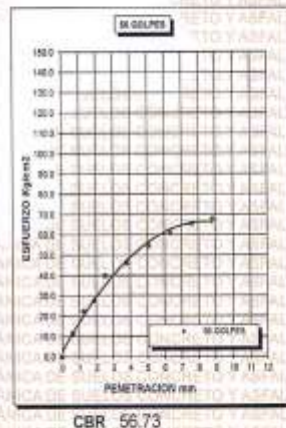
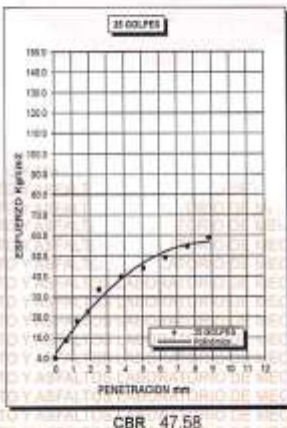
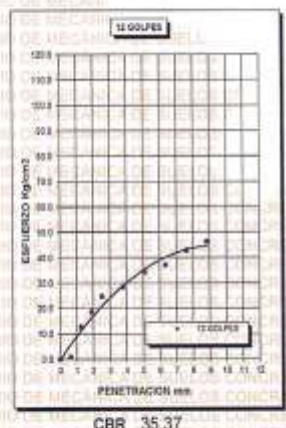
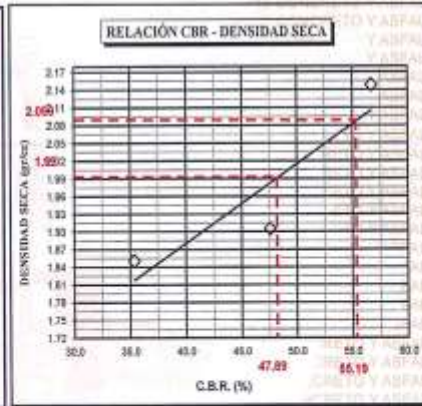
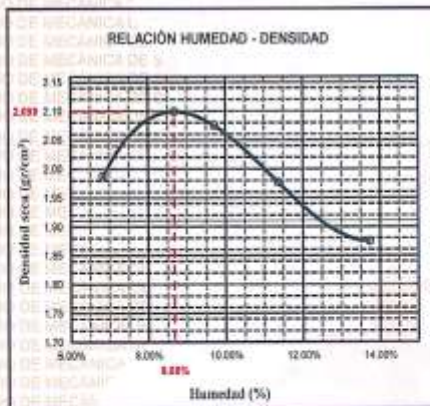
BIE: 8007-00051145



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 ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA	MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-01	
	SOLICITADO :	CARLOMAGNO ROQUE MARRÓN	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
UBICACIÓN :	JULIACA	HUMEDAD OPTIMA (%)	8.68%
MUESTRA :	CALCATA 1 - SUBBASE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	55.19
FECHA :	03 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	47.89
		AASHTO :	
		EMBEBIDO :	



Mtro. Arivaldo Yana Torres
 CIP. 143267

BIE: B007-00051145



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

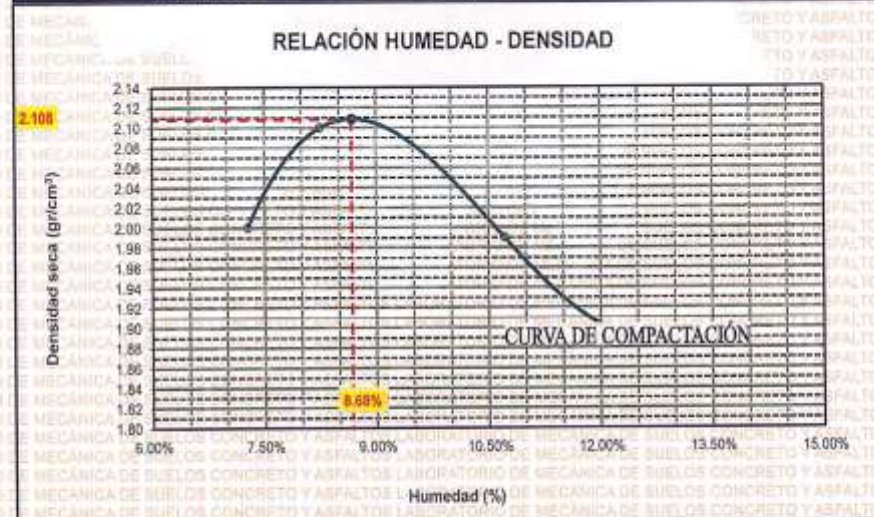
TESIS	: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	: CARLOMAGNO ROQUE MARRÓN
UBICACIÓN	: JULIACA
MUESTRA	: CALICATA 2 - SUBBASE
FECHA	: 03 DE JUNIO DEL 2024

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2132 cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 96 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10440	10711	10563	10416
Peso del Molde	gr.	5865	5865	5865	5865
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³	4575	4846	4698	4551
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	2.146	2.273	2.204	2.135

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	330.20	332.40	345.40	346.60	360.60	366.70	380.90	385.60
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	312.30	314.10	324.30	324.60	330.40	334.30	355.90	359.30
Peso del Agua	gr.	17.90	18.30	21.10	21.90	30.20	31.40	34.74	26.30
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.	248.30	249.10	260.30	260.60	265.40	269.30	191.55	196.30
% de Humedad	%	7.21%	7.35%	8.11%	8.36%	10.56%	10.95%	12.92%	12.38%
Promedio de Humedad	%	7.28%		8.25%		10.72%		12.86%	
Densidad del Suelo Seco	%	2.000		2.100		1.980		1.895	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.108 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 8.68%



[Firma manuscrita]
 Ing. Alfredo Yana Torres
 ZIP 103257

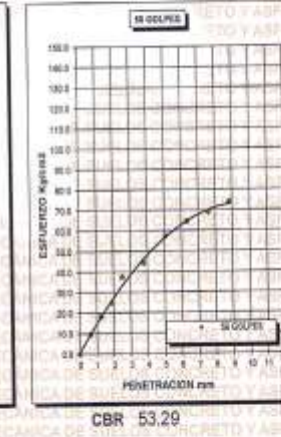
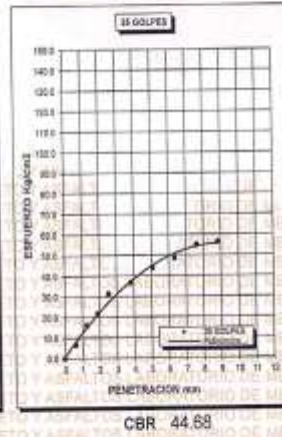
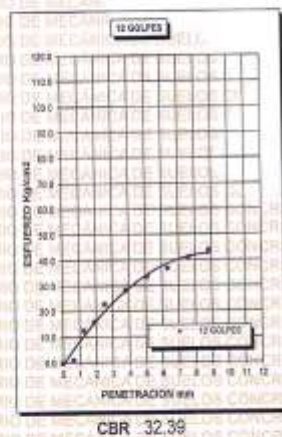
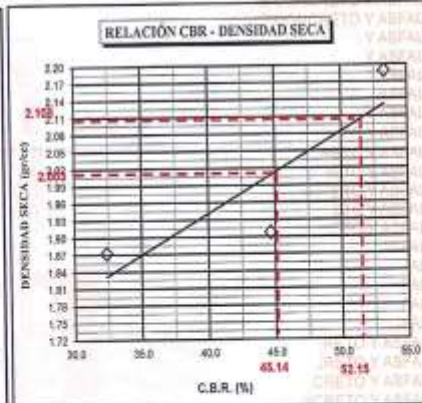
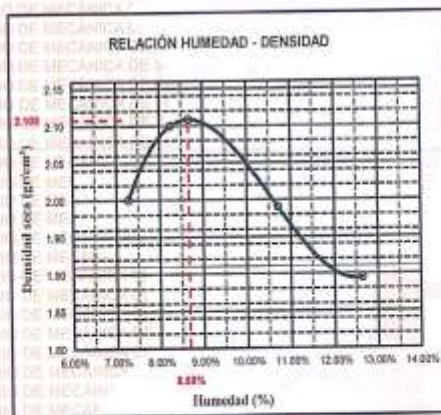
BIE: B007-D0051145



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 ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALUDA A ARIQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-01	
	SOLICITADO : CARLOMAGNO ROQUE MARRON	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.108
UBICACIÓN : JULIACA		HUMEDAD OPTIMA (%)	8.68%
MUESTRA : CALICATA 2 - SUBBASE		CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	52.15
FECHA : 03 DE JUNIO DEL 2024		CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	45.14
		AASHTO :	
		EMBEBIDO :	



Ing. Arnela Jane Torres
 CIP 193257

BIE: 0007-00051145



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

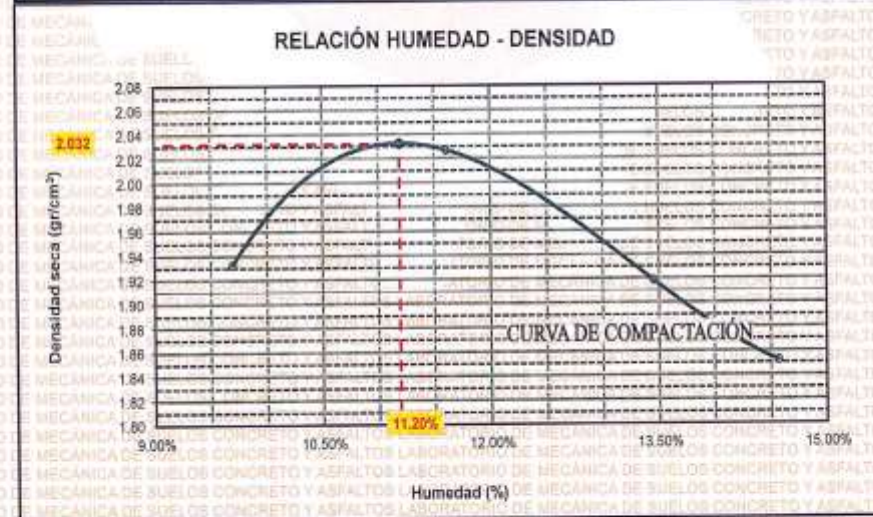
TESIS	: EVALUACION ESTRUCTURAL DE VIAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCION DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VIAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	: CARLOMAGNO ROQUE MARRON
UBICACIÓN	: JULIACA
MUESTRA	: CALICATA 1 - SUBRASANTE
FECHA	: 03 DE JUNIO DEL 2024

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2196 cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10391	10685	10612	10395
Peso del Molde	gr.	5895	5865	5865	5665
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4526	4830	4647	4530
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	2.120	2.262	2.177	2.122

Capsula No	No	SUP.		INF.		SUP.		INF.	
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	334.00	335.40	351.40	354.30	387.20	401.40	244.20	241.80
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	310.14	311.50	322.20	323.40	358.40	360.80	221.20	218.70
Peso del Agua	gr.	23.86	23.90	29.20	30.90	38.80	40.60	23.00	23.10
Peso de la Capsula	gr.	84.00	85.00	84.00	84.00	85.00	86.00	84.00	85.00
Peso del Suelo Seco	gr.	245.14	246.50	258.20	259.40	293.40	295.90	157.20	153.70
% de Humedad	%	9.68%	9.70%	11.31%	11.91%	13.22%	13.69%	14.63%	14.51%
Promedio de Humedad	%	9.69%		11.61%		13.46%		14.57%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.933		2.027		1.918		1.852	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.032 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 11.20%



Ricardo Yanez Torres
 No. 103257

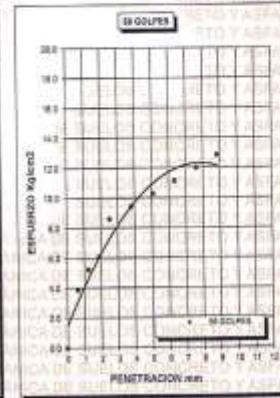
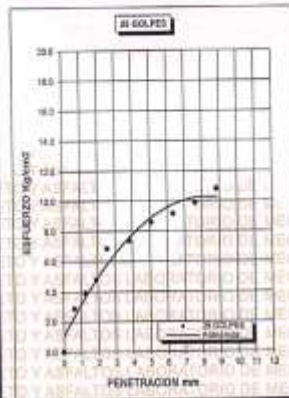
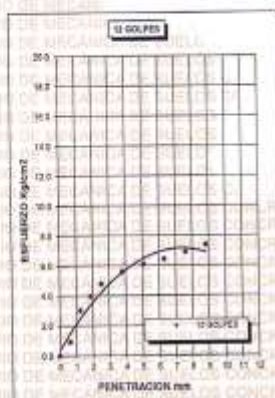
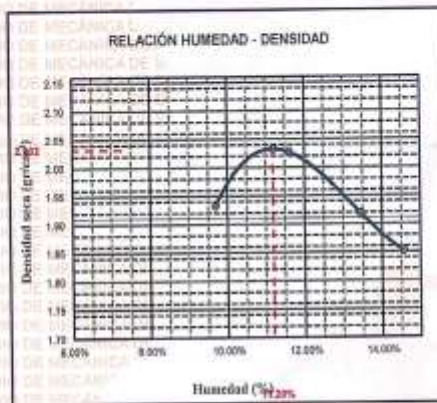
BIE: 0007-00051145



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 ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALUDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO : CARLOMAGNO ROQUE MARRON	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) 2.032
UBICACIÓN : JULIACA	HUMEDAD OPTIMA (%) 11.20%
MUESTRA : CALICATA 1 - SUBRASANTE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 11.12
FECHA : 03 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 9.00
	AASHTO :
	EMBERIDO :




 Mg. Arlando Yana Torres
 CIP: 103257

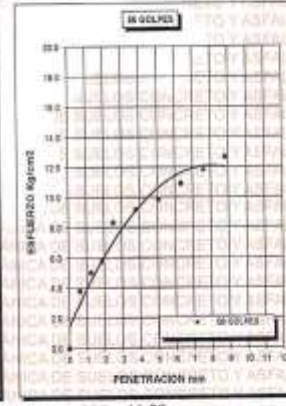
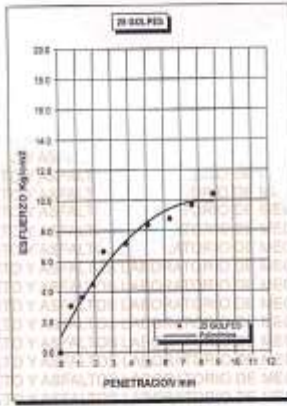
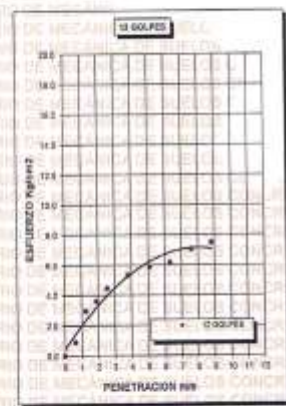
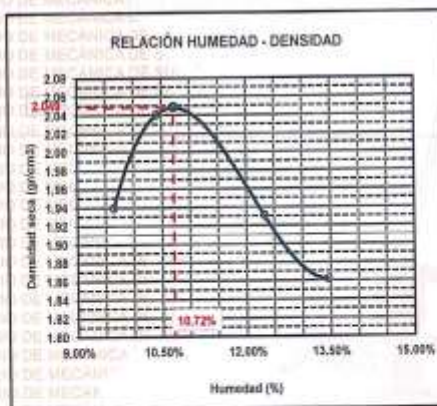
BIE: 8007-0061145



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 ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91
SOLICITADO : CARLOMAGNO ROQUE MARRON	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³): 2.049
UBICACIÓN : JULIACA	HUMEDAD OPTIMA (%): 10.72%
MUESTRA : CALICATA 2 - SUBRASANTE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%): 11.46
FECHA : 03 DE JUNIO DEL 2004	CBR AL 95% DE M.D.S. (%): 9.10
	AASHTO :
	EMBERIDO :



Ing. Arvidio Yane Torres
 C.R. 103257

BITE: 8007-00051145



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

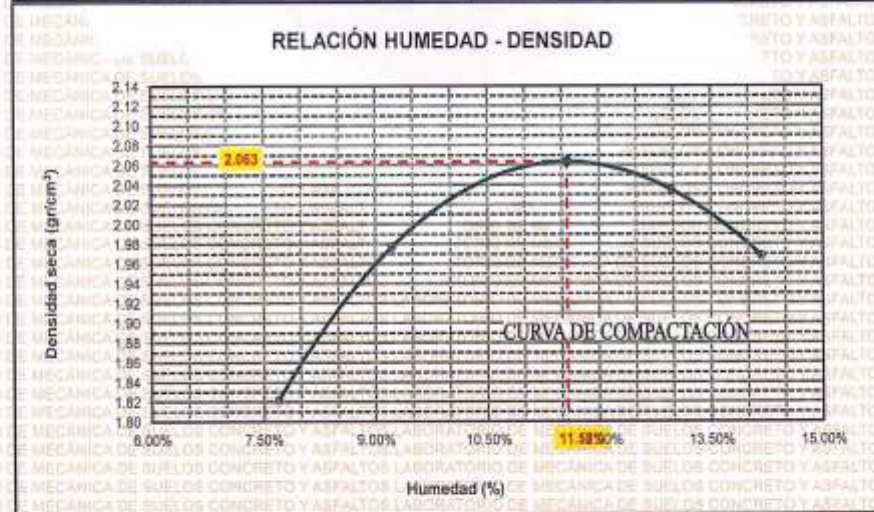
TESIS	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE JULIACA		
SOLICITANTE	CARLOMAGNO ROQUE MARRÓN		
UBICACIÓN	JULIACA		
MUESTRA	CALICATA 1 - VIA SECUNDARIA - BASE		
FECHA	16 DE JUNIO 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.	10019	10437	10732	10622
Peso del Molde	gr.	5965	5865	5865	5865
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4154	4572	4867	4757
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.962	2.160	2.299	2.247

Capsula No	No	SUP.		INF.		SUP.		INF.	
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	416.40	417.45	436.60	438.79	456.23	457.24	482.30	480.74
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	391.42	391.99	406.47	406.57	426.32	426.34	452.62	452.64
Peso del Agua	gr.	25.00	25.47	40.13	40.12	55.91	56.90	63.66	62.10
Peso de la Capsula	gr.	84.12	84.12	83.41	84.27	86.15	86.15	85.12	86.12
Peso del Suelo Seco	gr.	327.28	327.86	436.06	434.40	434.17	435.19	373.50	372.52
% de Humedad	%	7.64%	7.77%	9.22%	9.24%	12.88%	13.07%	14.37%	13.99%
Promedio de Humedad	%	7.70%		9.23%		12.98%		14.18%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.822		1.977		2.035		1.968	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.063 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	11.58%




 Mtr. Arnaldo Tania Torres
 CIP: 103257

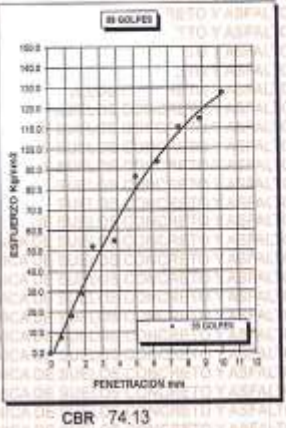
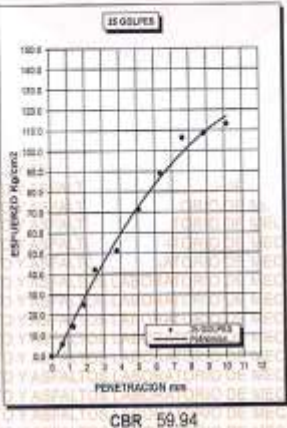
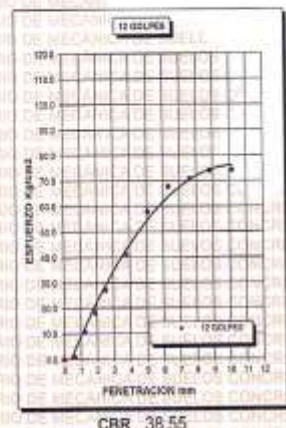
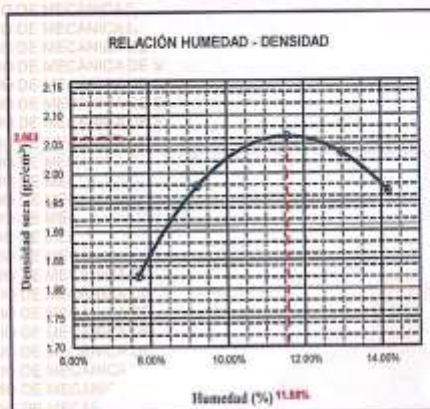
B/E : 0007 - 00051145



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 ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA		METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITADO : CARLOMAGNO ROQUE MARRON		MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.)	2.063
UBICACIÓN : JULIACA		HUMEDAD OPTIMA (%)	11.58%
MUESTRA : CALICATA 1 - VIA SECUNDARIA - BASE		CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	68.21
FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2024		CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	55.21
		AASHTO :	
		EMBEDIDO :	



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 I.P.C. - CIVIL INGENIERÍA CIVIL
 Msc. Arnoldo Yous Torres
 CIP. 103257

BIE: B007-00051145



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

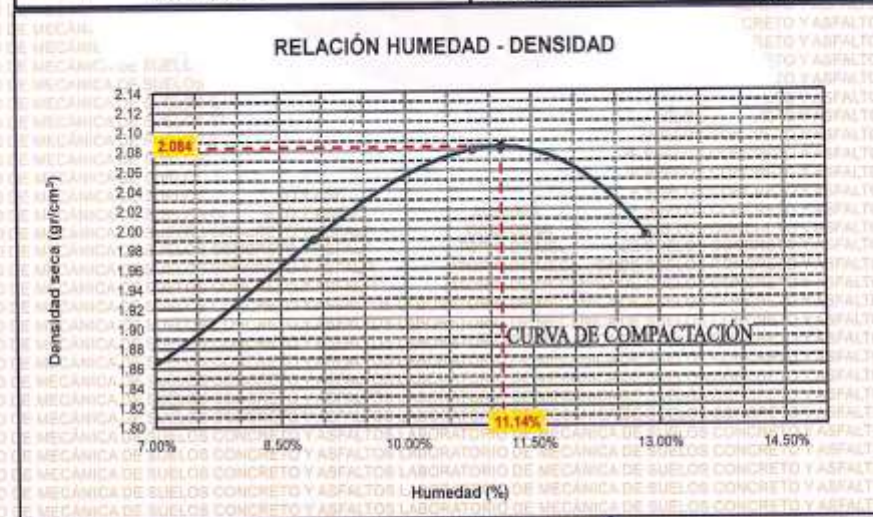
TESIS	: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VIAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VIAS DE LA SALUDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	: CARLOMAGNO ROQUE MARRON
UBICACIÓN	: JULIACA
MUESTRA	: CALICATA 2 - VIA SECUNDARIA - BASE
FECHA	: 10 DE JUNIO DEL 2024

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

	gr.	10087	10464	10797	10638
Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10087	10464	10797	10638
Peso del Molde	gr.	5665	5865	5865	5865
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4222	4599	4892	4773
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.990	2.167	2.305	2.249

Capas No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	436.00	437.50	400.12	405.30	441.25	441.57	487.20	487.30
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	412.30	472.67	372.80	377.60	405.10	404.20	438.20	438.90
Peso del Agua	gr.	23.70	24.63	27.62	27.70	36.15	37.37	49.00	48.40
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.	348.11	348.67	308.31	313.42	340.90	340.00	374.99	374.71
% de Humedad	%	6.81%	7.06%	8.90%	8.64%	10.60%	10.99%	12.80%	12.92%
Promedio de Humedad	%	6.94%		8.90%		10.80%		12.86%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.881		1.990		2.081		1.993	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.084 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 11.14%



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

Ing. Arnelio Yano Torres

100257

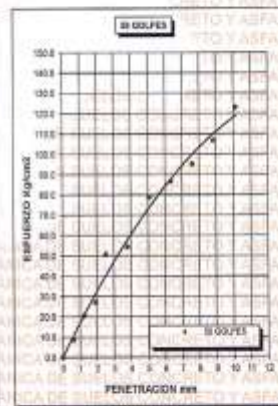
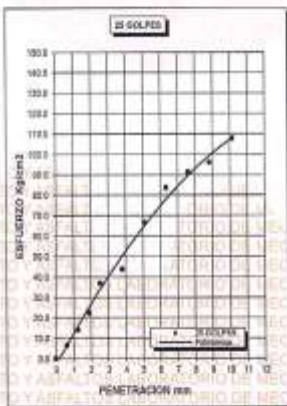
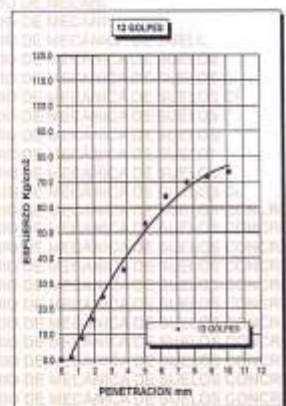
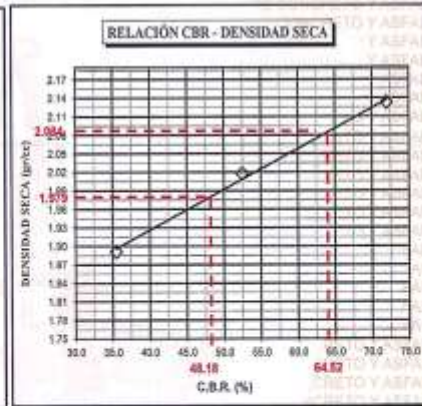
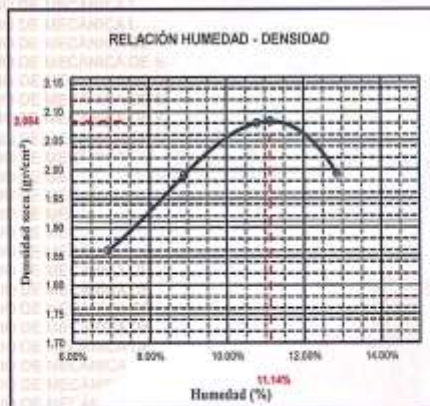
BIE: B007-00051145



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 ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO :	CARLOMAGNO ROQUE MARRON	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) : 2.084
UBICACIÓN :	JULIACA	HUMEDAD OPTIMA (%) : 11.14%
MUESTRA :	CALCATA 2 - VIA SECUNDARIA - BASE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 64.52
FECHA :	10 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 48.18
		AASHTO :
		EMBERRIDO :



Ing. Aracelio Poma Jaramilla
CIP 100000

BIE: 8007-00051145



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 ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA		
SOLICITANTE	CARLOMAGNO ROQUE MARRÓN		
UBICACIÓN	JULIACA		
MUESTRA	CALCATA 1 - VIA SECUNDARIA - SUBBASE		
FECHA	16 DE JUNIO DEL 2024		

MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2135 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10360	10710	10550	10405
Peso del Molde	gr.	5865	5865	5865	5865
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4515	4845	4685	4540
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	2.115	2.269	2.194	2.126

Capsula No	No	SUP.		INF.		SUP.		INF.	
		SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.		
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	312.00	310.40	327.30	326.40	352.41	350.10	235.10	225.40
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	298.20	294.60	305.90	303.60	324.20	322.50	202.20	206.90
Peso del Agua	gr.	15.80	15.80	21.40	21.80	28.21	27.60	17.90	18.50
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.	232.10	230.90	241.80	239.70	260.10	258.50	138.10	142.80
% de Humedad	%	6.81%	6.85%	8.65%	9.01%	10.65%	10.64%	12.96%	12.96%
Promedio de Humedad	%	6.83%		8.83%		10.74%		12.98%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.980		2.083		1.982		1.883	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.089 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	8.48%



Ing. Arístides Yana Torres
 CIP: 103257

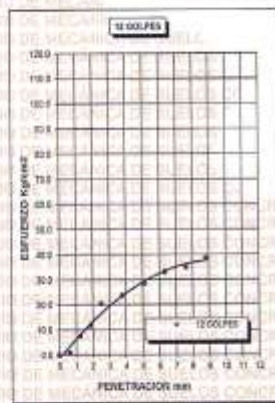
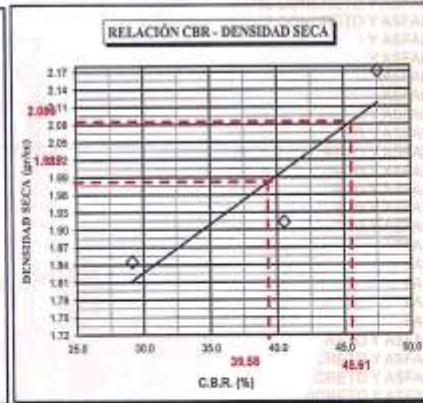
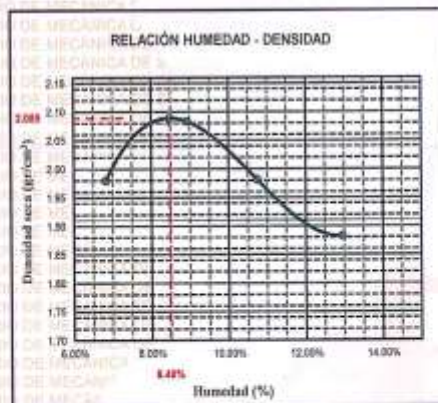
BIE: B007-00051145



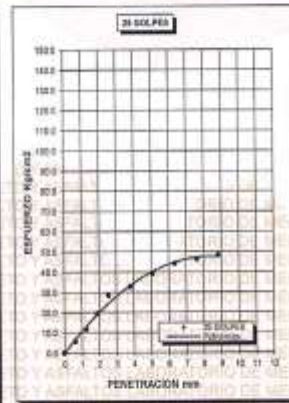
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



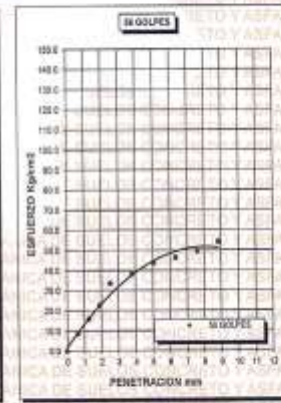
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA		MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
PROYECTO :		MAXIMA DENSIDAD SECA [gr/cm ³ .]	2.089
SOLICITADO :	CARLOMAGNO ROQUE MARRON	HUMEDAD OPTIMA (%)	8.48%
UBICACIÓN :	JULIACA	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	45.61
MUESTRA :	CALICATA 1 - VIA SECUNDARIA - SUBBASE	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	39.58
FECHA :	10 DE JUNIO DEL 2024	AASHTO :	
		EMBERIDO :	



CBR 29.15



CBR 40.56



CBR 47.58

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Ing. Arnaldo Jara Torres
CIP 103237

BIE : 8007 - 00051145



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

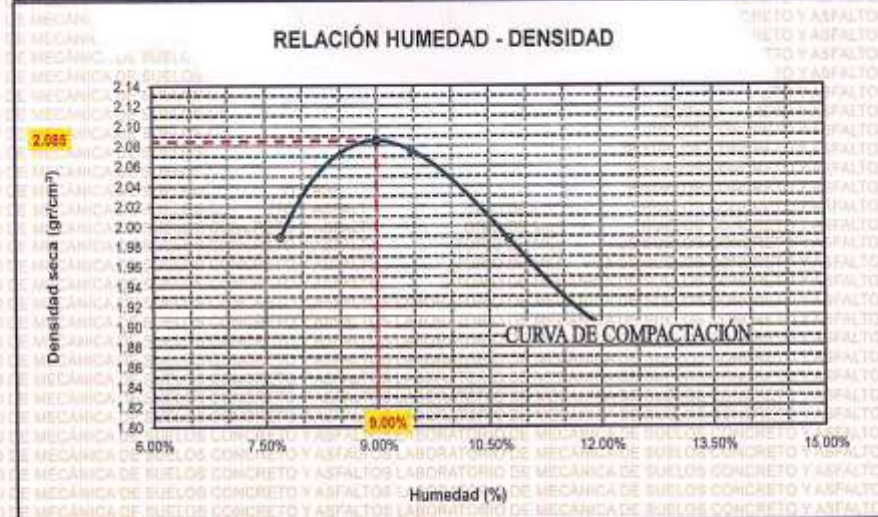
TESIS	: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VIAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VIAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	: CARLOMAGNO ROQUE MARRON
UBICACIÓN	: JULIACA
MUESTRA	: CALICATA 2 - VIA SECUNDARIA - SUBBASE
FECHA	: 10 DE JUNIO DEL 2024

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2128 cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10424	10700	10550	10420
Peso del Molde	gr.	5865	5865	5865	5865
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4559	4835	4685	4555
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	2.142	2.272	2.202	2.141

Capítulo No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	331.20	333.60	348.60	346.90	383.20	383.60	285.20	286.80
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	312.30	314.10	322.20	322.30	351.60	353.20	259.62	260.20
Peso del Agua	gr.	18.90	19.50	24.30	24.60	31.60	30.40	25.58	25.30
Peso de la Capsula	gr.	64.10	64.20	64.00	64.20	64.50	64.30	64.20	64.10
Peso del Suelo Seco	gr.	248.20	249.90	258.20	258.10	287.10	288.70	196.42	196.10
% de Humedad	%	7.61%	7.80%	9.41%	9.53%	11.51%	10.63%	13.06%	12.90%
Promedio de Humedad	%	7.71%		8.47%		10.77%		13.86%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.989		2.076		1.988		1.894	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.085 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 9.00%



CARLOMAGNO ROQUE MARRON
 Ingeniero Civil
 Director del Laboratorio

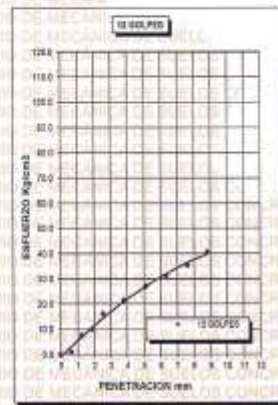
BIE : 8007 - 00051145



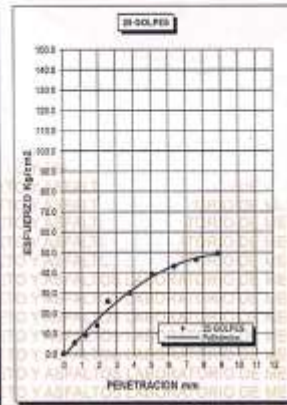
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



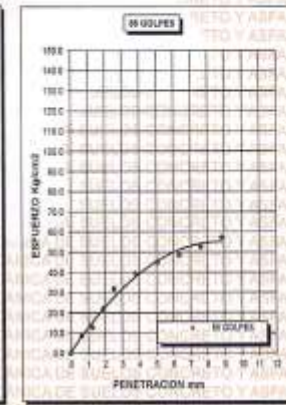
PROYECTO :	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO :	CARLOMAGNO ROQUE MARRON	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) : 2.085
UBICACIÓN :	JULIACA	HUMEDAD OPTIMA (%) : 9.00%
MUESTRA :	CALCATA 2 - VIA SECUNDARIA - SUBBASE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 42.55
FECHA :	10 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 35.15
		AASHTO :
		EMBEBIDO :



CBR 23.01



CBR 36.90



CBR 45.14

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Mg. Arnoldo Tena Torres
CIP 103257

BIE: 8007 - 00051145



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-100

TESIS	: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	: CARLOMAGNO ROQUE MARRON
UBICACIÓN	: JULIACA
MUESTRA	: CALICATA 1 - VIA SECUNDARIA - SUBBRASANTE
FECHA	: 10 DE JUNIO DEL 2024

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2138 cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10385	10690	10598	10389
Peso del Molde	gr.	5865	5865	5865	5865
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4520	4825	4643	4524
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	2.114	2.257	2.172	2.116

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	320.00	320.30	340.20	340.50	360.00	360.00	380.20	380.10
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	298.10	296.50	313.20	313.90	346.10	350.20	216.90	218.70
Peso del Agua	gr.	21.90	21.80	27.00	26.70	34.90	34.80	21.30	21.40
Peso de la Capsula	gr.	64.00	63.00	64.00	64.00	65.00	65.00	64.00	65.00
Peso del Suelo Seco	gr.	234.10	233.50	249.20	249.90	280.10	285.20	154.90	153.70
% de Humedad	%	9.35%	9.34%	10.65%	10.68%	12.46%	12.25%	13.76%	13.92%
Promedio de Humedad	%	9.39%		10.76%		12.33%		13.84%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.933		2.038		1.933		1.859	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.040 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 10.58%



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 JULIACA
 10 JUNIO 2024
 ALDO ARANDA JARA ZOLA
 Ing. Civil

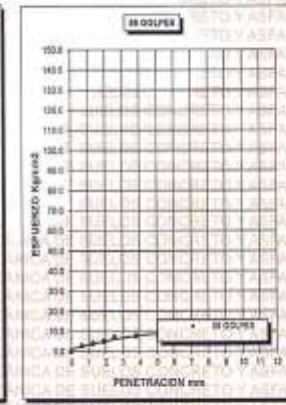
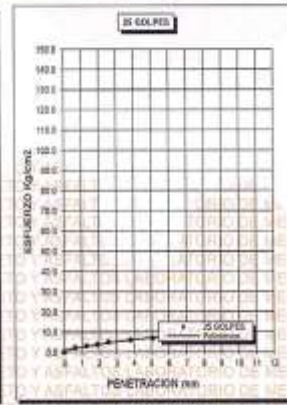
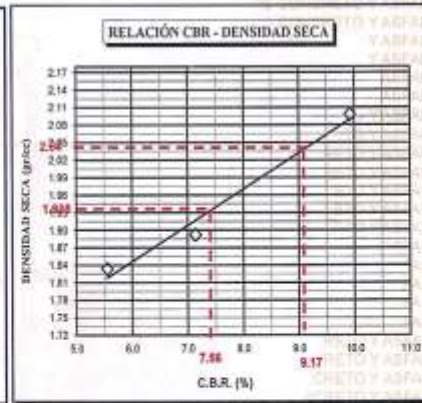
BIE: 8007 - 00051145



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 ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO :	CARLOMAGNO ROQUE MARRON	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 2.040
UBICACIÓN :	JULIACA	HUMEDAD OPTIMA (%) 10.58%
MUESTRA :	CALICATA 1 - VÍA SECUNDARIA - SUBRASANTE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 9.17
FECHA :	10 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 7.56
		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

Marr. Armando Toro Torres
CIP: 103251

BIE: B007-00051145



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 ESTRUCTURAL DE VIAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VIAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	CARLOMAGNO ROQUE MARRÓN
UBICACIÓN	JULIACA
MUESTRA	CALICATA 2 - VIA SECUNDARIA - SUBRASANTE
FECHA	10 DE JUNIO DEL 2024

MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2145 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10458	10688	10506	10404
Peso del Molde	gr.	5865	5865	5865	5865
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4593	4821	4641	4539
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	2.141	2.248	2.164	2.116

Capítulo No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	335.00	339.90	359.30	350.10	399.30	400.60	242.10	243.90
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	314.80	314.80	331.30	331.30	361.30	363.20	221.00	222.40
Peso del Agua	gr.	24.40	24.70	28.10	28.80	38.00	37.40	21.10	21.10
Peso de la Capsula	gr.	63.60	65.00	64.30	64.00	64.30	65.00	54.20	64.00
Peso del Suelo Seco	gr.	250.70	249.80	266.90	267.50	297.00	298.20	166.80	158.40
% de Humedad	%	9.73%	9.89%	10.53%	10.65%	12.79%	12.54%	13.46%	13.32%
Promedio de Humedad	%	9.81%		10.61%		12.67%		13.39%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.960		2.032		1.920		1.855	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.037 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	10.86%



[Firma manuscrita]
Ing. Anselmo Tena Torres
CIP: 107257

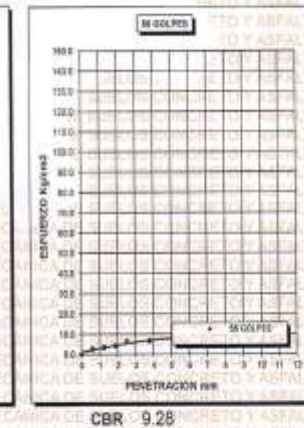
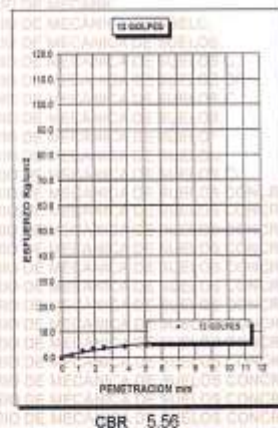
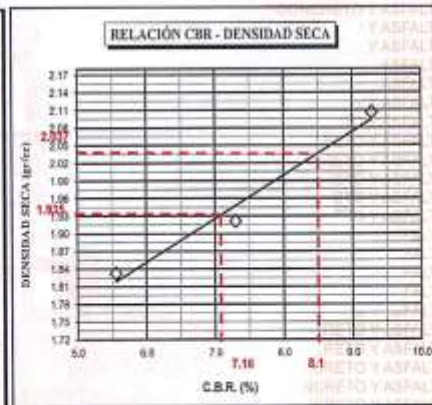
BIE: 8007-00051145



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 ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CARA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A ARRIQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITADO :	CARLOMAGNO ROQUE MARRON	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.037
UBICACIÓN :	JULIACA	HUMEDAD OPTIMA (%)	10.89%
MUESTRA :	CALICATA 2 - VIA SECUNDARIA - SUBRASANTE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	8.10
FECHA :	10 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	7.16
		AASHTO :	
		EMBEBIDO :	



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Ing. Arnoldo Tena Torres
C.P. 103257

BIE - 0007 - 00051145



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



PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : CARLOMAGNO ROQUE MARRON
UBICACIÓN : JULIACA
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA : C ALICATA D1
FECHA : 03 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	96.48
SUELO SECO + TARRO	gr	86.17
PESO DEL TARRO	gr	24.00
PESO DEL AGUA	gr	10.29
PESO DEL SUELO SECO	gr	62.17
HUMEDAD %	%	16.55

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	44.78	45.28	44.81	14.57	14.62
SUELO SECO + TARRO	gr	42.51	42.87	42.69	13.81	13.72
PESO DEL TARRO	gr	28.25	28.62	29.14	8.00	8.00
PESO DEL AGUA	gr	2.27	2.41	2.12	0.76	0.90
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.26	14.25	13.55	5.81	5.72
HUMEDAD %	%	15.92	16.91	15.65	13.08	15.73
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 15.96 **LIMITE PLASTICO** : 14.41

INDICE PLASTICO : 01.56

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



WILSON ROQUE CACERES VELASQUEZ
E.P., CIP 103257
Mg. Arnoldo Yano Torres
CIP 103257

BIE: 8007-00051145



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

PROYECTO EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : CARLOMAGNO RODRIGUEZ MARRON

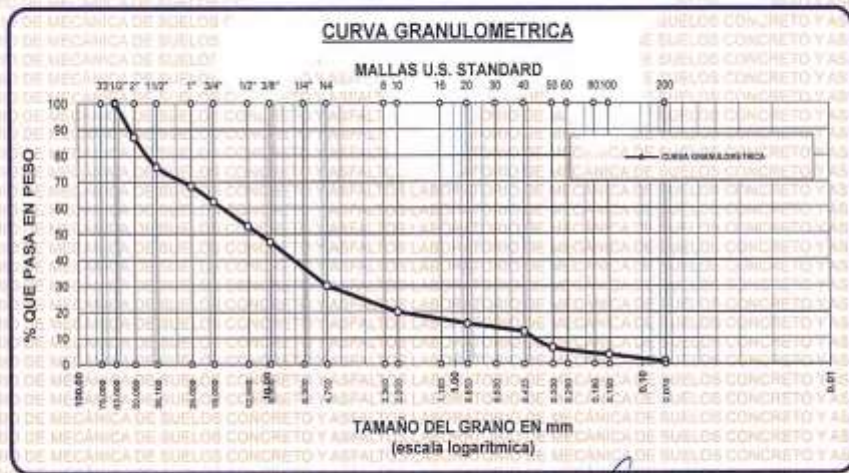
UBICACIÓN JULIACA

LUGAR LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA C ALICATA 01

FECHA 03 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 3500.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 3470.00
2"	50.000	454.00	12.97	12.97	87.03		P.P.= 30.00
1 1/2"	38.100	398.00	11.37	24.34	75.66		% W = 16.55
1"	25.000	296.00	7.31	31.66	68.34		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	212.00	6.06	37.71	62.29		LL = 15.96
1/2"	12.500	327.00	9.34	47.06	52.94		LP = 14.41
3/8"	9.500	213.00	6.09	53.14	46.86		LP = 1.56
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	587.00	16.77	69.91	30.09		D10= 0.375 Cu= 46.4
No6	2.980						D30= 4.728 Cc= 3.42
No10	2.000	350.23	10.01	79.92	20.08		D60= 17.41
No15	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	160.51	4.59	84.51	15.49		I.G. =
No30	0.600						SUSCS GM-GC
No40	0.425	105.30	3.01	87.52	12.48		ASSTHO A1
No 50	0.300	217.54	6.22	93.73	6.27		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	94.42	2.70	96.43	3.57		
No200	0.075	95.00	2.71	99.14	0.86		
BASE		30.00	0.86	100.00	0.00		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA					0.86		



INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL
FICP - CAR. INGENIERIA CIVIL
Miguel Ángel Yana Torres
CIP: 103257

BIE: B007-00051145



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



PROYECTO
SOLICITANTE
UBICACIÓN
LUGAR
MUESTRA
FECHA

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

CARLOMAGNO ROQUE MARRON
JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
CALICATA 02
03 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	93.58
SUELO SECO + TARRO	gr	82.98
PESO DEL TARRO	gr	23.30
PESO DEL AGUA	gr	10.58
PESO DEL SUELO SECO	gr	59.68
HUMEDAD %	%	17.73

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	46.63	46.78	45.89		
SUELO SECO + TARRO	gr	43.28	43.45	43.76		
PESO DEL TARRO	gr	28.64	29.64	28.34		
PESO DEL AGUA	gr	3.35	3.33	2.13		
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.64	13.81	15.42		
HUMEDAD %	%	22.88	24.11	13.81		
N° DE GOLPES		30	25	15		
LIMITE LIQUIDO	:	20.16	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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN
UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Ing. Arnaldo Jairo Torres
CIP: 193777

BIE: 8007-00051145



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



PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : CARLOMAGNO ROQUE MARRON

UBICACIÓN : JULIACA

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : C ALICATA 01-BASE GRANULAR

FECHA : 03 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	102.34
SUELO SECO + TARRO	gr	96.21
PESO DEL TARRO	gr	24.35
PESO DEL AGUA	gr	6.13
PESO DEL SUELO SECO	gr	71.86
HUMEDAD %	%	8.53

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 : **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


 Mayra Arriaga Yana Torres
 LABORATORIO M.S.C.A.

BIE : 8007 - 00051145



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



PROYECTO EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE CARLOMAGNO ROQUE MARRON

UBICACIÓN JULIACA

LUGAR LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA CALICATA 02-BASE GRANULAR

FECHA 03 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	103.25
SUELO SECO + TARRO	gr	96.56
PESO DEL TARRO	gr	23.30
PESO DEL AGUA	gr	6.69
PESO DEL SUELO SECO	gr	73.26
HUMEDAD %	%	9.13

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
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

Verónica Amparito Tena Torres

BIE: 8007 - 00051145



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



PROYECTO EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE
SOLICITANTE CARLOMAGNO ROQUE MARRON
UBICACIÓN JULIACA
LUGAR LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA C ALICATA 01-SUBRASANTE
FECHA 03 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	128.34
SUELO SECO + TARRO	gr	112.34
PESO DEL TARRO	gr	24.00
PESO DEL AGUA	gr	16.00
PESO DEL SUELO SECO	gr	88.34
HUMEDAD %	%	18.11

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	43.54	42.56	43.21	14.57	14.62
SUELO SECO + TARRO	gr	39.19	38.47	39.21	13.42	13.42
PESO DEL TARRO	gr	28.25	28.62	29.14	8.00	8.00
PESO DEL AGUA	gr	4.35	4.09	4.00	1.15	1.20
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.94	9.85	10.07	5.42	5.42
HUMEDAD %	%	39.76	41.52	39.72	21.22	22.14
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 39.84 **LIMITE PLASTICO** : 21.68

INDICE PLASTICO : 18.16

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

Ing. Carlos Magno Roque Marron
C.I. 100257

BIE: 8007-00051145



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



PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : CARLOMAGNO ROQUE MARRON

UBICACIÓN : JULIACA

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 02-SUBRASANTE

FECHA : 03 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	98.62
SUELO SECO + TARRO	gr	87.24
PESO DEL TARRO	gr	23.30
PESO DEL AGUA	gr	11.38
PESO DEL SUELO SECO	gr	63.94
HUMEDAD %	%	17.80

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	42.87	41.57	42.67	14.67	14.82
SUELO SECO + TARRO	gr	36.51	37.84	38.98	13.52	13.57
PESO DEL TARRO	gr	28.36	28.72	29.64	8.00	8.00
PESO DEL AGUA	gr	4.16	3.73	3.69	1.15	1.25
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.15	9.12	9.34	5.52	5.57
HUMEDAD %	%	40.99	40.90	39.51	20.83	22.44
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 39.98 **LIMITE PLASTICO** : 21.64

INDICE PLASTICO : 18.34

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL
Mey, Aracely Yana Torres
CIP 109927

BIE: 0007-00051145



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



PROYECTO

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA.

SOLICITANTE

CARLOMAGNO ROQUE MARRON

UBICACIÓN

JULIACA

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA

C ALICATA 01-VIA SECUNDARIA-BASE

FECHA

: 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	112.34
SUELO SECO + TARRO	gr	100.31
PESO DEL TARRO	gr	23.30
PESO DEL AGUA	gr	12.03
PESO DEL SUELO SECO	gr	77.01
HUMEDAD %	%	15.62

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	45.34	46.12	45.72	
SUELO SECO + TARRO	gr	43.10	43.65	43.26	
PESO DEL TARRO	gr	28.64	29.64	28.34	
PESO DEL AGUA	gr	2.24	2.47	2.46	
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.46	14.01	14.92	
HUMEDAD %	%	15.49	17.63	16.49	
N° DE GOLPES		30	25	15	
LIMITE LIQUIDO	:	16.32	LIMITE PLASTICO	:	NP

INDICE PLASTICO : NP

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

Donde:

LL = Limite Líquido

W_n = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes



[Signature]
Miry Aracely Yano Torres
CIP 153257

BIE: B007 - 00051145



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

PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : CARLOMAGNO ROQUE MARRON

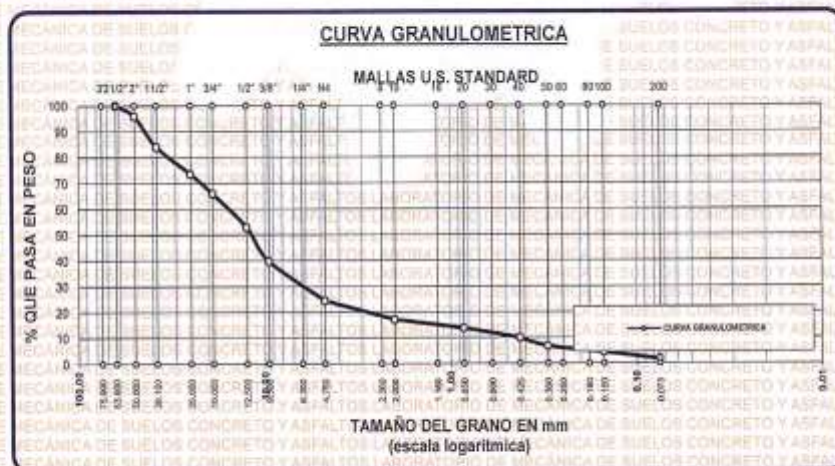
UBICACIÓN : JULIACA

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : C ALICATA 01-VIA SECUNDARIA-BASE

FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCION 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.= 2948.92
2"	50.000	120.00	4.00	4.00	96.00		P.P.= 51.05
1 1/2"	38.100	356.97	11.86	15.86	84.12		% W = 15.62
1"	25.000	316.34	10.54	26.42	73.58		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	231.54	7.72	34.14	65.86		L.L.= 16.32
1/2"	12.500	389.64	12.99	47.13	52.87		L.P.= NP
3/8"	9.500	394.31	13.14	60.27	39.73		I.P.= NP
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	459.64	15.32	75.59	24.41		D10= 0.424 Cu= 37.9
No8	2.360						D30= 6.484 Cc= 6.17
No10	2.000	221.34	7.38	82.97	17.03		D60= 16.07
No15	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	99.64	3.32	86.29	13.71		I.G. =
No30	0.600						SUSCS GW-GM
No40	0.425	110.68	3.69	90.98	10.02		ASSTHD A1
No 50	0.300	96.74	3.29	93.27	6.73		OBSERVACIONES:
No80	0.250						
No90	0.180						
No100	0.150	68.34	2.28	95.56	4.44		
No200	0.075	82.34	2.74	98.30	1.70		
BASE		51.08	1.70	100.00	0.00		
TOTAL		3000.00	100.00				
% PERDIDA							



M.S.C.A. *[Signature]*
Vr. Araldo Vera Torres

BIE: 8007-00051145



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



PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA.

SOLICITANTE : CARLOMAGNO ROQUE MARRON

UBICACIÓN : JULIACA

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 02-VIA SECUNDARIA-BASE

FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	120.34
SUELO SECO + TARRO	gr	106.82
PESO DEL TARRO	gr	24.00
PESO DEL AGUA	gr	13.52
PESO DEL SUELO SECO	gr	82.82
HUMEDAD %	%	16.32

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	46.12	46.57	45.98		
SUELO SECO + TARRO	gr	43.76	44.39	43.66		
PESO DEL TARRO	gr	28.56	29.62	28.41		
PESO DEL AGUA	gr	2.36	2.18	2.32		
PESO DEL SUELO SECO	gr	15.20	14.77	15.25		
HUMEDAD %	%	15.53	14.78	15.21		
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 14.98 **LIMITE PLASTICO** : 0.00

INDICE PLASTICO : NP

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



INGENIERO EN INGENIERIA DE VIAL
FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL
Msc. Arandya Yana Torres
103257

BIE : 8007 - 00051145



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

PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A CALICATA DE LA PROVINCIA DE JULIACA.

SOLICITANTE : CARLOMAGNO ROQUE MARRON

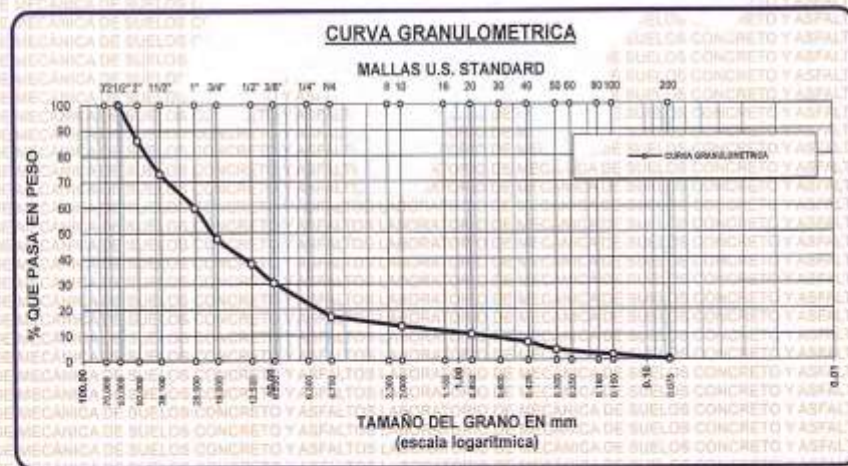
UBICACIÓN : JULIACA

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS.

MUESTRA : CALICATA 02-VIA SECUNDARIA-BASE

FECHA : 10 DE JUNIO 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.= 2690.33
2"	50.000	421.00	14.03	14.03	85.97		P.P.= 9.67
1 1/2"	38.100	367.00	12.90	26.93	73.07		% W = 16.32
1"	25.000	398.00	13.27	40.20	59.80		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	367.00	12.23	52.43	47.57		L.L.= 14.90
1/2"	12.500	290.00	9.67	62.10	37.90		L.P.= 0.00
3/8"	9.500	224.00	7.47	69.57	30.43		I.P.= NP
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	397.00	13.23	82.80	17.20		D10= 0.811 C _u = 31.1
No8	2.360						D30= 9.344 C _c = 4.27
No10	2.000	114.37	3.81	86.61	13.39		D50= 25.20
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	92.67	3.09	89.70	10.30		I.G. =
No30	0.600						SUSCS GM-GC
No40	0.425	97.84	3.26	92.96	7.04		ASSTHO A1
No50	0.300	87.62	2.92	95.88	4.12		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	52.45	2.08	97.97	2.04		
No200	0.075	51.38	1.71	99.68	0.32		
BASE		9.67	0.32	100.00	0.00		
TOTAL		3000.00	100.00				
% PERDIDA							



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

MSCA JULIACA

Mtro. Arnaldo Yanez Torres
EIP. 10/2012

BIE- 8007 - 00051145



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



PROYECTO

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE

: CARLOMAGNO ROQUE MARRON

UBICACIÓN

: JULIACA

LUGAR

: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA

: C ALICATA 01-VIA SECUNDARIA-SUBBASE

FECHA

: 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	98.37
SUELO SECO + TARRO	gr	91.21
PESO DEL TARRO	gr	23.30
PESO DEL AGUA	gr	7.16
PESO DEL SUELO SECO	gr	67.91
HUMEDAD %	%	10.54

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

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

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes



INVESTIGADORA M.Sc. CAROLINA

FCP - CAP INGENIERIA CIVIL

Mag. Arnelio Jairo Torres

CI 103297

BIE: 8007 - 00051145



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VILASQUEZ"
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 ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : CARLOMAGNO ROQUE MARRON

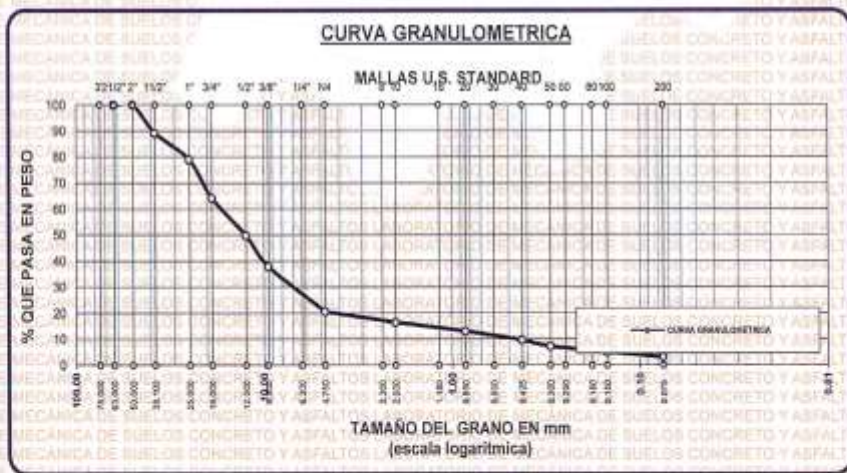
UBICACIÓN : JULIACA

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : C ALICATA 01-VIA SECUNDARIA-SUBBASE

FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCION 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.= 2904.54
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 95.46
1 1/2"	38.100	321.00	10.70	10.70	89.30		% W = 10.54
1"	25.000	310.00	10.33	21.03	78.97		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	442.00	14.73	35.77	64.23		LL=
1/2"	12.500	431.00	14.37	50.13	49.87		LP=
3/8"	9.500	357.00	11.90	62.03	37.97		LP= NP
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	521.00	17.37	79.40	20.60		D10= 0.454 C _u = 37.6
No8	2.360						D30= 7.321 C _c = 6.91
No10	2.000	124.00	4.13	83.53	16.47		D60= 17.06
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	102.34	3.41	86.94	13.06		I.G. =
No30	0.600						SUSCS GP
No40	0.425	98.34	3.28	90.22	9.78		ASSTHO A1
No50	0.300	74.21	2.47	92.70	7.30		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	66.34	2.21	94.91	5.09		
No200	0.075	67.31	1.91	96.82	3.18		
BASE		95.46	3.18	100.00	0.00		
TOTAL		3000.00					
% PERDIDA		3.18					



LABORATORIO M.S.C.A. ESTADISTICA

INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNICO - INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Aracely Yana Torres

CPI 117757

BIE: B007-00051145



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



PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : CARLOMAGNO ROQUE MARRON

UBICACIÓN : JULIACA

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : C ALICATA 02-VIA SECUNDARIA-SUBBASE

FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	112.34
SUELO SECO + TARRO	gr	103.67
PESO DEL TARRO	gr	24.00
PESO DEL AGUA	gr	8.67
PESO DEL SUELO SECO	gr	79.67
HUMEDAD %	%	10.88

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 : **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



[Firma]
Ing. Armando Tena Torres
CIP. 103207

RIE: 8007 - 00051145



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

PROYECTO

DAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN

SOLICITANTE

CARLOMAGNO ROQUE MARRÓN

UBICACIÓN

JULIACA

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA

C ALICATA 02-VIA SECUNDARIA-SUBBASE

FECHA

10 DE JUNIO 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	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 2943.77
1 1/2"	38.100	267.00	8.90	8.90	91.10		P.P.= 56.23
1"	25.000	368.00	12.27	21.17	78.83		% W = 10.88
3/4"	19.000	452.00	15.07	36.23	63.77		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	437.00	14.57	50.80	49.20		L.L.= 0.00
3/8"	8.500	467.00	16.23	67.03	32.97		L.P.= 0.00
1/4"	6.300						I.P.= NP
No4	4.750	467.00	15.57	82.60	17.40		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No6	2.960						D10= 0.869 Cu= 19.9
No10	2.000	128.31	4.21	86.81	13.19		D30= 0.585 Cc= 4.91
No16	1.180						D60= 17.32
No20	0.850	97.31	3.24	90.05	9.95		CLASIFICACIÓN:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	78.34	2.81	92.87	7.33		SUSCS GP, GM
No50	0.300	65.27	2.18	94.84	5.16		ASSTHO A1
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	57.34	1.91	96.75	3.25		
No200	0.075	41.20	1.37	98.13	1.87		
BASE		56.23	1.87	100.00	0.00		
TOTAL		3000.00	100.00				
% PERDIDA			1.87				



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
VICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Mgtr. Alfredo Jara Torres
DNI 419757

BIE : B007 - 00051145



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



PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : CARLOMAGNO ROQUE MARRON

UBICACIÓN : JULIACA

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 01-VIA SECUNDARIA-SUBRASANTE

FECHA : 10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	121.35
SUELO SECO + TARRO	gr	107.37
PESO DEL TARRO	gr	24.00
PESO DEL AGUA	gr	13.98
PESO DEL SUELO SECO	gr	83.37
HUMEDAD %	%	16.77

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	44.21	44.67	43.62	13.87	13.63
SUELO SECO + TARRO	gr	39.74	40.19	39.62	12.86	12.66
PESO DEL TARRO	gr	28.25	28.62	29.14	8.00	8.00
PESO DEL AGUA	gr	4.47	4.46	4.00	0.99	0.95
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.49	11.57	10.48	4.86	4.68
HUMEDAD %	%	38.90	38.72	38.17	20.29	20.30
N° DE GOLPES		30	25	15		
LIMITE LIQUIDO	:	38.12	LIMITE PLASTICO	:	20.29	
INDICE PLASTICO	:		17.83			

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



INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA Y FUSIÓN
 P.C.P. - CAPACITACIÓN UANCV
 M.S.C.A. JEANITA
 Virgilio Yane Torres
 CIP: 103257

BIE: 8007-00051145



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

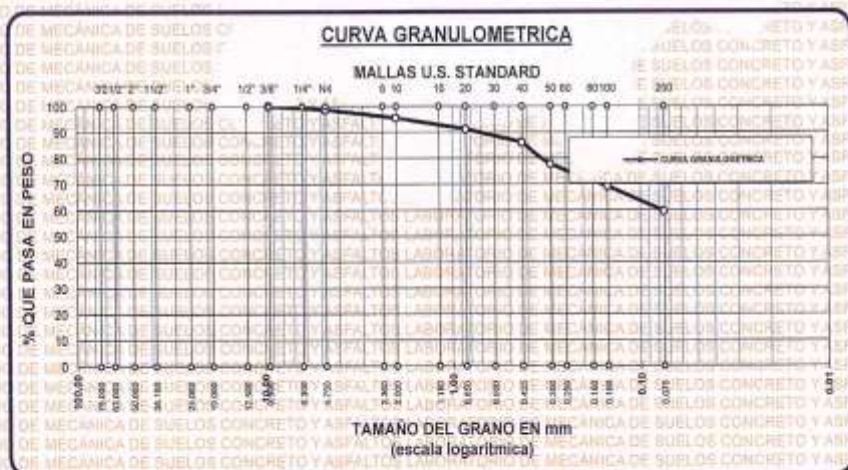


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

PROYECTO: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE HUACAYBAMBILLA
SOLICITANTE: CARLOMAGNO ROQUE MARRON
UBICACIÓN: JULIACA
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA: CALICATÁ 01-VIA SECUNDARIA-SUBRASANTE
FECHA: 10 DE JUNIO 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						P.I.= 200.00
2"	50.000						P.L.= 80.95
1 1/2"	38.100						P.P.= 119.04
1"	25.000						% W = 16.77
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						LL = 38.12
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LP = 20.29
1/4"	6.300						IP = 17.83
No4	4.750	2.57	1.29	1.29	98.72		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No6	2.360						D10= — Cur=
No10	2.000	6.37	3.19	4.47	95.53		D30= — Ce=
No16	1.180						D60= 0.08
No20	0.850	8.62	4.31	8.78	91.22		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	10.37	5.19	13.97	86.04		SUSCS CL
No50	0.300	16.52	8.28	22.23	77.78		ASSTHO
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	17.27	8.64	30.86	69.14		
No200	0.075	19.24	9.62	40.48	59.52		
BASE		119.04	58.52	100.00	0.00		
TOTAL		200.00	100.00				
% PERDIDA		69.52					



[Handwritten signature]

BIE-B007-00051145



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



PROYECTO

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE

CARLOMAGNO ROQUE MARRON

UBICACIÓN

JULIACA

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA

CALICATA 02-VIA SECUNDARIA-SUBRASANTE

FECHA

10 DE JUNIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	113.56
SUELO SECO + TARRO	gr	100.57
PESO DEL TARRO	gr	23.41
PESO DEL AGUA	gr	12.99
PESO DEL SUELO SECO	gr	77.16
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	41.68	42.97	41.87	14.98	14.87
SUELO SECO + TARRO	gr	37.88	38.94	38.33	13.82	13.74
PESO DEL TARRO	gr	28.25	28.62	29.14	8.00	8.00
PESO DEL AGUA	gr	3.80	4.03	3.54	1.16	1.13
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.63	10.32	9.19	5.82	5.74
HUMEDAD %	%	39.46	39.05	38.52	19.93	19.69
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO : 38.53 **LIMITE PLASTICO** : 19.81

INDICE PLASTICO : 18.73

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



INVESTIGADOR RESPONSABLE
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
Armando Yana Torres
CIP. 193257

BIE: 6007-00051145



UNIVERSIDAD ANÓNIMA "NESTOR CÁCERES 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 CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE: CARLOMAGNO ROQUE MARRÓN

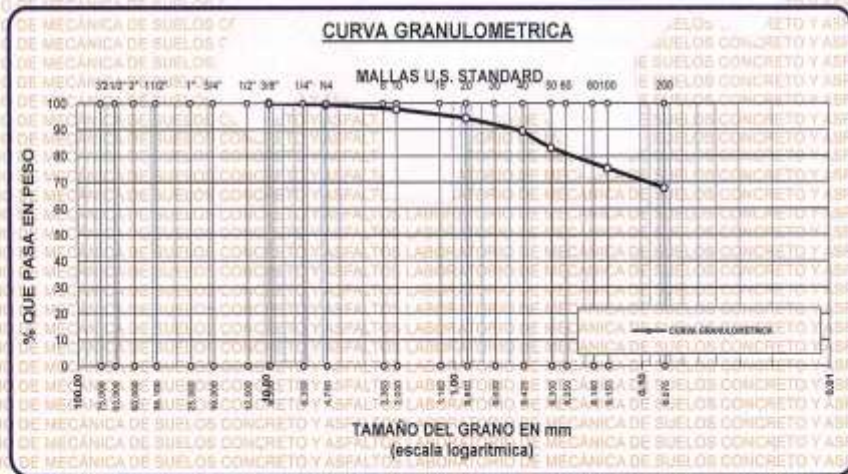
UBICACIÓN: JULIACA

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA: CALICATA 02-VIA SECUNDARIA-SUBRASANTE

FECHA: 10 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 200.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 64.36
2"	50.000						P.P.= 135.64
1 1/2"	38.100						% W = 16.84
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						LL = 38.53
1/2"	12.500						LP = 19.81
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LP = 18.73
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	0.89	0.45	0.45	99.56		D10= --- Cu= ---
No8	2.360						D30= --- Co= ---
No10	2.000	3.56	1.78	2.23	97.78		D60= ---
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	6.78	3.39	5.62	94.39		I.G. =
No30	0.600						SUSCS CL
No40	0.425	9.87	4.94	10.55	89.45		ASSTHO
No50	0.300	12.64	6.32	16.87	83.13		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	15.84	7.92	24.79	75.21		
No200	0.075	14.78	7.39	32.18	67.82		
BASE		135.64	67.82	100.00	0.00		
TOTAL		200.00	100.00				
% PERDIDA			67.82				



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C.A.
Mgtr. Arvids Yane Torres
CIP: 103257

B/E: 8007-00051145



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

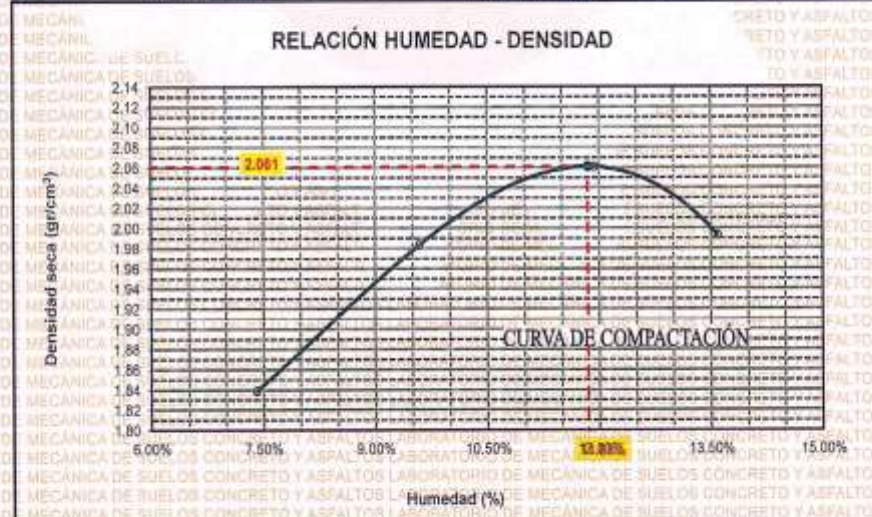
TESIS	EVALUACION ESTRUCTURAL DE VIAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VIAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA		
SOLICITANTE	CARLOMAGNO ROQUE MARRON		
UBICACION	JULIACA		
MUESTRA	CALICATA 1 - BASE		
FECHA	03 DE JUNIO DEL 2024		

MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2121 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	96 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10054	10474	10758	10667
Peso del Molde	gr.	5855	5855	5855	5855
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4199	4609	4893	4802
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.975	2.173	2.307	2.284

Capítulo No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	414.12	415.21	558.50	559.62	550.53	550.51	495.07	490.36
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	369.50	391.50	514.38	516.21	499.32	498.34	442.62	447.64
Peso del Agua	gr.	24.62	23.71	44.14	42.41	51.21	52.17	54.25	48.74
Peso de la Capsula	gr.	84.50	84.21	83.30	84.51	85.42	85.90	83.84	85.62
Peso del Suelo Seco	gr.	324.98	327.29	451.04	451.70	432.90	432.78	376.78	381.02
% de Humedad	%	7.58%	7.24%	9.79%	9.30%	11.83%	12.05%	14.40%	12.79%
Promedio de Humedad	%	7.41%		8.99%		11.94%		13.80%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.839		1.983		2.061		1.883	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA :	2.061 gr/cm ³
METODO:	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA :	11.85%



Karla Arango Yana Torres
 C.P. 193357

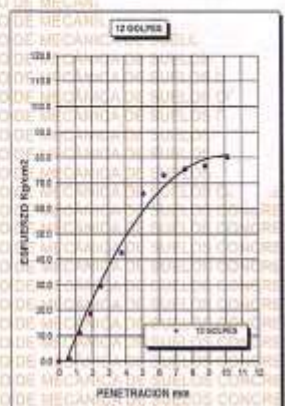
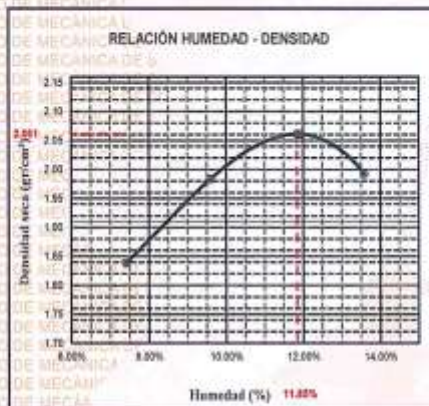
BIE : 8007 - 00051145



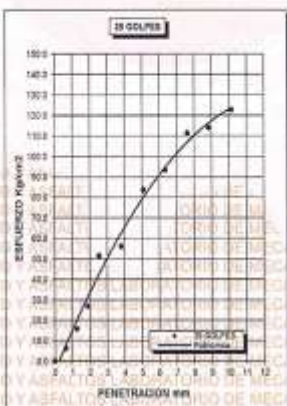
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



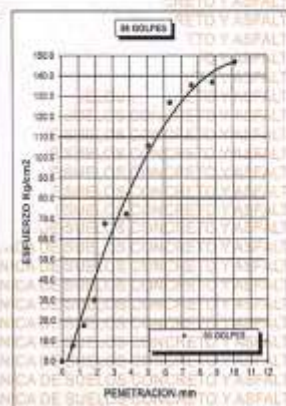
PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSFORMABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA		METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91	
SOLICITADO : CARLOMAGNO ROQUE MARRON		MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 2.061	
UBICACIÓN : JULIACA		HUMEDAD OPTIMA (%) : 11.85%	
MUESTRA : CALICATA 1 - BASE		CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 91.51	
FECHA : 03 DE JUNIO DEL 2024		CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 71.50	
		AASHTO :	
		EMBEBIDO :	



CBR 42.09



CBR 73.27



CBR 95.91


 INGENIERIA ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CARVINGENIA CIVIL
 Msc. Arnoldo Jane Torres
 C.P. 193257

BIE : 8007 - 00051145



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

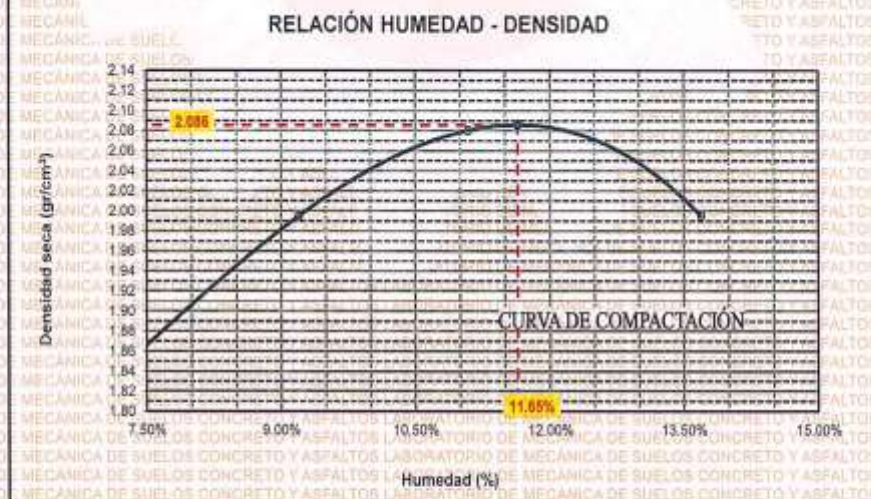
TESIS	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA		
SOLICITANTE	CARLOMAGNO ROQUE MARRON		
UBICACIÓN	JULIACA		
MUESTRA	CALCATA 2 - BASE		
FECHA	03 DE JUNIO DEL 2024		

MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2119 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	56 golpes

	gr.	10062	10481	10792	10672
Peso Suelo Humedo + Molde					
Peso del Molde	gr.	5865	5865	5865	5865
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³	4197	4616	4897	4807
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.981	2.178	2.311	2.288

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	417.20	417.20	394.20	394.20	452.30	452.30	514.20	514.20
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	393.30	393.30	355.40	355.40	413.70	413.40	450.00	450.00
Peso del Agua	gr.	23.90	23.90	27.80	27.80	38.60	38.90	64.20	64.20
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.	329.09	329.09	302.19	302.19	349.49	349.19	385.79	385.79
% de Humedad	%	7.28%	7.26%	8.20%	8.20%	11.04%	11.14%	13.89%	13.89%
Promedio de Humedad	%	7.26%		8.20%		11.09%		13.89%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.847		1.995		2.080		1.995	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.088 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	11.65%



LABORATORIO M.S.C.A. AREQUIPA
Ing. Arnaldo Yana Torres
CIP 103277

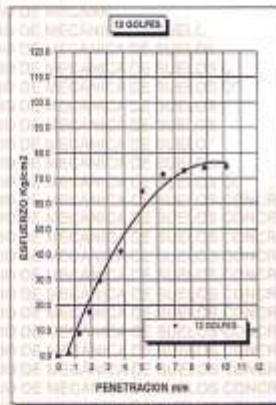
BIE : 8007 - 00051145



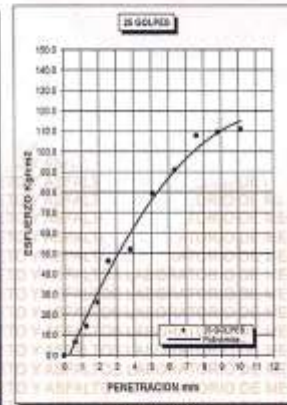
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



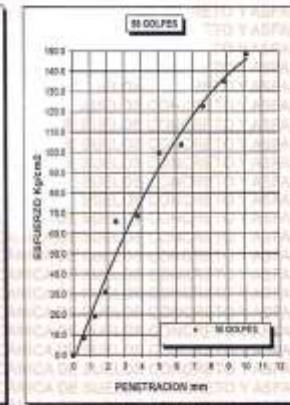
PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO : CARLOMAGNO ROQUE MARRON	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) 2.086
UBICACIÓN : JULIACA	HUMEDAD OPTIMA (%) 22.65%
MUESTRA : CALCATÁ 2 - BASE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 87.50
FECHA : 03 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 67.90
	AASHTO :
	EMBEBIDO :



CBR 42.09



CBR 65.89



CBR 93.96

INVESTIGADOR NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mtro. Aníbal Yano Torres
CIP 403257

BIE: 8007 - 00051145



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

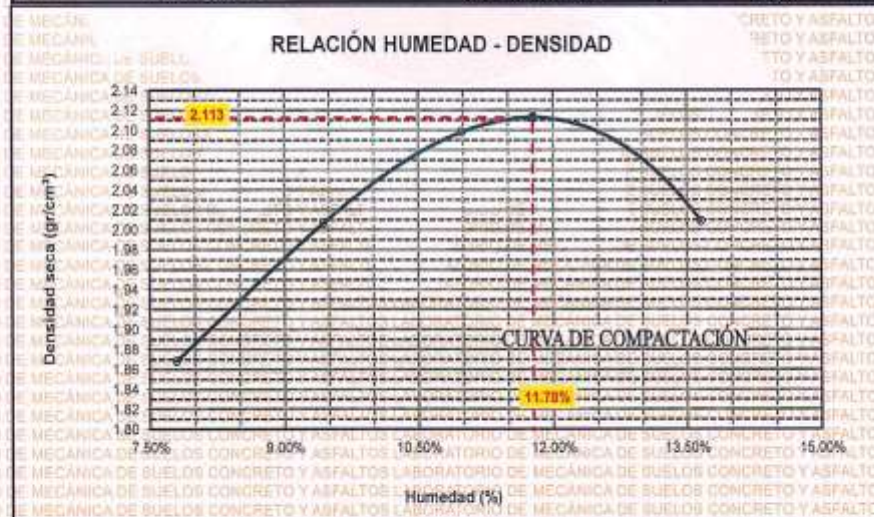
TESIS	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA		
SOLICITANTE	CARLOMAGNO ROQUE MARRÓN		
UBICACIÓN	JULIACA		
MUESTRA	CALICATA 3 - BASE		
FECHA	03 DE JUNIO 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.	10128	10514	10794	10899
Peso del Molde	gr.	5865	5865	5865	5865
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4263	4649	4929	4834
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	2.014	2.196	2.328	2.283

Capas No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	400.40	400.38	393.80	393.85	454.30	454.30	515.20	515.20
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	394.88	394.80	395.40	395.40	415.70	415.70	461.00	461.00
Peso del Agua	gr.	25.72	25.78	28.40	25.45	38.60	38.60	54.20	54.20
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.	330.44	330.36	331.16	331.16	351.46	351.46	396.76	396.76
% de Humedad	%	7.79%	7.80%	8.42%	9.45%	10.98%	10.98%	13.98%	13.69%
Promedio de Humedad	%	7.79%		9.44%		10.98%		13.64%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.868		2.007		2.096		2.009	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	2.113 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	11.78%



LABORATORIO R.S.C.A. 05040000
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
R.C.P. - CAROLINA
V. Angulo Vera Torres
CIP. 193257

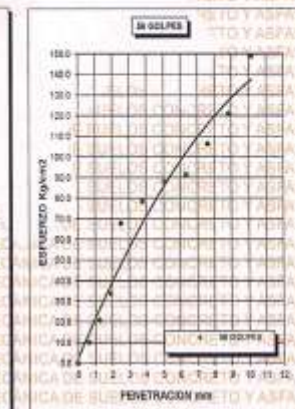
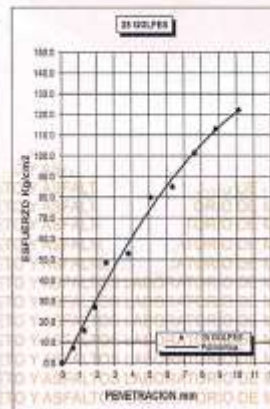
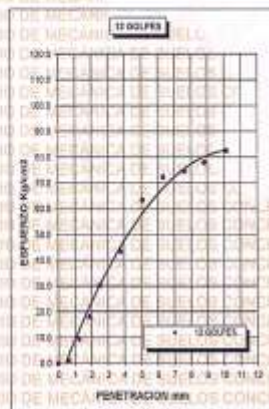
BIE: 0007 - 00051145



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 ESTRUCTURAL DE VÍAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VÍAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO : CARLOMAGNO ROQUE MARRON	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³): 2.113
UBICACIÓN : JULIACA	HUMEDAD OPTIMA (%): 11.78%
MUESTRA : CALICATA 3 - BASE	CBR AL 100 DE M.D.S. (%): 92.41
FECHA : 03 DE JUNIO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%): 72.43
	AASHTO : EMBEBIDO :



Mr. Arnaldo Yane Torres
D.M. 189287

BIE : 8007 - 00051145



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 30 - 12 - 2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: CARLOMAGNO ROQUE MARRON

Dirección: Urb. AMAUTA Mz. L LT 09

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70795659

Teléfono: 935718552 email: carlomagno.roque@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

Escuela Profesional o Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

Título o Grado Académico a optar: MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

Asesor: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE VIAS DE BAJA TRANSITABILIDAD Y ALTERNATIVA DE DISEÑO CON REDUCCIÓN DE ESPESORES DE CAPA POR MEDIO DE ESTABILIZACIÓN EN VIAS DE LA SALIDA A AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): BAJA TRANSITABILIDAD ALTERNANCIA REDUCCIÓN

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1,2

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
 Título
 2da Especialidad
 Maestria
 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)

- Si autorizo que se deposite inmediatamente.
- Si 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?

Si: 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.

- Si 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

30 – DICIEMBRE - 2024

Fecha