



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA
MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA
CARRETERA CABANILLA – LAMPA
DE LA REGIÓN PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA
MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA
CARRETERA CABANILLA – LAMPA
DE LA REGIÓN PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:



Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:



Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 893-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 29 de agosto del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 11463 presentado por el (la) Bachiller: **JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- * **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 05 de setiembre del 2024
- * **HORA** : 14:00 p.m.
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS.....
Dr. Milton Quispe Huanca
DECANO
CIP. 47790cc.
Archivo
interesado (a)UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS.....
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DECANAL N° 393-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de junio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 5860 por el o (la) Bachiller: **JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 404 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 063 - 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el o (la) Bachiller: **JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 063 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: **JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

.....
DR. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



.....
Dr. Enrique Pallas Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 045-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 13 de marzo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-001669, presentado por el señor (a) **JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 041-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 013-2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: **JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 013-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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

DR. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

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

DR. Efraín Rajillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA – LAMPA DE LA REGIÓN PUNO

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

19%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	17%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.udch.edu.pe Fuente de Internet	<1%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
5	idoc.pub Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	core.ac.uk Fuente de Internet	<1%
8	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1%

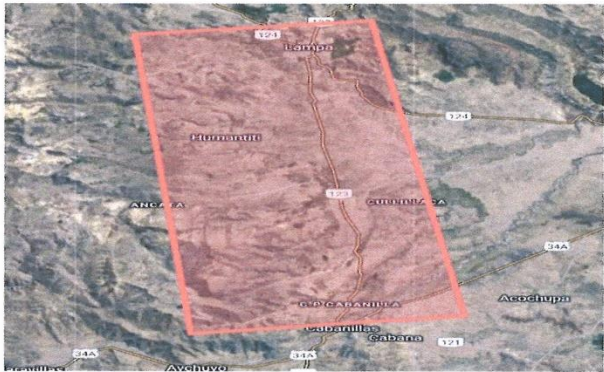


Metadatos Complementarios UANCV



Título de la tesis	
ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA – LAMPA DE LA REGIÓN PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73299102
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-5080-0308
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02442876
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Recursos propios
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Cabanilla</p> <ul style="list-style-type: none">- Latitud: S 15° 37' 13"- Longitud: O 70° 20' 45"  <p>https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1IAvcfkxfHQm7iO9moAYfbT6qiWnjWqg&usp=sharing</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2024 – Junio 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍAS, CIENCIAS Y ARTES
DIRECTOR
Dr. Eirain Villalobos
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo Jhoel Cristian Escobar Vizcacho, identificado con DNI Nro. 7329902, en mi condición de egresado de:

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

Ingeniería Civil

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

“ Estabilización de la Superficie Afirmada mediante Combinación de Suelos de la Carretera Cabanilla-Lampa de la Región Puno ”

Asesorado por: _____

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mí 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 24 de Setiembre del 2024


Firma del Asesor


Firma del Estudiante


Huella



DEDICATORIA

A mis padres que me han dado la existencia; y en ella la capacidad por superarme y desear lo mejor en cada paso por este camino llamado vida. Gracias por ser como son, por que su presencia y persona han formado la persona que me estoy convirtiendo.

A mis maestros y amigos; que en el andar por la vida nos hemos ido encontrando; por que cada uno de ellos motivaron mis sueños.

J.C.E.V



AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es la vida y lo justa que puede llegar a ser, gracias a mi familia por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis. Gracias por creer y confiar en mi y gracias a Dios por permitirme vivir y disfrutar de cada día.

J.C.E.V.



ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xvi

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.....	3
1.3.1. Justificación técnica.....	3
1.3.2. Justificación económica y social.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	5
1.5.1. Hipótesis general.....	5



1.5.2. Hipótesis específicas	5
1.6. Variables e indicadores	5
1.7. Operacionalización de variables	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación	7
2.1.1. Antecedente internacional	7
2.1.2. Antecedentes nacionales	8
2.1.3. Antecedente regional	10
2.2. Marco teórico	11
2.2.1. La mecánica de suelos en las obras de pavimentación.....	11
2.2.2. Humedad de los suelos	13
2.2.3. El terreno de fundación de la vía.....	15
2.2.4. Asentamiento en el terreno de fundación	16
2.2.5. Mejoramiento del terreno de fundación	18
2.2.6. Esquema de organización de suelos	25
2.2.7. Compactación de suelos	28
2.2.8. Variables que afectan el proceso de compactación de los suelos	30
2.2.9. Algunos problemas especiales de compactación en el campo	36
2.2.10. Problemas geotécnicos en las carreteras	38
2.2.11. Propiedades físicas e índice del suelo	42
2.2.12. Relaciones de pesos y volúmenes	44
2.2.13. Relaciones fundamentales	45
2.2.14. Granulometría de suelos	47
2.2.15. Límites de Atterberg.....	50



2.2.16. Suelos granulares y suelos cohesivos.....	52
2.2.17. Ensayo de abrasión por medio de la máquina de los Ángeles	54
2.2.18. Estabilización de suelos	56
2.2.19. Canteras y materiales para construir el afirmado	57
2.2.20. Drenaje y subdrenaje en las vías	61
2.2.21. Aguas superficiales	62
2.2.22. Aguas subterráneas.....	63
2.2.23. Efectos capilares en el subdrenaje.....	66
2.2.24. Principios en el diseño de pavimentos	66
2.2.25. Funciones de las distintas capas de un pavimento	67
2.2.26. Factores que afectan el diseño de los pavimentos.....	72
2.3. Marco conceptual.....	75
2.3.1. Estabilización	75
2.3.2. Estabilización mecánica	75
2.3.3. Estabilización por drenaje	75
2.3.4. Estabilización química	76
2.3.5. Estabilización iónica	76
2.3.6. Estabilización con polímeros	77
2.3.7. Estabilización con enzimas orgánica.....	77

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Características de la investigación	78
3.2. Metodología de la investigación	78
3.2.1. Población y muestra	78
3.3. Métodos e instrumentos de la investigación	79



- 3.3.1. Métodos para determinar las características físicas y mecánicas de suelos de la cantera “Micaela Bastidas” 79
- 3.3.2. Métodos para determinar las características físicas y mecánicas de suelos de la cantera “Cabanilla”. 80
- 3.3.3. Métodos para determinar las características físicas y resistentes y desgaste de agregados de la cantera rio Lampa 80
- 3.3.4. Métodos de evaluación de las propiedades físicas, durabilidad y resistencia a la abrasión de los áridos procedentes de la cantera del río Cabanillas..... 80
- 3.3.5. Métodos para la estabilización de suelos de la cantera “Micaela Bastidas” y agregados del rio Lampa 81
- 3.3.6. Métodos para la estabilización de suelos de la cantera “Cabanilla” y agregados del rio Cabanillas..... 81

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- 4.1. Criterios para el proceso de estabilización de suelos para la superficie de rodadura de la carretera Cabanilla – Lampa 83
 - 4.1.1. Defectos comunes en la carretera Cabanilla – Lampa..... 84
- 4.2. Cualidades físicas y mecánicas de las superficies de la cantera “Micaela Bastidas” de Lampa..... 88
- 4.3. Idea de estabilización de suelos de la cantera “Micaela Bastidas” mediante la incorporación de agregados del rio Lampa 93
 - 4.3.1. Estabilización de suelos de la cantera de suelos “micaela bastidas” con adición de agregados del rio lampa en proporción 75% - 25% 93
 - 4.3.2. Estabilización de suelos de la cantera de suelos “Cabanilla” con agregados del río Cabanillas en proporción 60% - 40% 97



4.4. Propiedades físicas y mecánicas de la cantera de suelos “Cabanilla”	101
4.5. Propuesta de estabilización del suelo de la cantera “Cabanilla” mediante la incorporación de rocas procedentes del río Cabanillas	105
CONCLUSIONES.....	115
RECOMENDACIONES	117
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	118
ANEXOS.....	120



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema de una muestra de suelo, para indicación de los símbolos usados	43
Figura 2. Sección transversal impropia	84
Figura 3. Drenaje inadecuado.....	85
Figura 4. Ondulaciones.....	85
Figura 5. Exceso de polvo	86
Figura 6. Baches	87
Figura 7. Ahuellamientos	87
Figura 8. Pérdida de agregados	88



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resultados del Evaluación granulométrica del suelo de la cantera “Micaela Bastidas” de Lampa	89
Tabla 2. Datos obtenidos del ensayo límites de consistencia del suelo de la cantera “Micaela Bastidas” de Lampa	90
Tabla 3 Datos obtenidos de clasificación de suelos de la cantera “Micaela Bastidas” de Lampa	91
Tabla 4 Dato obtenido del ensayo de compactación proctor modificado de los suelos de la cantera “Micaela Bastidas” de Lampa	91
Tabla 5 Dato obtenido del ensayo de Relación Soporte California (CBR) de los suelos de la cantera “Micaela Bastidas” de Lampa	92
Tabla 6 Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de cantera “Micaela Bastidas” y agregados del río Lampa en proporción del 75% - 25% respectivamente	94
Tabla 7 Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de cantera “Micaela Bastidas” y agregados del río Lampa en proporción del 75% - 25% respectivamente	95
Tabla 8 Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de cantera “Micaela Bastidas” y agregados del río lampa en proporción del 75% - 25% respectivamente	96
Tabla 9 Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de cantera “Micaela Bastidas” y agregados del río Lampa en proporción del 60% - 40% respectivamente	98
Tabla 10 Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de cantera “Micaela Bastidas” y agregados del río Lampa en proporción del 60% - 40% respectivamente	99
Tabla 11 Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de cantera “Micaela Bastidas” y agregados del río Lampa en proporción del 60% - 40% respectivamente	100
Tabla 12 Resumen de datos obtenidos de ensayos del proceso de estabilización de suelos de la cantera “Micaela Bastidas” y agregados del río Lampa	100



Tabla 13 Datos obtenidos del Evaluación granulométrica del suelo de la cantera
 “Cabanilla” 102

Tabla 14 Datos obtenidos del ensayo límites de consistencia del suelo de la cantera
 “Cabanilla” 102

Tabla 15 Datos obtenidos de clasificación de suelos de la cantera “Cabanilla” 103

Tabla 16 Dato obtenido del ensayo de compactación Proctor modificado de los suelos de la
 cantera “Cabanilla” 104

Tabla 17 Datos obtenidos del ensayo de Relación Soporte California (CBR) de los suelos
 de la cantera “Cabanilla” 105

Tabla 18 Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de Cantera “Cabanilla” y
 agregados del río Cabanillas en proporción del 75% - 25% respectivamente..... 107

Tabla 19 Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de Cantera “Cabanilla” y
 agregados del río Cabanillas..... 108

Tabla 20 Datos obtenidos del CBR en mezcla de suelos de cantera “Cabanilla” y agregados
 del río Cabanillas en proporción Del 75% y 25% 109

Tabla 21 Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de cantera “Cabanilla” y
 agregados del río Cabanillas en proporción del 60% - 40% respectivamente..... 110

Tabla 22 Datos obtenidos de compactación en Proctor modificado de mezcla de suelos de
 cantera “Cabanilla” y agregados del río Cabanillas en proporción del 60% - 40% 111

Tabla 23 Datos obtenidos del CBR en mezcla de suelos de cantera “Cabanilla” y agregados
 del río Cabanillas en proporción del 60% y 40% 112

Tabla 24 Resumen de datos obtenidos de ensayos del proceso de estabilización de suelos
 de la cantera “Cabanilla” y agregados del río “Cabanillas” 113



RESUMEN

Las carreteras son cruciales para el desarrollo urbano, y la carretera Cabanilla - Lampa, en la región de Puno, es especialmente significativa para el desarrollo de la provincia de Lampa. La superficie del suelo de la carretera es propensa al deterioro, especialmente durante la temporada de lluvias. Para solucionar este problema es necesario estabilizar la superficie del suelo. Existen dos canteras de áridos ubicadas en cada una de las canteras de suelo «Micaela Bastidas» y «Cabanilla», así como en los ríos «Lampa» y «Cabanillas». Específicamente, esto se hizo con el fin de cumplir con el objetivo que se describió anteriormente. Para el propósito de este proyecto, que pretende desarrollar métodos para la estabilización de suelos, el objetivo general es crear un pavimento que sea duradero para la ruta que conecta Cabanilla y Lampa. Se realizará una evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos encontrados en las canteras de Cavanilla y Micaela Bastidas con el uso de la norma EG - 2013, desarrollada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. El segundo objetivo es realizar una investigación de los agregados que se obtienen de los ríos «Lampa» y «Cabanillas» para conocer las propiedades mecánicas de durabilidad y resistencia que poseen. 3. Determinar el método más efectivo de estabilización de suelos para la arquitectura del firme de la carretera entre Cabanilla y Lampa mediante la inclusión de diferentes tipos de suelos.

Luego de realizar los análisis y pruebas necesarias, se ha llegado a los siguientes resultados: De acuerdo con los resultados de los ensayos de laboratorio que se realizaron en las canteras seleccionadas, se descubrieron las siguientes características físicas y mecánicas: el suelo procedente de la cantera «Micaela Bastidas» tenía una gradación inadecuada según la evaluación granulométrica, un índice de plasticidad (Ip) de 10,87%, una clasificación de suelos AASHTO de A - 6, una densidad seca máxima (Ds) de 1,76 gr/cm³, y un CBR (California Bearing Ratio) del 100% de 34,30%. El suelo que se recogió de la cantera



«Cabanilla», por otra parte, tenía una gradación insuficiente en su evaluación granulométrica. Tenía un índice de plasticidad (IP) de 13,90%, una clasificación de suelos AASHTO de A - 2 - 56, una densidad seca máxima de 1,70 gr/cm³, y un CBR del 100% del orden del 29,00%. Según los resultados de las pruebas, está claro que los suelos en su estado actual no son recomendables y necesitan mejoras si se van a utilizar. En segundo lugar, los áridos elegidos de la cantera fueron ensayados en laboratorio para determinar sus propiedades mecánicas de desgaste y resistencia. Los resultados de las pruebas son los siguientes: Los agregados de la cantera del río Lampa tienen un peso específico de 2.65, un índice de saturación de 1.3%, un nivel de humedad de 7.50%, un porcentaje de resistencia de 63.02% y un porcentaje de desgaste de 37.04%. Por otro lado, los áridos de la cantera del río Cabanillas tienen un peso específico de 2,67, un índice de absorción del 2,11%, un nivel de humedad del 8,31%, un porcentaje de resistencia del 65,02% y un porcentaje de desgaste del 35,03%. Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas nos muestran claramente que tanto los áridos de Lampa como los de Cabanillas son de alta calidad. El tercer paso consiste en estabilizar los suelos de cantera que tienen una alta concentración de partículas pequeñas añadiendo áridos en la proporción correcta. Este proceso requiere probar varias proporciones para determinar la mezcla óptima. La estabilización de tierra se realizó utilizando agregados de la cantera del río «Lampa» en combinación con tierra de la cantera «Micaela Bastidas». Se ensayaron dos proporciones diferentes: 75% suelo y 25% áridos, y 60% suelo y 40% áridos. Las propiedades mecánicas mejoradas se lograron utilizando una proporción suelo-agregado de 60% de suelo y 40% de agregado. Además, la estabilización del suelo de la cantera de «Cabanilla» se realizó utilizando áridos de la cantera del río «Cabanillas» en dos proporciones distintas: 75% de suelo y 25% de árido, y 60% de suelo y 40% de árido. Se utilizaron ambas proporciones. Con el fin de alcanzar los resultados previstos, se utilizaron ambas proporciones. Más concretamente, se estableció que la proporción de suelo y árido, que era de sesenta por ciento



de suelo y cuarenta por ciento de árido, daba lugar a un aumento de las propiedades mecánicas. Esta proporción resultó ser la más eficaz.

Palabras Clave: Superficie afirmada, estabilización, cantera, agregados, ensayos.



ABSTRACT

Roads are crucial for urban development, and the Cabanilla - Lampa highway, in the Puno region, is especially significant for the development of the province of Lampa. The ground surface of the road is prone to deterioration, especially during the rainy season. To solve this problem, it is necessary to stabilize the soil surface. The "Micaela Bastidas" and "Cabanilla" soil quarries, as well as the "Lampa" and "Cabanillas" rivers, each have two aggregate quarries. This was done in order to achieve the aforementioned objective. Creating a durable pavement for the Cabanilla - Lampa highway is the general objective of this project, which aims to develop technologies for soil stabilization. The precise objectives that this research aims to achieve are detailed below: 1. Using the EG - 2013 standard that was created by the Ministry of Transportation and Communications, carry out an evaluation of the physical and mechanical qualities of the soils that are located. in the Cavanilla and Micaela Bastidas quarries. 2. Carry out an analysis of the aggregates derived from the "Lampa" and "Cabanillas" rivers to determine their mechanical qualities of durability and resistance. 3. Determine the most efficient form of soil stabilization for the road surface architecture between Cabanilla and Lampa by integrating a variety of soil types.

After carrying out the necessary analyzes and tests, the following results have been reached: The laboratory tests carried out in the chosen quarries revealed the following physical and mechanical attributes: the soil of the "Micaela Bastidas" quarry presented an inadequate granulometry according to the evaluation granulometric, a plasticity index (I_p) of 10.87%, an AASHTO soil classification of A - 6, a maximum dry density (D_s) of 1.76 gr/cm³ and a CBR (California Bearing Ratio) of 100% of 34.30%. However, the soil obtained from the "Cabanilla" quarry also presented inadequate gradation in its granulometric evaluation, with a plasticity index (I_p) of 13.90%, an AASHTO soil classification of A - 2 - 56, a maximum dry density of 1.70 gr/cm³, and a 100% CBR of 29.00%. Based on the test results,



it is clear that the floors in their current state are not recommended and need improvement if they are to be used. Secondly, the aggregates chosen from the quarry were tested in the laboratory to determine their mechanical properties of wear and resistance. The test results are as follows: The aggregates from the Lampa River quarry have a specific weight of 2.65, a saturation index of 1.3%, a humidity level of 7.50%, a resistance percentage of 63.02% and a percentage wear rate of 37.04%. On the other hand, the aggregates from the Cabanillas River quarry have a specific weight of 2.67, an absorption index of 2.11%, a humidity level of 8.31%, and a resistance percentage of 65.02%. and a wear percentage of 35.03%. The test results clearly indicate that both Lampa and Cabanillas aggregates are of high quality. The third step is to stabilize quarry soils that have a high concentration of small particles by adding aggregates in the correct proportion. This process requires testing various ratios to determine the optimal mix. Soil stabilization was carried out using aggregates from the "Lampa" river quarry in combination with soil from the "Micaela Bastidas" quarry. Two different proportions were tested: 75% soil and 25% aggregate, and 60% soil and 40% aggregate. Improved mechanical properties were achieved using a soil-aggregate ratio of 60% soil and 40% aggregate. Furthermore, the stabilization of the soils of the "Cabanilla" quarry was carried out through the use of aggregates from the "Cabanillas" river quarry in two different proportions: 75% soil and 25% aggregate, and 60% soil and 40% aggregate. . Both proportions were used to achieve the desired results. The soil to aggregate ratio, which was sixty percent soil to forty percent aggregate, was particularly shown to result in improved mechanical qualities.

Keywords: Surface affirmed, stabilization, quarry, aggregates, tests.



INTRODUCCIÓN

La carretera Cabanilla – Lampa se encuentra actualmente en estado de total deterioro, con un firme sin pavimentar. Necesita rehabilitación o reconstrucción. Para abordar este tema, el desarrollo de este proyecto considera el aprovechamiento de suelo de las canteras “Micaela Bastidas” y “Cabanilla”. Estos suelos se estabilizarán mediante la adición de áridos en diversas proporciones para garantizar que sus propiedades mecánicas cumplan con las especificaciones Métodos señaladas en la norma EG - 2013. Para lograr estos objetivos, el esfuerzo tiene en cuenta los siguientes elementos:

El Capítulo I aborda el tema de la superficie afirmada de la vía Cabanilla – Lampa. Discute el problema general, cuestiones particulares, razones, meta general, objetivos especiales, hipótesis generales e hipótesis específicas.

El capítulo II del esfuerzo de estudio se centra en los antecedentes, el marco teórico y el marco conceptual. Además, en estas partes se comenta explícitamente el proceso que se encuentra en la literatura sobre el diseño de la superficie consolidada de la vía que conecta Cabanilla y Lampa.

El Capítulo III analiza la metodología utilizada para alcanzar los objetivos planteados. En este caso, la metodología se centra en un enfoque descriptivo y aplicado.

Finalmente, en el Capítulo IV Además del examen y discusión de los resultados, también se tuvo en cuenta el objetivo general. además de las particularidades que se han tenido en cuenta a lo largo del proceso de llegada a los resultados y recomendaciones.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Análisis de la situación problemática

Las rutas que se consideran las más importantes de la provincia de Lampa, como las vías Juliaca - Lampa y Ccaracara - Lampa, actualmente se encuentran pavimentadas con asfalto. Esta última es una ruta alterna que los automovilistas que viajan de Cusco a Arequipa podrían utilizar con sus automóviles. Sin embargo, el tramo de la ruta denominado Ccaracara - Lampa - Cabanilla - Cabanillas se encuentra parcialmente sin asfaltar. En concreto, el tramo Cabanilla - Lampa tiene una longitud total de 28,00 km. Existe la posibilidad de que este tramo sea pavimentado próximamente. Sin embargo, ahora experimenta un intenso tráfico, particularmente debido al movimiento de mercancías desde Cusco hacia Arequipa, sin llegar a Juliaca. Esto reduciría el recorrido en aproximadamente 28,00 km, aportando ventajas a sus usuarios. Por lo tanto, el tramo Cabanilla – Lampa, que no está pavimentado, requiere una restauración inmediata para abordar el estado de la superficie de la carretera. La afirmación se realiza sobre caminos sin pavimentar, los cuales están cubiertos con una capa de suelos cuidadosamente seleccionados y bien compactados. El espesor de esta capa oscila entre 0,10 metros y 0,15 metros. Hay dos canteras de suelo a lo largo de este camino, que contienen en



su mayoría granos de suelo regulares y finos, con falta de partículas más grandes. El propósito de este proyecto es explicar la necesidad de mezclar suelos con agregados para crear un suelo duradero y resistente que pueda soportar las obras de construcción y proporcionar un camino adecuado para todo tipo de vehículos. Esto beneficiará tanto a transportistas como a usuarios al facilitar el transporte de productos. Se ha sugerido que los suelos que se van a utilizar en la construcción de este proyecto se establezcan de acuerdo con las normas que se han establecido para ello. Para la estabilización del firme de la carretera se utilizarán áridos procedentes del río Cabanillas y tierras de la cantera «Cabanilla». Para lograr el objetivo de estabilizar la carretera Cabanilla, que es la vía que conduce a la ciudad de Lampa, se utilizarán agregados que fueron recuperados del río «Lampa» y suelos que fueron recogidos de la cantera «Micaela Bastidas». Es de vital importancia tener en cuenta que la longitud total del tramo analizado es de 28,00 kilómetros.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo será el proceso de estabilización por combinación de suelos con fines de diseño de superficie afirmada de la carretera Cabanilla – Lampa de la región Puno?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la cantera Micaela Bastidas y Cabanilla, con aplicación de la norma EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones?
2. ¿Cómo son las características mecánicas de desgaste y resistencia de los agregados del río “Lampa” y río “Cabanillas”?
3. ¿Cuál será la combinación de suelos para su estabilización con fines de diseño de superficie afirmada de la carretera Cabanilla – Lampa?



1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación técnica

Las técnicas para realizare diseños de todo tipo de pavimentos tiene su origen en el desarrollo de las carreteras primarias, pero es la presencia de los automóviles lo que impulsa mayores avances, mejorando continuamente en términos de aspectos de análisis y predicción. Los enfoques de trazado de vías principales se basaban en conexiones, como las establecidas en mecánica de suelos, que establecen límites de carga para evitar que los esfuerzos cortantes superen ciertos valores que puedan provocar deformaciones. Los primeros procesos discutieron la creación de materiales de prueba abiertos subordinados diseñados específicamente para geotecnia. Como consecuencia de esto, parecería que pruebas exhaustivas pueden detectar propiedades de materiales granulares, suelos de cimentación y superficies en movimiento. Actualmente, el plan Black-top es un esfuerzo único en su tipo que recopila información sobre la mecánica de los materiales, análisis estructural, el progreso de la construcción y medidas de seguridad esenciales. La compactación muchas veces no es útil durante las actividades de restauración en la ruta Cabanilla - Lampa. Esto es especialmente cierto en lo que respecta a las temperaturas excesivas, teniendo en cuenta que la carretera está situada a una altura superior a los 3.800 metros sobre el nivel del mar. Además, el proceso de desarrollo de este trabajo de investigación tendrá en cuenta la influencia del tipo de suelo, así como el vertido de agua.

1.3.2. Justificación económica y social

La región analizada, en comparación con un lugar concreto de la provincia de Lampa, reviste una importancia significativa debido a los frecuentes sucesos. Es crucial tener carreteras bien construidas en esta región, lo que puede hacerse utilizando materiales adecuados y garantizando un desarrollo aceptable. Es de suma importancia poner en acción



programas y estrategias de mantenimiento eficientes. Ante esto, el conocimiento y control de las bajas temperaturas espaciales en los métodos de compactación conduciría a una mejora más notoria en el trazado de las carreteras, lo que redundará en importantes ventajas para la población de la zona, especialmente para quienes se dedican a la agricultura. actividades. Abordar esta preocupación mediante ensayos permitirá dar respuestas adecuadas a circunstancias imprevistas y una auténtica ayuda para el mantenimiento de las carreteras circundantes.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Desarrollar la estabilización por combinación de suelos con fines de diseño de superficie afirmada de la carretera Cabanilla – Lampa de la región Puno.

1.4.2. Objetivos específicos

- 1.** Determinar las características física y mecánica del suelo en las canteras "Micaela Bastidas" y "Cabanilla", con aplicación de la norma EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- 2.** Determinar las características mecánicas de desgaste y resistencia de los agregados del río “Lampa” y río “Cabanillas”.
- 3.** Determinar la combinación de suelos para su estabilización con fines de diseño de superficie afirmada de la carretera Cabanilla – Lampa.



1.5. Hipótesis

1.5.1. *Hipótesis general*

El firme de la vía que une Cabanilla y Lampa será estabilizado mediante el uso de una tecnología adecuada que involucre la combinación de suelos y áridos. De esta manera se asegurará la conformidad con los resultados requeridos, de acuerdo con los requisitos de Métodos de la norma EG - 2013.

1.5.2. *Hipótesis específicas*

1. Los suelos de las canteras "Micaela Bastidas" y "Cabanilla" tienen propiedades físicas y mecánicas que se encuentran dentro de las especificaciones de normas con métodos delineadas en la norma EG - 2013.
2. Los áridos de los ríos "Lampa" y "Cabanillas" deberán cumplir las normas en cuanto a sus cualidades mecánicas, entre las que se incluye la resistencia al desgaste y al desgaste. Métodos que se describen en la norma EG - 2013.
3. La estabilización del firme de la carretera Cabanilla - Lampa consistirá en la combinación de suelos de cantera y áridos mediante una metodología adecuada. Este proceso tiene como objetivo lograr resultados específicos que cumplan con las especificaciones Métodos señaladas en la norma EG - 2013.

1.6. Variables e indicadores

Variable independiente: Características de suelos y agregados de canteras

Indicadores:

- Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la cantera "Micaela Bastidas".
- Propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la cantera "Cabanilla".



- El estudio examina las propiedades físicas, durabilidad y resistencia a la abrasión de los áridos de la cantera “Cabanillas”.
- El estudio examina las características físicas, resistivas y de desgaste de los áridos de “Cabanillas” procedentes del río Lampa.

Variable dependiente: Superficie afirmada

Indicadores:

- Las cualidades mecánicas han sido mejoradas por la estabilización del suelo en la cantera “Micaela Bastidas”.
- Las cualidades mecánicas de la cantera “Cabanilla” han sido mejoradas por la estabilización del suelo.
- Diseño del afirmado de la carretera Cabanilla – Lampa.

1.7. Operacionalización de variables

VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES
Variable independiente: (1) Características de Suelos y agregados de canteras.	1.1 Características físicas y mecánicas de suelos cantera “Micaela Bastidas”	1.1.1 Granularidad, límite de consistencia, clasificación, densidad, CBR.
	1.2 Características físicas y mecánicas de suelos cantera “Cabanilla”.	1.2.1 Granularidad, límite de consistencia, clasificación, densidad, CBR.
	1.3 Características físicas, resistentes y desgaste de agregados río “Cabanillas”.	1.3.1 % resistencia y % de desgaste.
	1.4 Características físicas, resistentes y desgaste de agregados río “Cabanillas” Lampa.	1.4.1 % resistencia y % de desgaste.
Variable dependiente: (2) Superficie afirmada.	2.1 Características mecánicas mejoradas por estabilización de suelos de la cantera “Micaela Bastidas”	2.1.1 Límite de consistencia, densidad y CBR.
	2.2 Características mecánicas mejoradas por estabilización de suelos de la cantera “Cabanilla”.	2.2.1 Límite de consistencia, densidad y CBR.
	2.3 Diseño del afirmado de la carretera Cabanilla – Lampa.	2.3.1 Guía de simplificación de carreteras – MTC, 2010.

Nota: Elaboración propia.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedente internacional

Delgado, R. (2011). En su sugerencia, titulada “Estabilización del suelo para mejorar la durabilidad de la calzada en Montecristi”, el autor pretende reducir la flexibilidad de los materiales de la carretera y mejorar su capacidad para transportar el contenido acompañante. La autopista Montecristi - Los Bajos es un proyecto de investigación que utiliza suelo de tierra como material de calzada. Para cumplir las normas mundiales de calidad del suelo, se han llevado a cabo numerosas investigaciones y pruebas. Como resultado, se ha determinado que la adición de cal al suelo mejora significativamente su CBR (California Bearing Ratio) y reduce su susceptibilidad a la deformación. Al mismo tiempo que aumentaba la cantidad de cal en la mezcla, se encontró que el índice de plasticidad disminuía significativamente. Esta disminución se debió principalmente a un pequeño aumento en el límite superior, mientras que el límite inferior experimentó, por otro lado, una disminución considerable. Estos resultados, que se generaron a partir de la modificación del contenido de cal en este suelo, que era del 6%, son fascinantes y se encuentran dentro del rango que suele encontrarse que está entre el 4 y el 8%. (2011) Según Delgado.



2.1.2. Antecedentes nacionales

(2012) Choque, H. (2011) Una evaluación de la eficacia de los aditivos químicos en el resguardo de la superficie de rodadura de caminos no pavimentados, tomando en consideración los criterios para su selección, es objeto de su investigación teórica. El tipo, conocido como aditivo para territorios no pavimentados, ha demostrado un rendimiento excelente hasta que la superficie se deteriora con el uso. El coste de repetir intervenciones, que carecen de contenido adicional, cuando la degeneración de la superficie alcanza un Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de 8 (lo que indica la necesidad de mediación y asistencia), es mucho menor en el calendario en comparación con el coste de tratar otras regiones. La ocurrencia de despidos es inminente sin ningún contenido adicional. Todas las zonas mostraron un sólido desempeño durante el primer período de 40 días. Después de 80 días, el deterioro de la superficie se aceleró significativamente, con la formación de baches y rugosidades más pronunciadas, debido principalmente a los efectos de las precipitaciones. Esto llevó a un nivel final de consolidación de alrededor de 80 mm. Las áreas donde se administraron los químicos suplementarios después de 117 días de uso, considerando la extensión más prominente del IRI en relación al tramo regular. En el territorio B, la propagación aumentó un 107% debido a la presencia de cloruro de calcio, mientras que en el área C, la propagación aumentó un 62% debido a la presencia de una sustancia enzimática. Estos aumentos se compararon con la región A, que no tenía sustancias adicionales y tenía una dispersión del 45%. Cuando se trataba de experimentar dolor, el área expuesta al cloruro de calcio tenía el mayor grado de susceptibilidad. Un valor IRIpatron de 4,50 indica que el surtido es un 107% superior al IRI básico del área típica, que no incluye ningún contenido adicional. Los depósitos sedimentarios en zonas donde se empleaba cloruro de calcio para combatir las inundaciones fueron refinados y mejorados como resultado de esta práctica. Después de 80 días de uso, dos zonas que fueron tratadas con cloruro de calcio y componentes enzimáticos mostraron mejoría. La zona tratada con cloruro de calcio presentó un deterioro



más rápido como consecuencia de la mejora en la reparación de baches de mediana gravedad desde el primer momento. Después de 117 días de uso, el área compuesta exhibió una prevalencia más prominente de baches. No fue posible la inclusión de otros fármacos en entornos comparables en el presente estudio. No existe ninguna utilidad práctica para el empleo de compuestos adicionales, lo que es especialmente digno de mención para mejorar la superficie de carreteras sin pavimentar en situaciones comparables. (Aturdimiento a partir de 2012).

La siguiente información se envía a los colegas de Gorges en su propuesta de estudio, que se titula "Prueba de un agente enzimático como especialista en estabilización de suelos de carreteras", con la siguiente información: Los resultados de las pruebas mecánicas sugieren que existe una tendencia a mejorar las características individuales. Mejorar la eficiencia general del soporte y la resistencia que se brindan. Según los informes, los resultados de la prueba CBR han mostrado una mejora y los síntomas de la prueba de los materiales a los que se les han añadido compuestos son dos veces más graves que los de los materiales que no contienen ningún producto químico añadido. Antes de ser colocados en el tanque de reconstrucción, los modelos que fueron tratados con la máxima concentración de compuestos extra y expuestos a un tiempo de secado de setenta y dos horas fueron los que produjeron los resultados más favorables. Los hallazgos de CBR exhiben una correlación consistente con los resultados de la prueba TCM, mejorando así la credibilidad de la prueba. Existe una tendencia hacia la disminución del uso del agua. La introducción de una sustancia extra produce un efecto constreñidor sobre los materiales plásticos delicados, evitando su deterioro. En consecuencia, en los tubos de ensayo que contienen una mayor concentración de partículas diminutas, la penetración del agua, aunque no sea completamente evidente, se reduce. Se prefiere un progreso gradual y equilibrado. Se observó una reducción más pronunciada en aquellos animales a los que se les permitió entrar en contacto con el químico suplementario 72 horas antes de ser colocados en la cámara de soporte. Se observó una



disminución significativa en el desarrollo principalmente en los tubos de ensayo sin ningún ingrediente adicional. Las limitaciones estimadas, vistas desde la perspectiva de un compuesto físico, reflejan los cambios en las sales solventes y la conductividad eléctrica que tienen lugar dentro del suelo y la estructura del aditivo. Cuando no hay más productos químicos presentes, la diferencia en la medición de la sal soluble es más evidente que cuando se introducen más compuestos. Esto es especialmente cierto cuando no hay sustancias adicionales presentes. De manera similar al ejemplo anterior, la estimación de la conductividad es mucho mayor en el Ejemplo 1 que en el Ejemplo 2. Según estos datos, parece que la presencia de sustancias químicas adicionales puede dar lugar a la aparición de efectos de tendencia a la sedimentación, que se producen por una disminución de la salinidad y la medición de la conductividad. (2009) Gargantas (2010).

2.1.3. Antecedente regional

En su trabajo de investigación titulado “Evaluación del estabilizador de suelos viales Terrazyme en climas fríos y cálidos de la región de Puno”, Bizarro y Paredes (2015) explican sus hallazgos y extraen conclusiones basadas en ellos. El uso de suelo que tenga determinadas características físicas y de seguridad es un requisito previo que no se puede ignorar cuando se trata de carreteras. Para mejorar las características que se han proporcionado, utilizamos productos químicos de tuning. En nuestro caso particular, la incorporación de Terrazyme ha resultado en una mejora en las características aislantes de suelos que se caracterizan por un ambiente cálido (Sandia) y condiciones que se caracterizan por temperaturas frías (Moho). En el contexto de condiciones de bajas temperaturas, la existencia de barreras de consistencia en los suelos tiene un impacto sustancial en el comportamiento del suelo en las carreteras. Cuando los suelos se ensayaron en condiciones normales, la flexibilidad del suelo alcanzó el 9,38%, mientras que el suelo ajustado alcanzó el 6,68%. Sin embargo, cuando se utilizó Terrazyme, la flexibilidad mejoró un 7,00%. Las limitaciones de consistencia son una característica importante del comportamiento del suelo en las carreteras, especialmente en



condiciones de surco. El documento piancy mostraba un contenido de suelo del 9,00%, mientras que un suelo asentado similar tenía un contenido del 6,35%. En comparación, el uso de Terrazyme dio como resultado una mejora del 31,00% en la proporción. En suelos con condiciones de baja temperatura, la compactación es un fenómeno importante que afecta a la estabilidad del suelo en las carreteras. La densidad seca natural de los suelos estudiados era de 1,82 gr/cm³, mientras que el suelo compactado tenía una densidad de 1,96 gr/cm³. Tras aplicar Terrazyme, la densidad seca aumentó un 8%. El ciclo de compactación es un aspecto crucial del comportamiento del suelo en las carreteras, especialmente en condiciones cálidas. Los suelos analizados, de color marrón típico, tenían una densidad seca de 1,81 gr/cm³. Por otro lado, la densidad del suelo asentado aumentó a 1,94 gramos por centímetro cúbico después de ser compactado. La densidad seca aumentó un siete por ciento cuando se utilizó Terrazyme. Existe una correlación significativa entre el índice de rodamiento de California (CBR) de un suelo natural de baja temperatura y la calidad del suelo en áreas urbanas. Se descubrió que el CBR del suelo en su condición inicial era del 43%, pero el CBR de una muestra de suelo comparable que había sido ajustada alcanzó el 46%. El CBR, por otro lado, aumentó un siete por ciento cuando se utilizó Terrazyme. Existe una correlación significativa entre el índice de rodamiento de California (CBR) de un piso en un ambiente cálido y el nivel de seguridad que proporciona en la ciudad. En su estado original, el suelo tenía un CBR del 34%, pero un suelo comparable que se había asentado tenía un CBR del 46%. El contraste entre los dos suelos fue significativo. Después de la aplicación de Terrazyme, hubo un aumento del 8% en el CBR. (2015) Según Bizarro y Paredes.

2.2. Marco teórico

2.2.1. *La mecánica de suelos en las obras de pavimentación*

El suelo está compuesto por partículas minerales que se forman mediante el proceso de trituración mecánica o destrucción deliberada de rocas preexistentes. El proceso de acción



de las partículas tiene dos características principales que deben ser consideradas por las personas que buscan comprender sus patrones de comportamiento: esta colección incluye características que describen la afiliación y los atributos relacionados con el cambio de "vector". Las modificaciones que ocurren en el medidor de atributos ocurren a un ritmo más rápido que las que ocurren en el plano horizontal. Asociar moléculas minerales con agua es el objetivo final de este esfuerzo. Es posible recolectar agua en cantidades variables de cualquier tipo de suelo, siempre que el suelo tenga la capacidad de transportar los nutrientes necesarios para su presencia. No es aconsejable utilizar agua para aislar aberturas y walkie-talkies. El agua puede penetrar los pequeños espacios entre ellos, permitiendo la comunicación y dando como resultado la formación de un material sólido que contiene minerales. La cita de referencia para esta información es Juárez y Rico (2001, p. 24).

En el contexto de la mecánica de suelos, este fenómeno se ve a menudo y sólo es posible comprenderlo de manera satisfactoria. Sin lugar a dudas, parece más digno de mención que atractivo. Cuando se trata de la mecánica de suelos moderna, es muy necesario dar una alta prioridad a la investigación del movimiento del suelo.

El interés que ha suscitado una variedad de temas de relevancia mundial ha llevado a la creación de este proyecto. En particular, los tipos de asentamientos que se encuentran en las principales regiones metropolitanas donde las limitaciones de tierra son especialmente severas. El proyecto se desarrolla a través de la generación de ideas en el laboratorio, así como a través de interacciones cara a cara con personas que participan en el proceso de descubrir soluciones a estos problemas. Las poblaciones urbanas que en su mayoría se ubican en valles o zonas costeras son las que se encargan del desarrollo de la curiosidad de las personas por la mecánica de suelos. Según el consenso general, la tierra en estas áreas sufre a menudo movimientos, particularmente en áreas que se caracterizan por terrenos ondulados o rocosos. En consecuencia, debido al hecho de que la gente está familiarizada con las



características esenciales del suelo móvil, a menudo se confunde con las cualidades generales del suelo, a pesar de que otros atributos del suelo deben ser continuamente distintos entre sí. pag. 25 del anuario de Juárez y Rico 2001.

2.2.2. *Humedad de los suelos*

El contenido de humedad del suelo influye fundamentalmente en su carácter. Cuando dos objetos hacen contacto, el agua a menudo viaja desde el suelo cohesivo al suelo seco, creando un tipo distinto de agua conocida como agua estrecha. Los organismos delgados crecen en agua sin obstáculos, a menudo ascendiendo en dirección vertical, pero capaces de migrar en cualquier dirección. En tierra, el agua tiene la capacidad de aumentar gradualmente su elevación, pero la elevación típica no suele ser muy alta. El delgado arroyo serpenteaba sobre la superficie arenosa, presentando algunas curvas, aunque manteniendo un ritmo rápido. De manera similar, agua de alta calidad puede fluir desde un área sustancial de suelo que ha sido completamente saturada, siempre que el suelo ofrezca una superficie para que el elemento libere el agua que contiene. Esto ocurre, por ejemplo, en el caso de un suelo empobrecido, cuando el agua capilar continúa circulando por el suelo sumergido. Haz una sustitución. Se desvanece simultáneamente con la superficie que se desvanece. Existe una conexión entre la tensión superficial y la fuerza elástica del menisco, que puede atribuirse a la fuerza de "atracción" del agua fina. El concepto de presión superficial se basa en la suposición de que la capa o película más externa de cualquier fluido es muy delgada y se extiende en todas direcciones, funcionando de manera similar a un guante que se usa muy cerca de la mano. En condiciones en las que el menisco tiene forma semicircular, se produce una distorsión de la superficie en ángulo recto con respecto al borde exterior del menisco, lo que provoca que el agua sea arrastrada hacia arriba. La disposición que se asemeja al cabello no puede considerarse apropiada de ninguna manera. Se han desarrollado una serie de suposiciones fundamentales sobre la base de la asociación entre la resistencia magra y el



calor o la potencia. Para calcular el potencial esbelto es necesario tener en cuenta la altura h de la columna de agua que se ha medido. En la página 33 del libro de Juárez y Rico de 2001.

Según la hipótesis de la energía libre, se supone que la materia tiene energía de libre acceso, y que al menos dos unidades de cada unidad son de energía libre. El proceso de desarrollo comienza con el marco que tiene más unidades de valor de energía libre, y luego continúa moviéndose a niveles más altos de energía libre con cada paso que pasa. Esto es así independientemente de las circunstancias. La estimación de la energía. Desde el principio del proceso de desarrollo, se establece el marco de unidades de estimación baja. Por ejemplo, en comparación con un volumen considerable de suelo húmedo, el agua posee una mayor magnitud de energía libre que el suelo. El resultado de ello es la formación de una fina capa que se extiende desde la superficie libre del agua hasta el suelo húmedo que está en contacto con ella. A decir verdad, la Tierra no contiene canales que sean rectos; más bien, el agua fluye a través de poros que están dispersos en múltiples lados, lo que es comparable a la estructura del cabello.

Traducción realizada con la versión gratuita del traductor DeepL.com Cuando pequeñas cantidades de líquido desgastan progresivamente la suciedad seca y polvorosa, las partículas individuales permanecen inmóviles entre sí debido a la fuerza de compresión continua. Esto se debe a que el líquido desgasta el material. Aquí se muestra una representación del coeficiente de presión pobre. En proporción a la calidad de los poros, el menisco se volverá más atractivo y la fuente de la delicada presión se hará más evidente. En la mayoría de los casos, la eficacia del factor de presión fina aumenta en proporción a la finura del recubrimiento que se aplica a las partículas de suciedad. Después de dejar secar un trozo de arcilla, la capa delgada se volverá menos robusta y la arcilla misma se volverá más rígida. Examina el grado de humedad que se está produciendo. En el centro de investigación, las muestras que se han tomado in situ se secan al aire o en un horno a una temperatura de



unos 100 grados centígrados hasta que su peso se mantiene constante (en la mayoría de los casos, una duración de cuatro horas es adecuada para ello). que es coherente con). Esta versión concreta se mide en términos de peso durante el proceso de secado, y la cantidad de agua que se elimina se registra y se da como peso seco. La precisión de esta medición es de una décima para cada película. Por Juárez y Rico, en la página 35 del año 2001.

2.2.3. *El terreno de fundación de la vía*

Existe una variedad casi infinita de variaciones y complejidad que se pueden encontrar dentro de una determinada área de estratos a los que pertenece el suelo. Por consiguiente, antes de intentar caracterizar completamente el suelo, es necesario establecer primero una estructura lógica y un modelo de comparación y síntesis. La base para la ordenación del suelo existe desde hace mucho tiempo, remontándose al inicio del campo de la mecánica de suelos. El marco que se construyó inicialmente se basa en la calidad más baja posible o en una calidad que es muy difícil de obtener. Sin embargo, falta información accesible desde el suelo y el marco se construyó inicialmente. Este marco ya no es relevante en el mundo actual. La técnica de medición granulométrica proporciona una estrategia que es a la vez sencilla y precisa para clasificar los suelos. De hecho, si ya ha decidido dar diferentes nombres a diferentes suelos según las distintas categorías de tamaño en las que se encuentran, puede formar fácilmente distintos grupos separando el suelo en sus componentes granulares. La ordenación jerárquica de los tamaños de las partículas descrita anteriormente tiene su origen en un concepto básico y sencillo. Para muchos constructores, las frases roca, arena y suelo se asocian principalmente con el tamaño de las partículas individuales que componen la tierra o las barreras.

El marco de caracterización de la tierra debería categorizar la tierra en función de sus características mecánicas fundamentales, ya que estas características son cruciales para la creación de aplicaciones. Simultáneamente, el modelo de representación debe poseer un



carácter muy subjetivo, ya que la inclusión de vínculos cuantitativos dentro del marco resultaría excesivamente compleja y desconcertante. La evaluación del material al que se refiere puede ser estandarizada antes de adquirir conocimientos más específicos sobre sus cualidades, que es uno de los componentes de lo que se requiere de una estructura de mando que se considera menos profesional. En consecuencia, al utilizar el marco, es posible construir un modelo que comprenda qué ayuda ayuda a un examen superior, así como las ventajas adicionales que se pueden reclamar. Dada la naturaleza dinámica de la relación entre los ciclos de granularidad y las cualidades esenciales, actualmente no es factible utilizar formas sencillas y sencillas de clasificar la granularidad. Esto se debe a la naturaleza del vínculo. Es posible que esta conexión se vea afectada por circunstancias excepcionales y atípicas. (Kramer 2009, página 56).

2.2.4. Asentamiento en el terreno de fundación

La adquisición de la capa de cobertura que establezca la pendiente y al mismo tiempo resalte el posible problema de asentamiento que puede ocurrir en su interior es la dificultad más difícil asociada con un suelo compresible y mal asentado. Es posible que estos asentamientos resulten en: La presión ejercida por la presa debajo del punto focal de la corona es mayor que la presión ejercida debajo del hombro, razón por la cual el sifón se ve comprometido. Hay muchos asentamientos distintos que pueden ocurrir en diferentes niveles como consecuencia de las variadas características de las áreas de asentamiento. Estos asentamientos tienen el potencial de causar daños a la infraestructura de las calles, incluidos el asfalto y los programas de drenaje de la superficie. La elevación de la orilla disminuye y se hace palpable al atravesar la llanura aluvial o la zona sumergida. Entre los retos a los que se enfrentan los proyectos de infiltración menor figuran un diseño incoherente debido al uso de agua a presión y ráfagas, lo que provoca un mayor hundimiento en el centro en comparación con la parte superior. La cresta del dique presenta fisuras, sobre todo cuando la



presa tiene una anchura considerable y hay un dique situado a lo largo de la ribera. El espacio insuficiente entre el dique de entrada y la estructura, sobre todo cuando están elevados, no tiene en cuenta el asentamiento total. (Montejo 1982, p. 57).

Al examinar las páginas creadas en esta zona, se descubrió que en el ramal Puno, los asentamientos en el paisaje poblacional juegan un papel importante en el plan completo de construcción de calles. Dada la posibilidad de cambios en el cronograma, es imperativo que se ajuste en consecuencia. Considerando únicamente las perspectivas que a menudo se consideran al diseñar una ruta terrestre, el logro del proyecto no llega a ser ideal. Estimar las necesidades de asentamiento adecuadas para una capa de suelo basada en suelo inestable es un desafío. Es importante señalar que el asentamiento del terraplén puede no ser muy significativo en ciertas situaciones, como cuando el terraplén está diseñado para conectarse a una zona de no asentamiento o de desbordamiento de una manera rígida, en lugar de experimentar un asentamiento diferencial en una distancia crítica. En cuanto al tipo de tráfico que manejan, las carreteras suelen ser más adaptables a diversos tipos de desarrollo en comparación con los ferrocarriles. Sin embargo, la tecnología moderna puede reforzar las carreteras de manera eficiente y rápida agregando lastre adicional para restaurar el rumbo original. Al realizar el mantenimiento de carreteras, a menudo es esencial utilizar una mezcla asfáltica para la renivelación, que es el componente más costoso del proyecto. Los estándares de calibración en los aeropuertos suelen ser estrictos debido a la posibilidad de que se produzca un asentamiento diferencial, que puede generar vibraciones en las aeronaves y dificultar lecturas precisas de los instrumentos de los pilotos. Otro factor que contribuye a las inundaciones después de la lluvia es la presencia de sedimentación diferencial en las vías respiratorias. También es posible observar este comportamiento en las carreteras, pero en menor medida. En esencia, no es posible ofrecer pautas claras para especificar reglas relacionadas con proyectos de tierras asociados con asentamientos. El ingeniero es



responsable de establecer criterios establecidos para cada circunstancia específica, tomando en consideración la importancia del problema, así como cualquier otro aspecto relevante. Montgomery (1982), página 58).

2.2.5. Mejoramiento del terreno de fundación

Normalmente, la topografía de la instalación soporta adecuadamente el carril de tierra en circunstancias típicas. Esto se debe al coeficiente de presión moderado que se le ha dado y al diseño moderado, que evita la repetición excesiva del contenido. adaptarse a las pequeñas incidencias que puedan producirse. Las cuestiones presentadas y las tecnologías mejoradas analizadas hasta ahora suelen pertenecer a un ámbito específico y no son viables para su adopción generalizada debido a sus costes desorbitados. Los métodos fundamentales utilizados para mejorar la condición del terreno distintivo, independientemente de los impedimentos o la compresibilidad, son los que se exponen a continuación: (Montejo, 2010, p. 59).

- 1. El uso de materiales ligeros.** - El objetivo es establecer un conjunto de materiales que tengan un peso aparente bajo y puedan transportarse a una distancia significativa para la construcción de presas. Esto se hace con el fin de reducir tanto el coeficiente de presión como el coeficiente de presión normal aplicados a las presas. El paisaje desempeña un papel crucial en la determinación de los aspectos matemáticos de las dificultades de asentamiento. Es importante tener en cuenta que la falta de impedimentos suele ir asociada a este tipo de problemas. Por lo tanto, si la presa se construye con materiales pesados, necesitará una pendiente significativa. La presencia de líneas, terraplenes y estructuras similares puede reducirse y tal vez eliminarse utilizando materiales ligeros. Al minimizar el hundimiento, puede reducirse la anchura de la orilla, lo que repercutirá positivamente en el asentamiento global. (Montejo, 2010, p. 59).



- 19
2. ***La sobre elevación de la rasante.*** - Por el momento, esta es la primera etapa de elevación de la presa, la cual se realiza con el fin de garantizar que se mantendrá al nivel requerido durante el proceso de asentamiento. El logro del propósito previsto del diseño depende de que el entorno público mantenga su posición elevada. En la página 60 del libro de Montejo de 2010.

 3. ***Construcción previa de terraplenes.*** - La presa fue construida de manera adecuada antes del proyecto de compensación, lo que le permitió asentarse durante todo el período de tiempo durante el cual es posible cruzarla. En ese momento, se remodelará la corona para eliminar el diseño actual que no puede destruirse. Si la base no protesta, las vallas resultantes de la combinación podrán utilizarse para terminar la parte final mediante carga progresiva. Normalmente, el nivel de reenergización será muy bajo, lo que dará lugar a asentamientos que no serán grandes. Sin embargo, la disposición está limitada por el tiempo disponible, a pesar de que es económicamente eficiente, especialmente para accesos y puentes. En la página 60 del libro de Montejo de 2010.

 4. ***El uso de drenes verticales de arena.*** - La facilitación de la rápida formación del ciclo de estabilización, que hará posible que tenga lugar dentro de la interacción, es posible gracias a cualquier estrategia que simplifique la estrategia anterior. Esto se debe a que el ciclo de estabilización es un proceso que implica sinergia. Durante el transcurso del ciclo de vida de la gestión de la construcción, el desarrollo es el componente más esencial para determinar cómo encontrar una solución a este problema. También es posible acelerar el proceso de reducción de la presión de corte inducida por el ciclo aumentando el ritmo al que se homogeneiza la mezcla.

Se ha demostrado la eficacia del depósito de arena vertical como acelerador del ciclo de unión, y su influencia puede considerarse resuelta. Se trata de cavidades cargadas hacia arriba y rellenas de materiales permeables, estrechas en anchura y suficientemente largas para permitir que sus componentes penetren en toda la capa compresible, al menos en la medida en que la mayor parte de la ciudad es densa. Reducir la longitud de las rutas que debe recorrer el agua para drenar de las capas compresibles que se fusionan es el medio por el cual logra su eficacia. Podemos hacer esto asegurándonos de que la corriente permanezca horizontal, a pesar del flujo vertical típico. Según Montejo (2010), página 62.

5. ***La compensación total o parcial de la carga del terraplén.*** - Es vital seguir un enfoque de desarrollo adecuado para que la presa se vuelva más pesada a medida que el material penetra en el suelo sensible de la instalación en la que se está construyendo. Esto sólo puede lograrse si existen factores imperiosos que provoquen una diferencia de peso entre el material adherido y el material desplazado. Este procedimiento es más factible de ejecutar cuando la extensión horizontal del territorio tradicional es menos compleja, por lo que se obtienen resultados óptimos en suelo natural o turba. Periódicamente, pueden utilizarse sobrecargas y explosivos para facilitar la demolición de paisajes tradicionales, entre otras aplicaciones. Cuando se trata de aeródromos, la longitud de la estructura es más restringida en comparación con la de una carretera. Se ha utilizado un protocolo de compensación muy minucioso. Previamente se ha excavado un cajón con la profundidad adecuada y se establece su armazón levantando una esbelta losa de hormigón en la base. A continuación, se rellenan con materiales ligeros para conseguir una compensación total. Este método tiene varios inconvenientes, uno de los cuales es que puede absorber una cantidad considerable de material en sustancias naturales antes

de alcanzar una compensación suficiente. Esto hace que su uso en carretera sea problemático. Según Montejo (2010), página 63.

6. La remoción del material compresible. - En este escenario, una posible solución, por básica que parezca, es trasladar la instalación si el suelo es de mala calidad y propenso a la compresión, y sustituirlo por suelo de calidad superior. Esta disposición se considera la opción óptima para los suelos sensibles y compresibles que se encuentran bajo diques de poco más de 4 ó 5 metros de espesor. Además, se recomienda utilizar material granular como sustituto cuando no se pueda garantizar la eliminación de los residuos. En naciones con escasos planes de desarrollo económico, la aplicación de estrategias de creación de empleo con objetivos concretos puede verse obstaculizada. Un ejemplo de ello es nuestro escenario actual, en el que rara vez se utilizan suelos estables para construir diques, en lugar de utilizar suelos de mala calidad. La evidencia empírica ha demostrado que la altura se determina cuando el espesor habitual del suelo es inferior a A, a menudo en torno a los 4 o 5 metros. Aplicar otras medidas indicadas para disminuir los gastos. Cuando el grosor del suelo alcanza los 4 o 5 metros, suele entenderse que el coste de los materiales de contrapiso se verá restringido. En general, la sustitución de materiales debe considerarse como una alternativa que los especialistas pueden utilizar, evaluar y, en última instancia, elegir como la opción más prudente o la más beneficiosa tras la debida consideración. (Montejo, 2010, pág.64).

7. Tratamiento físico-químico del terreno compresible. - Aunque estos Métodos aún se encuentran en las primeras fases de desarrollo, es importante destacar que cuando se introducen determinadas sustancias químicas en el suelo, se produce un intercambio de iones entre las partículas minerales del suelo y el material, lo que da lugar a la descomposición en el agua entre estas partículas. Se formó. Con el fin de mejorar la



integridad estructural, aumentar la resistencia de la tierra y disminuir su compresibilidad. Para determinar la sustancia o los compuestos que tendrán los efectos más significativos, es necesario realizar una evaluación físico-sintética exhaustiva del suelo en cada caso. Esta investigación consiste en sumergir las sustancias químicas en agua y ver cómo interactúan con el suelo. (Montejo, 2010, p. 65).

8. **Calcinación del suelo.** - Es un proceso que incluye el calentamiento de la estructura calcárea a altas temperaturas mediante la combustión de gas. De forma intermitente, se mostró una notable reducción de la compresibilidad, por lo que también se documentó el asentamiento. Es importante tener en cuenta la tecnología durante todo el proceso de ensayo. (Montejo, 1998, p. 65).

9. **Colocación de entramados de ramas.** - Debajo del terraplén se pueden ver varias palmeras y otros elementos similares. Mediante el uso de esta técnica se construye un dispositivo de flotación física bajo la orilla del mar. Este dispositivo prolonga las columnas de soporte y confiere al conjunto una sensación de flotabilidad. El uso de este método ha producido resultados notables en varios países. 65 Montejo, 2010, número de página.

10. **La colocación de bermas o el uso de taludes muy tendidos.** - Al utilizar esta técnica se consigue normalizar los factores de presión que se transmiten al terreno bajo el terraplén, lo que a su vez permite la normalización de los asentamientos y la disminución de los diferenciales. Por otra parte, es esencial tener en cuenta que la magnitud de la zona de acumulación tiene una relación directa con la importancia general del asentamiento. Las medidas que se mencionan en esta parte contribuirán, por tanto, al crecimiento de todos estos asentamientos en su conjunto. El éxito de estas



actividades dependerá del grado en que estas variables en competencia puedan armonizarse entre sí. El ancho de la parte superior del dique es mucho mayor que el ancho de la parte superior de la calzada, lo cual es otra observación a hacer. Según Montejo (2010), página 66.

11. Escalonamiento De Laderas Naturales. - Cuando existen pendientes laterales pronunciadas en lugares públicos, existe el riesgo de que el terraplén ruede ladera abajo, aunque los materiales almacenados en él no sean muy peligrosos. El uso de vías planas y verticales no proporciona ningún apoyo al terraplén. De hecho, reduce el peso del terraplén allí donde entra en contacto con la tierra, lo que puede resultar decepcionante. El equipo debe poseer una dimensión vertical adecuada y una tracción apropiada para maniobrar en la maquinaria de construcción. El objetivo es representar con precisión la forma y las dimensiones del medio, garantizando que toda la sección resulte visualmente atractiva cuando se coloque sobre una superficie estable. (Montejo, 2010, p. 67).

12. Construcción De Rellenos Sobre Apoyo Irregular En Roca. - Cuando se cortan rocas, es muy irregular que el lecho de la carretera quede irregular y lleno de bordes dentados y afilados. Esto es muy poco frecuente. El motivo es que el lecho de la carretera se vuelve irregular como resultado de la combinación de la exposición y los explosivos. Para evitar los desniveles visibles en el asfalto, es necesario añadir una capa de tierra de grosor suficiente y debidamente nivelada entre la roca y el asfalto. Esto sirve como ejemplo de cómo el proceso de mejora de un paisaje implica la sustitución de un tipo de suelo que da la apariencia de ser de baja calidad por una alternativa que es más resistente a los daños. De esto se puede sacar la conclusión de que el problema de la comunicación entre la cimentación de la unidad base y la estructura superior en las



obras de la calle es un hecho común. Esta es la conclusión que puede derivarse de esta experiencia. La inferencia que se puede hacer de esto es que esta es la conclusión. Según Montejo (2010), en la página 68:

13. Compactación. - Es una práctica común que sigue a la limpieza, deshierbe y evacuación para mejorar la superficie del terreno de la instalación. Este tratamiento suele utilizarse en rutas aéreas y normalmente es poco profundo. El nivel de compactación tiene como objetivo alcanzar entre el 85% y el 90%, lo que se ajusta a las especificaciones estándar. (Montejo, 2010, pág. 68).

14. Anclaje de bloques de roca fracturada. - En el pasado, cuando se encontraban pendientes pronunciadas e irregulares y cuando los planos de fractura estaban orientados en sentido contrario a la calle, la piedra se fijaba a la abertura mediante barras de acero y posteriormente se fijaba con cemento o lechada. Este proceso fue eficazmente la sección especialmente peligrosa. (Montejo, 2010, pág. 68).

15. Relleno de grietas. - El exterior de la obra parece sufrir daños con regularidad. Cuando se producen este tipo de sucesos, es esencial analizar sistemáticamente la razón subyacente de la alteración, ya que los milagros podrían significar potencialmente una situación de primer contratiempo muy directa (como en una pendiente pronunciada) y un verdadero estado de decepción. Proporcionar una visión concisa de los deslizamientos o desprendimientos superficiales que se producen en situaciones de deformación significativa, tal y como expone Juárez Badillo. La causa raíz de la perturbación debe erradicarse como componente fundamental de la corrección de la perturbación. El cambio de trazado suele ser la solución más eficaz en determinadas situaciones. En ocasiones, las interrupciones pueden asociarse a reparaciones



extraordinarias y complejas que requieren mucho tiempo y dinero. Sin embargo, en casos sencillos en los que se ha resuelto la causa de la rotura, puede resultar muy ventajoso rellenar los desgarros con materiales como barro, tierra-negra o sustancias similares. Los rellenos desprotegidos pueden suponer un riesgo, ya que pueden crear presión hidrostática al llenarse de agua, lo que puede alterar cualquier debilidad estructural existente. (Montejo, 2010, pág.69).

2.2.6. *Esquema de organización de suelos*

Para garantizar la efectiva ejecución de cualquier proyecto urbanístico, ya sea una vía, una ampliación o una edificación, es necesario disponer de información completa y especialmente relevante del suelo propiedad de la agencia. El seguimiento in situ es una primera actividad esencial. La tecnología más confiable para este propósito es probablemente la que proporciona el mayor nivel de consistencia y seguridad. ¿Qué datos deberían recopilarse y qué evaluaciones deberían realizarse para garantizar una descripción precisa de estos casos? Este es un problema excepcional de análisis del suelo. En general, una evaluación visual básica puede identificar el material en función de su color, como barro gris, barro azul, barro amarillo o arena fina. De todos modos, es fundamental concluir esta descripción con un examen minucioso, al menos hasta la reordenación, y con sumo cuidado. Todo centro de investigación debe estar equipado para realizar estos exámenes fundamentales. Debido a la naturaleza incompresible del suelo, la viscosidad convencional del suelo y la resistencia natural a la presión que ofrece el suelo inteligente, los documentos que miden el espesor o el espesor relativo son muy útiles. Estas estimaciones proporcionan una demostración más de la solidez de la calidad manifiesta transparente. Mediante el uso de esta información, los arquitectos pueden identificar el suelo y, como resultado, comprender su comportamiento. Sin embargo, es fundamental ir más allá y categorizar los suelos según sus respectivos grados o denominaciones de clasificación. Es posible que representemos



correctamente el proceso de pensamiento de la investigación si imitamos los términos clave que ha utilizado Taylor. Las estimaciones de grupos o tipos de suelos se pueden calcular con el uso de un marco de clasificación de suelos simple que utiliza tecnologías de identificación fundamentales. Es vital tener cuidado de eliminar cualquier sesgo, lo que lo hace muy beneficioso para todos los temas habituales de la mecánica de suelos. Sin embargo, es necesario tener cuidado al hacer esto. En el contexto de la construcción de carreteras, las medidas de imprimación del suelo son un ejemplo clásico de esta situación particularmente problemática. Generalmente se utilizan criterios que dependen del tamaño de las partículas o de las cualidades del plástico, como, por ejemplo. En la página 74 del libro de Lambe y Whitman (2008).

Sin embargo, los ingenieros tienen una variedad de perspectivas sobre la importancia de estos arreglos y su comprensión general de las posibles aplicaciones de estos arreglos. Fundamentalmente, la determinación de la respuesta es subjetiva y depende principalmente de la utilización de estos conjuntos. La naturaleza de las características del suelo es inherentemente natural y no puede clasificarse como adecuada o incorrecta. Se pueden comparar con una estructura de matriz que consta de varios componentes útiles de recolección. La evidencia empírica demuestra que hay instancias periféricas incluidas dentro de cada acuerdo. Además, si se recolecta una cantidad sustancial de suelos según sus respectivos tipos, como lo sugieren sus características, algunos suelos inevitablemente se recolectarán de una manera distinta, similar a otros suelos. El texto del usuario está vacío. A menudo se discute el concepto de categorización universal y segura que abarca un amplio espectro de aplicaciones. Este requisito sugiere que en el futuro, cuando se utilice la mecánica de suelos, puede ser suficiente realizar ciertas pruebas sencillas para determinar constantes específicas. Estas constantes se utilizarían luego para determinar el curso de acción apropiado, sin mucha consideración por el problema específico en cuestión. Tener un conocimiento amplio sobre el comportamiento del suelo no es crucial para comprender la



configuración inadecuada de esa evaluación. De todos modos, reconociendo que el comportamiento de la sociedad puede describirse con precisión mediante un coeficiente matemático, es innegable que una comprensión integral del comportamiento de la sociedad requiere un conjunto de coeficientes mayor que los que se utilizan con frecuencia. Una matriz no debe contener más de un par de estos coeficientes. En consecuencia, una agrupación no tendrá valor e incluso puede ser perjudicial a menos que las características en las que se basa sean claramente las que son importantes en el tema que se está discutiendo. (Lambe y Whitman 2008, p. 76).

2.2.6.1 Sistema de clasificación SUCS

Una tabla de plasticidad, que fue un subproducto de los estudios de laboratorio realizados por A. Casagrande, sirve como base para el sistema unificado de clasificación de suelos. Como resultado de la investigación, se descubrió que el límite líquido se muestra a lo largo del eje horizontal y el índice de plasticidad se representa a lo largo del eje vertical cuando el suelo se coloca dentro de una estructura estructurada. Los datos no se difunden al azar, sino en grupos. Es importante disponer el suelo en cada zona del menú para que tenga propiedades mecánicas y de agua que sean a la vez flexibles y subjetivas. Es importante garantizar que los suelos muy próximos entre sí tengan características similares, mientras que los suelos más alejados tengan características distintas. Debido a que se tiene en cuenta este punto de vista, Casagrande tiene la capacidad de imponer restricciones a varias tablas de materiales finos que tienen distintos conjuntos de características que están interrelacionadas. Según Juárez y Rico (2014), página 77.

2.2.6.2 Sistema de clasificación AASHTO

Sobre la base de este marco y del comportamiento observado, los suelos se clasifican en ocho categorías distintas, que se representan simbólicamente con las



letras A-I a A-8. Según este paradigma de gestión, es factible dividir los suelos inorgánicos en siete grupos separados, que van de A-I a A-7. Estas categorías pueden clasificarse de diversas maneras. A continuación, se dividen en un total de doce subcategorías distintas. A continuación, se desglosan en un total de doce subcategorías distintas. De acuerdo con Juárez y Rico (2014), los suelos que tienen una cantidad significativa de materia orgánica se clasifican como pertenecientes a la categoría A-8.

2.2.7. Compactación de suelos

El propósito de la compactación del suelo, que a menudo se denomina circulación mecánica, es mejorar la calidad del suelo mejorando su capacidad para mantenerse unido, comprimirse y resistir impactos durante todo el proceso. En términos generales, este proceso hace que los huecos en el suelo disminuyan rápidamente, lo que en última instancia resulta en un cambio significativo en el volumen del material del suelo. Esto suele estar relacionado con una reducción de la cantidad de aire presente. Esto se debe a que durante el proceso de compactación no se evacúa agua por la abertura. La bicicleta. La existencia de suelo compactado es evidencia de que no todo el aire presente en el suelo proviene del suelo mismo. Esto sugiere que el suelo está parcialmente enterrado como consecuencia de la circunstancia. El objetivo principal de la compactación es atrapar metódicamente el suelo y al mismo tiempo garantizar que la obra conserve propiedades mecánicas aceptables durante su vida útil. A pesar de que el rendimiento necesario puede cambiar según las condiciones, hay algunos aspectos que se pueden mejorar continuamente, incluyendo la objetividad, la compresibilidad y una adecuada relación presión-deformación. El logro de una porosidad y flexibilidad adecuadas también es muy importante; sin embargo, hay ciertos casos en los que puede no ser tan constante o notoria como debería ser. En resumen, el ciclo de compactación tiende a dar mayor prioridad a la integridad de la estructura terrestre que a las operaciones de los



expertos en erosión. Es importante señalar que esta técnica difiere del cálculo directo de los objetivos de compresión. Como resultado, el arquitecto debe anticipar de forma proactiva los numerosos obstáculos y complicaciones que sin duda encontrará en el futuro al aplicar estos enfoques. Es inevitable que el proceso de compactación se convierta en un proceso multiobjetivo, lo que acarreará desventajas más adelante. No debería sorprender que estos objetivos a menudo entren en conflicto con consideraciones subyacentes, como garantizar que las actividades realizadas sean coherentes entre sí. La capacidad de hacer daño a otra persona la posee cada persona. Por ejemplo, en general, un material que es muy resistente como consecuencia de una compresión intensa suele ser real; sin embargo, debe contener una fragmentación defensiva total, lo que resulta en una diversidad prácticamente infinita de formas alternativas de diferenciación. Cualquier conflicto lógico concebible contribuiría simplemente a confundir y exacerbar aún más el problema si se piensa que el suelo compactado debe tener una larga vida útil y que es una obligación innegable conservar sus cualidades. Esto se debe a que cualquier contradicción de este tipo significaría que la situación sería mucho más complicada. En el libro de Olivera de 2004, página 111.

En este escenario esporádico y ordinario, la disparidad en el ciclo de renacimiento se intensificará significativamente. La obstrucción excesiva resultante de la compresión anormal de la vida antes mencionada puede ser paradójica, ya que normalmente sólo unos pocos suelos pueden retener una tonelada de agua en las circunstancias adecuadas, lo que socava sus objeciones. La velocidad de descenso disminuirá significativamente y el suelo con menor compactación inicial proporcionará menos resistencia incluso cuando esté húmedo. Este suelo puede ser más estable a largo plazo e inicialmente tener menos carga en comparación con el otro suelo, pero esto está sujeto a variaciones. Eso es suficiente. Desde el principio existe una relación entre el problema de la compactación del suelo y la gestión de la calidad de las actividades de campo. La verificación de si se ha alcanzado o no el grado de compactación requerido es un paso crucial que se debe realizar una vez completado un

ciclo de compactación. La confirmación antes mencionada aborda, entre otras cosas, cuestiones relativas a cuotas y consideraciones legales. Esto se debe a que la propiedad normalmente está dentro del ámbito de una determinada organización. En muchos casos, los desafíos asociados con la compactación del suelo se extienden más allá del alcance de la experiencia fundamental. Esto se debe a que incluyen preocupaciones complicadas que van más allá del tratamiento previsto de estas cuestiones y dejan atrás sus propias características y respuestas. Debido a su claridad y falta de ambigüedad, es bastante improbable que cualquiera que entre en contacto con ellos no los note. Ocasionalmente es necesario utilizar pruebas especializadas y costosas para cuantificar la resistencia, compresibilidad, relación tensión-deformación, porosidad o flexibilidad del suelo. En el libro de Olivera de 2004, página 112.

2.2.8. Variables que afectan el proceso de compactación de los suelos

En general, la compactación de un campo puede variar, lo que lleva a resultados distintos en cada caso. Del mismo modo, aplicar la misma compactación a diferentes tipos de suelo puede proporcionar efectos diferentes. Por último, si se utilizan las mismas tasas de compactación. Utilizado La compactación es un proceso que se utiliza en un determinado suelo. Al comenzar desde una circunstancia inicial y luego alterar los parámetros precisos relacionados con esa situación, es posible obtener resultados significativamente diferentes. La influencia de las interacciones de compactación depende de diversos elementos, algunos de los cuales están relacionados con el tipo de suelo y otros con la tecnología. Esto es algo obvio para las personas expertas en estas áreas. Las afirmaciones que se discutieron anteriormente proporcionan evidencia de que los hallazgos son exactos. Finalmente, la técnica de compactación que se utilizó muestra algunos indicios de las condiciones específicas que se pueden conquistar en la zona donde se aplicó. A estas características se les



puede denominar “factores”, ya que son los que influyen en el ciclo de compactación. El siguiente es un ejemplo conciso de la noción misma. En la página 115 del 2004 de Olivera.

1. Las características del suelo. El ciclo de compactación está evidentemente influenciado por el tipo de suelo utilizado. Aunque los hallazgos se ven directamente afectados por el tipo de suelo particular, es esencial diferenciar entre la metodología que se utilizó en esta sección y los resultados mismos. La diferencia entre suelo fino y suelo grueso, así como entre suelo arcilloso y suelo de fricción, es la que se considera habitual. Sin embargo, es fundamental aclarar esta inconformidad en el análisis de las medidas de compactación, especialmente cuando se tiene en cuenta el suelo que establece la norma. En la página 115 del libro de Olivera de 2004.

2. La técnica de compactación. La compactación por impacto, la compactación de trabajo y la aplicación de carga estática son las tres formas únicas de tecnologías de compactación que comúnmente clasifican las empresas de investigación. Como consecuencia del hecho de que estos tratamientos producen resultados variables en tejidos contaminados, se analizan de manera más delicada. Las características del material compactado son, por tanto, una explicación razonable de la diferencia en los resultados. Además, para la compactación por vibración el centro de investigación utiliza parte de sus equipos, pero en menor medida que para las otras tres actividades. Comparar la técnica de campo con la estrategia de compactación es una tarea mucho más desafiante de lo que sería de otra manera. Uno de los aspectos más conocidos de la compactación es la dependencia de engranajes mecánicos, que pueden incluir rodillos lisos, rodillos neumáticos y herrajes vibratorios. Es necesario que las tecnologías utilizadas en el centro de investigación imiten las circunstancias existentes. Puede resultar difícil concluir que existe una asociación definitiva entre los trenes de trabajo de campo y las pruebas de



laboratorio. Para duplicar con precisión las condiciones del suelo totalmente compactado que se encuentran en las regiones rurales, parecería impracticable depender enteramente de la investigación de laboratorio. En la página 116 del libro de Olivera de 2004.

3. **La energía específica.** La energía de compactación primaria se define como la energía que se entrega al suelo por unidad de volumen durante el contacto mecánico que se analizó anteriormente. La evaluación de una energía específica en el contexto de una prueba de instalación en un estudio es un procedimiento sencillo. Según Olivera (2004), en la página 116, este ensayo investiga los efectos del impacto y la compactación del suelo, con especial énfasis en el papel de las juntas.

$$W_e = \frac{N_n W_h}{V} \quad (1)$$

Donde:

E es igual a la energía específica.

El valor de N representa el número de golpes que el pisón de compactación da a cada una de las capas de suelo que se colocan dentro del molde de compactación.

"n" representa el número de capas que se van apilando hasta llenar completamente el molde.

"W" representa el peso del compactador.

Cuando los golpes se aplican al suelo, la altura de caída del pisón se indica con el símbolo h.

V es igual al volumen total del suelo que ha sido compactado, el cual es igual al volumen total del molde de compactación.

En el centro de investigación se llevó a cabo un experimento en el que se aplicó al suelo una fuerza de presión estática para comprimirlo. A la hora de calcular la energía

específica y el tiempo de aplicación, respectivamente, hay una serie de factores que pueden tenerse en cuenta. Estos factores incluyen el tamaño y la forma de la estructura del suelo, el número de capas y el coeficiente de presión que se aplica a cada capa. Dado que la energía específica se ve afectada por la deformabilidad del suelo, así como por la duración de la presión que se aplica, la evaluación en este punto no es fácil. Sin embargo, esta condición particular dificulta la evaluación. En general, se sabe que la evaluación de la energía específica adquirida a partir del ensayo de compactación plegada es menos fiable. Concretamente, esto se debe a que cada capa de tierra de la plantilla se compacta ejerciendo una cantidad específica de peso, lo que finalmente se traduce en la producción de presión. Esta es la razón por la que se produce. El ciclo de inicio se invierte para esta presión, que aumenta gradualmente desde cero hasta un valor mayor antes de regresar a su estado inicial. En la página 117 del 2004 de Olivera.

4. ***El contenido de agua, del suelo.*** De hecho, el estudio inicial realizado por Proctor ha demostrado que la presencia de material saturado de agua en suelos muy compactos es una característica importante que juega un papel positivo en la determinación del resultado. El representante dijo que cuando una sustancia acuosa hinchable de baja calidad se compacta con una cantidad comparable de energía de compactación, el material que se comprime como consecuencia tendrá una mayor cabeza seca aparente. Sin embargo, el ponente también dijo que este modelo no se ha abordado de manera concluyente ya que la severidad seca percibida disminuye a medida que el nivel de compactación alcanza un cierto umbral. En general, Proctor estableció que existe un contenido de agua que es mejor para un determinado suelo y método de compactación, lo que en última instancia da como resultado el mayor peso volumétrico seco potencial que se puede lograr con esa técnica de compactación en particular. En comparación con las pruebas de compactación realizadas in situ, este contenido de agua particular es ideal



para engranajes y otros componentes de potencia relacionados con los engranajes. Cuando examinamos un suelo que tiene un bajo contenido de humedad, podemos observar que tiene una estructura filamentosa, lo que facilita que las partículas que componen el suelo se compriman entre sí. En resumen, esta explicación ofrece una comprensión completa del tema, pero sólo resuelve las irregularidades de forma limitada. Como resultado, la compactación es mucho más difícil. Un aumento de la cantidad de agua en el material provoca una reducción del alargamiento del material, lo que a su vez reduce el agrupamiento de sus puntas, lo que finalmente conduce a un aumento de la eficiencia energética del proceso de compactación. Es factible minimizar la deficiencia del suelo y evitar una compactación considerable si el contenido de agua está en un nivel en el que no hay exceso de agua. Esto ocurre en el caso de que el contenido de agua esté en un nivel. El agua no puede migrar instantáneamente debido a la tensión mecánica que se crea, que es la razón detrás de esto. Estas características son especialmente notables en suelos de mayor grado. Cuando se trata del proceso de compactación, la humedad del suelo es un componente esencial. En la página 117 del 2004 de Olivera.

5. ***El sentido en que se recorra la escala de humedades al efectuar la compactación.*** En el centro de investigación se realizan experimentos de compactación y el ángulo en cuestión influye considerablemente en los resultados de dichas investigaciones. Los diagramas que ilustran la conexión entre el peso volumétrico seco y el contenido de humedad se conocen como diagramas $Y_d - W$. Estos diagramas tienen un impacto limitado en los resultados. Los pliegues en cuestión son notables. Para realizar las pruebas se utiliza un suelo algo seco. Si el suelo estaba inicialmente húmedo, se le agrega agua o se le deja evaporar. Según los resultados de las pruebas, el primer escenario produce gravedades explícitas más altas que el segundo escenario, incluso teniendo en cuenta el mismo tipo de suelo y la misma cantidad de agua. Además, este impacto es



especialmente visible en suelos plásticos finos que tienen un contenido de agua por debajo del nivel ideal. Una de las probables explicaciones de este fenómeno es que cuando el suelo seco se moja con agua, el agua tiende a acumularse alrededor de los bordes de los baches y tiende a filtrarse en ellos con el transcurso del tiempo. Como resultado de la evaporación del agua y el secado del suelo, el contenido de humedad de la superficie de los baches es menor que el contenido de humedad en el centro de los baches. Por diversas razones, la cantidad de humedad contenida en los terrones del suelo puede cambiar. Debido a la presencia de una cantidad excesiva de agua, la presión capilar que existe entre los terrones disminuye en el primer caso, que implica la introducción de agua. En cambio, el crecimiento de los meniscos es más evidente en el segundo escenario, que se produce cuando se produce la evaporación. (De Olivera 2004, página 118).

- 6. *El contenido de agua original del suelo.*** La idea es agregar o quitar componentes intrínsecos al agua que contiene la suciedad de manera selectiva, previo a agregar o quitar humedad para disminuirla. Esto se hace para determinar el material más adecuado o un material alternativo para la consolidación. El contenido inicial de humedad en la medición sobre el terreno influye significativamente tanto en la capacidad de respuesta del suelo a los equipos de compactación como en la conductividad del material compactado. Aunque regar o secar el suelo circundante a menudo sólo produce cambios modestos, es aconsejable buscar sistemáticamente niveles de humedad que se asemejen mucho al escenario óptimo para lograr interacciones de compactación eficaces. La compactación lograda con cierta energía a niveles de humedad inferiores a los óptimos en las instalaciones de investigación se ve influida por las cualidades del material del suelo, en particular cuando la tierra se compacta rápidamente. Tras la adición de agua. (Olivera 2004, p. 119).



7. **La recompactación.** En un gran número de laboratorios se considera un procedimiento común reutilizar la muestra de suelo. En la página 119 del 2004 de Olivera.

2.2.9. *Algunos problemas especiales de compactación en el campo*

1. *Compactación de zonas difíciles, inaccesibles para los equipos convencionales.*

- Estas situaciones ocurren con frecuencia e incluyen una serie de problemas, incluido el desperdicio de material en distancias cortas, la necesidad de equipos especializados y la implementación de técnicas de ejecución más eficientes, como se trató en las páginas anteriores a esta. En el ámbito de la construcción de carreteras, este difícil problema se plantea a menudo en las secciones inferiores de valles estrechos y cerrados, donde no es recomendable construir carreteras de acceso a la parte inferior de la zona debido a la cantidad limitada de material que se puede comprimir. En tales casos, es habitual rellenar los cimientos con material hasta alcanzar un nivel que permita realizar trabajos precisos. Si se tienen en cuenta determinados factores y se gestiona adecuadamente la altura del material que se va a voltear, esta estrategia no tendrá consecuencias negativas. Es normal que haya filtraciones en la parte baja del cañón. Sin embargo, esta obra no se ve afectada por el material circundante y suprayacente. En la parte inferior del cañón y en las zonas bajas, el material depositado es mayoritariamente grueso, a menudo formado por componentes pedregosos, lo que es de esperar dada la presencia de carreteras y vías de ferrocarril. El procedimiento de compactación utilizado para estos materiales es comparable al empleado para la piedra. (Gordon y Aldana 1995, p. 45).

2. *Zonas próximas a puentes, alcantarillas, muros de retención, etc.*- El dispositivo de compactación manual ha demostrado un excelente rendimiento en estas



circunstancias. El lecho de seguridad de residuos de ingeniería está diseñado para cumplir ciertas normas de ingeniería, que se explicarán con más detalle en la sección comparativa. (Gordon y Aldana 1995, p. 45).

3. ***Compactación en los bordes de los terraplenes.*** - La construcción del terraplén elevado ha supuesto un desafío en cuanto a la compactación en pendiente, ya que el equipo de compactación no se puede ajustar adecuadamente debido a su doble uso. Debido a la falta de vigilancia paralela en las zonas fronterizas, la operación tuvo ciertas consecuencias.

4. ***Compactación de las primeras capas de un terraplén sobre terrenos blandos.*** - Al comienzo de un proyecto importante, a veces no hay suficiente apoyo para comprimir adecuadamente los materiales de construcción cuando los diques se construyen en terrenos que son a la vez inestables e inestables. Una capa que se compone de puntos separados. En caso de que sea posible, limpiar y ventilar a fondo el espacio podría ayudar a resolver el problema. En el caso de que esto no sea factible, se sugiere utilizar una bola densa hecha de materiales de grano fino y de veinte o treinta centímetros de espesor. Es posible que esta capa pueda tener repercusiones en todo el espacio orbital, y al comprimirla se mejorará la capa poco profunda de suelo ordinario, lo que en última instancia conducirá a una mejora en otros aspectos de la situación. En la página 46 del libro de Gordon y Aldana de 1995.

5. ***Suelos friccionantes que se tornan "movedizos".*** - Se ha demostrado mediante datos empíricos que algunas formas de suelo, como los sedimentos no plásticos, la arena fina o el polvo de roca, tienen tendencia a arrastrar agua hacia la superficie



y a mostrar movilidad capilar cuando se comprimen en zonas con niveles elevados de aguas subterráneas. La mayor parte del agua se perderá. Otra posibilidad. Si estos suelos experimentan una compactación como resultado de un elevado contenido de agua, podrían producirse consecuencias comparables. Cuando surge un problema, es relativamente sencillo secar el suelo drenando eficazmente el agua de manantial que lo satura mediante el reciclado suelto. Sin embargo, en la actualidad es muy difícil resolver este tipo de problemas. En regiones más pequeñas, puede ser factible mitigar el problema introduciendo una capa de material de grano grueso. Sustancias u objetos que se utilizan para crear o construir algo. En algunos casos, se puede reducir el nivel del agua utilizando un tubo de drenaje lateral para contrarrestar la acción capilar y evitar la subida de las aguas subterráneas. Si no es posible aplicar ninguna de las opciones mencionadas, es importante actuar con cautela para no alterar el paisaje natural. Es recomendable utilizar materiales de espesor adecuado y realizar ajustes al proyecto si es necesario. (Gordon y Aldana 1995, p. 47).

2.2.10. Problemas geotécnicos en las carreteras

Al desarrollar calles, es importante tener en cuenta las propiedades geotécnicas del sitio y el uso de materiales sofisticados en la cantera. En el pasado, la construcción de calles se basó en materiales existentes hasta principios del siglo XX. Esta regla ha sido modificada como resultado de sistemas de inspección de ingeniería inadecuados y procedimientos de desarrollo de tierras obsoletos. Este tipo utiliza materiales superiores y elimina los inferiores, en respuesta a la mayor necesidad de marcos más resistentes debido a la mejora del tráfico rodado. Este suministro se complementó con la creación de movimientos de tierra rentables a gran escala, que fueron posibles gracias a la mejora de equipos a gran escala que se produjo



después de la Segunda Guerra Mundial. Por este motivo, antes de los años 80, era práctica habitual en muchos lugares visitar vertederos no controlados para adquirir materiales de la calidad necesaria o conservar objetos que no cumplían las normas. Sin embargo, a medida que el siglo XX llegaba a su fin, surgieron muchos componentes novedosos adicionales. Hay una serie de aspectos a considerar, uno de los cuales son los beneficios y ventajas previstos que resultarían del desarrollo de nuevas carreteras y otros proyectos de infraestructura (incluidos trenes y embalses) en regiones localizadas. Hay un aumento significativo en el número de países que son bastante difíciles. La tercera fuerza impulsora es la creciente preocupación por el clima, que ha resultado en la implementación de medidas para reducir el impacto del cambio climático. Además, el desarrollo y la utilización de tierras de baja calidad también se han visto favorecidos por la provisión de incentivos financieros. La situación actual muestra la necesidad de evaluar la viabilidad de uso de los materiales existentes, investigar las posibilidades de trasladar objetos de los camiones a los vertederos y abstenerse de traer recursos nuevos o de cantera, independientemente del plazo de entrega. La fundación toma en consideración la disponibilidad de la garantía regional, así como la opción de desarrollo de cada material. Proporciona un análisis de las características de los materiales y una descripción de sus funciones y usos, incluyendo los productos farmacéuticos que se utilizarán y la calidad más reciente alcanzada. Estos medicamentos deben administrarse. El acto de alterar la topografía incorporando o eliminando materiales del entorno circundante se denomina movimiento de tierras. Los movimientos de tierras también se conocen como movimientos de tierras. Una superficie estable que sea capaz de soportar no sólo la propia superficie sino también cualquier edificio que se coloque sobre ella es el objetivo de este proyecto. Después, hay que comparar la superficie con las características del trazado del peligro (vista en planta, sección longitudinal y sección transversal), y el contraste tiene que ser inferior a la resistencia individual admisible de la superficie. La última fase del ciclo del vehículo está representada por la operación matemática de la vía, que es la operación



matemática que hay que completar. Las especificaciones del material en cuestión pueden encontrarse en Kraemer, Pardillo, Rocci, Romana y Del Val (2004).

Explanada es el nombre que recibe la superficie inclinada sobre la que se sitúa la superestructura. La existencia de barreras adecuadas y técnicas matemáticas es necesaria para proporcionar ayuda inmediata en el proceso de creación del estado de la superficie de la vía. La normal circulación de vehículos pesados y las medidas de seguridad son dos de los aspectos más importantes vinculados al proyecto de asfalto. Estos aspectos suelen solucionarse imponiendo limitaciones de rodadura o medidas para evitar la deformación. En ocasiones el mal estado del pavimento actual obliga a la mejora de las instalaciones. Esto se puede lograr cavando ciertas capas de suelo o fortaleciendo la estructura con materiales adicionales como cal, concreto u otras sustancias que sean aceptables. Como se dijo antes, estos materiales son los más adecuados para su uso en el decreto de coronación. Como destacan los expertos, el asfalto puede proteger la carretera costera de los efectos perjudiciales de la presión atmosférica, en particular de las consecuencias desastrosas del hielo con distintos grados de humedad y temperaturas bajo cero. El asfalto también puede proteger la carretera de situaciones peligrosas. Mediante el proceso de drenar el agua del asfalto y evitar la intrusión de agua del exterior, la red de depuración quiere conseguir que la Explanada se mantenga en las mejores condiciones posibles. Cuando los movimientos de tierras se realizan correctamente, es vital prever los problemas geotécnicos para evitar que ocurran o, si ocurren, abordarlos de manera rápida y eficiente para salvaguardar el sitio histórico. En la página 186 de la edición de 2004 del trabajo de Kraemer, Pardillo, Rocci.

La ubicación de los rellenos y, con menos frecuencia, las decisiones de diseño son dos de las variables clave que pueden conducir a asentamientos del terreno. Es factible reconocer los asentamientos del terreno que se producen como resultado de estos factores. Además, en este grupo se incluyen los aludes que no se pueden evitar y que se producen en pendientes. Estas avalanchas pueden ser de naturaleza en cuña, poco profundas o circulares.



Es posible que los rellenos se asienten de manera desordenada o esporádica, que haya asentamiento diferencial entre rellenos y edificios, y que haya filtraciones en incisiones y rellenos cuando hay un desarrollo insuficiente o inadecuado. Es posible que el efecto del agua pueda resultar en última instancia en la desintegración y destrucción tanto de la estructura física de un proyecto como del entorno en el que se ubica. Como resultado, esto puede resultar en la producción de huecos en la superficie o el subsuelo, así como la acumulación de finos, que son partículas microscópicas que pueden inducir un hundimiento inesperado debido a una pérdida de volumen, particularmente en tipos específicos de suelo. Para reducir los efectos negativos que la construcción de la fundación tiene sobre el medio ambiente, es fundamental que la construcción de la fundación se centre en lograr el mayor grado posible de cooperación climática. Sin embargo, es vital enfatizar que la selección justa de la conciliación que debe realizarse no está relacionada con los aspectos matemáticos de la tarea. La sociedad utiliza los componentes recolectados para decidir qué calles deben construirse y cómo distribuirse el financiamiento para la construcción de esas carreteras. Además, se debe desarrollar una hipótesis para disminuir el efecto natural, y debe basarse en los recursos que sean accesibles. En la página 186 de la edición de 2004 del trabajo de Kraemer, Pardillo, Rocci, Romana y Del Val.

La estética visual, la interrupción del drenaje de agua y el daño a las poblaciones vecinas y a la vida silvestre causado por el efecto del bloqueo son las tres repercusiones principales que a menudo se asocian con los proyectos de construcción de carreteras. Entre las posibles soluciones para el efecto visual se encuentran la reducción del tamaño de los edificios en la mayor medida posible y el uso de espacios verdes de manera aceptable. Para abordar eficazmente las consecuencias de los vertidos de agua, es fundamental priorizar los ríos que ya existen y desarrollar capacidades de drenaje que sean suficientes. Además, existen acciones que se pueden realizar para recolectar agua de la región con el fin de mejorar la calidad del agua suministrada y evitar la contaminación de los manantiales. La reducción de



la erosión también se puede lograr mediante el uso de vegetación y otros tratamientos. En conclusión, es fundamental permeabilizar la vía para disminuir el impacto que la barrera tiene tanto en humanos como en animales. Esto garantizará que existan cruces adecuados en zonas donde existan cambios de elevación significativos (más de cinco metros) entre el suelo y la carretera en tramos que sean perceptibles. Los corredores ecológicos están diseñados con elementos particulares que dependen de las especies que los utilizarán. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que los animales utilizan prácticamente todos los caminos disponibles para llegar a un hábitat que les resulte atractivo para su desarrollo.

2.2.11. Propiedades físicas e índice del suelo

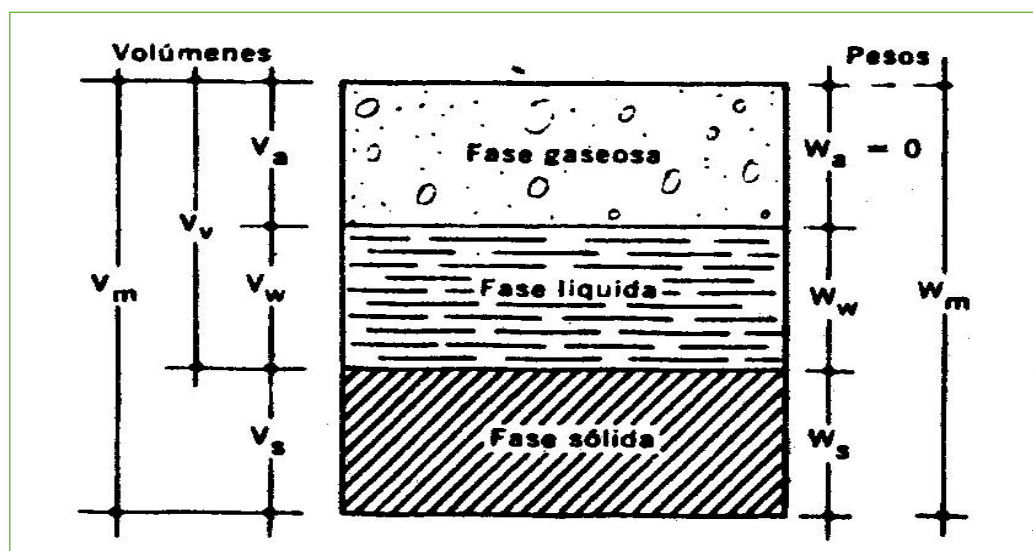
Es posible diferenciar entre tres fases distintas que existen en el interior del suelo: sólida, líquida y gaseosa. La formación de una capa con alta capacidad de adsorción es el resultado de la agregación de partículas minerales que tienen una fuerte tendencia a unirse entre sí durante el proceso de deposición. El agua que es transparente y fluye libremente, es el líquido que atraviesa esta capa. Sin embargo, es posible que el suelo contenga líquidos adicionales, aunque no sean tan sustanciales como los mencionados anteriormente. A pesar de que también puede incluir otros gases como humo de azufre y dióxido de carbono, la fase de vapor está compuesta principalmente de aire. Al tener una consistencia espesa, la capa absorbente de agua tiene cualidades en un entorno sólido y líquido. Debido a que es la capa que se vuelve menos visible a medida que la suciedad se expone a los productos químicos y se seca, a menudo se relaciona con el último grupo. Es común que el volumen vacío del suelo sea representativo de las fases fluida y vapor, mientras que la fase fuerte es la encargada de determinar el volumen de los sólidos. Se cree que un trozo de tierra se empapa por completo en el momento en que cada poro del suelo está completamente saturado con agua. El proceso de incrustación en este caso se limita a dos etapas diferentes: la etapa pesada y la etapa fluida. Un gran número de suelos por debajo del nivel freático han alcanzado un nivel máximo de

43

saturación. Además, varios suelos pueden incluir una variedad de estructuras y niveles variables de compuestos naturales. La turba, por ejemplo, se distingue por la preponderancia de estos elementos, que son componentes que contribuyen a la composición de los depósitos vegetales que han sufrido pudriciones. Al estimar las cargas y volúmenes de las tres etapas, no es necesario los materiales naturales y las capas de adsorción, a pesar de que las propiedades mecánicas del suelo son de gran importancia. Su impacto, por otra parte, se analizará de manera más eficaz. en la página 145 del libro de Juárez y Rico de 2001.

Figura 1

Esquema de una muestra de suelo, para indicación de los símbolos usados



Nota: Mecánica de Suelos. Juárez Badillo – Rico Rodríguez (2010).

En el laboratorio de mecánica de suelos, es posible estimar fácilmente la gravedad específica relativa del suelo, así como la masa de la muestra húmeda, la masa de la muestra deshidratada y la masa de la muestra que ha sido deshidratada. Sin embargo, es necesario derivar ecuaciones que sean sencillas y prácticas para poder calcular los números posteriores basándose en los anteriores. Es vital adquirir competencia en estas categorías de volumen y peso, ya que la conexión entre ellas es esencial para la aplicación eficiente y sencilla de la teoría, y debería considerarse esencial adquirir esta competencia. La Figura 1 es una representación esquemática de una muestra de suelo que ilustra las fases y principios



principales que se utilizan habitualmente, junto con los símbolos relacionados con ellos. La interpretación de los símbolos, se encuentra en la literatura de Juárez y Rico (2001, página 145).

Uno de los desafíos que se deben superar es determinar el peso de los sólidos, más precisamente el peso del suelo seco que se crea al eliminar la fase líquida. El problema surge del hecho de que la capa de agua absorbida no desaparece por completo cuando la tierra se evapora en el horno a la temperatura actual. Ésta es la fuente de la dificultad. En el campo de la mecánica de suelos, este problema suele resolverse determinando la condición seca del suelo, que normalmente se obtiene en cuestión de horas a temperaturas que oscilan entre 18 y 24 grados Celsius (Juárez y Rico 2001, página 147).

2.2.12. Relaciones de pesos y volúmenes

En Mecánica de Suelos se utiliza el concepto de peso específico para relacionar el peso de las distintas fases con sus respectivos volúmenes. La gravedad específica se refiere a la relación entre el peso de un material y su volumen. Se identifican los siguientes pesos específicos: (Juárez y Rico 2001).

$\gamma_0 =$ Es posible determinar el peso específico del agua destilada midiéndola a una temperatura de 4 grados centígrados y a la presión atmosférica al nivel del mar. Es igual a un número elevado a la potencia de uno o diez en un sistema que se basa en el sistema métrico.

$\gamma_w =$ El contenido de agua en circunstancias reales de funcionamiento es casi idéntico al valor de γ_0 , y en muchos aspectos prácticos se consideran equivalentes.

$\gamma_m =$ El peso específico de la masa del suelo. Según su definición.

$$\gamma_m = \frac{W_m}{V_m} = \frac{W_s + W_w}{V_m} \quad (2)$$

$\gamma_s =$ Peso específico de la fase sólida del suelo

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \quad (3)$$

Cuando una sustancia se somete a una presión de 4 grados Celsius, la gravedad específica relativa se calcula dividiendo el peso específico de la sustancia por el peso específico del agua destilada mantenida a la misma temperatura. Como se puede ver en la siguiente ilustración, el valor de la gravedad específica es equivalente al módulo de gravedad específico correspondiente cuando se utiliza el sistema de unidades adecuado. A continuación se muestran algunos ejemplos de pesos que se incluyen en la categoría "relativa". Según Juárez y Rico (2001), página 148.

$S_m =$ Peso específico relativo de la masa del suelo. Por definición:

$$s_m = \frac{\gamma_m}{\gamma_0} = \frac{W_m}{V_m \gamma_0} \quad (4)$$

$S_s =$ Peso específico relativo de la fase sólida del suelo (de sólidos), para el cual se tiene:

$$s_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_0} = \frac{W_s}{V_s \gamma_0} \quad (5)$$

2.2.13. Relaciones fundamentales

Los vínculos que se muestran aquí son esenciales para el manejo integral de las propiedades mecánicas del suelo, así como para la comprensión integral de la relevancia física y la importancia de estas características. Es fundamental poseer la capacidad de



expresar hechos y resultados relacionados con la mecánica de suelos de una manera que sea fácilmente comprensible. Publicación de Rico y Del Castillo de 1990, página 150.

- a) La relación entre el volumen de espacio vacío y la cantidad de material sólido en el suelo es lo que se entiende por el término "relación de huecos", que también se conoce como "índice de porosidad":

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (6)$$

Según la teoría, la relación se puede calcular entre 0 (sin volumen) y cc (volumen vacío), que es el rango de valores posibles. Según Rico y Del Castillo (1990), en la página 150, cuando se trata de arcillas altamente compresibles, es típico notar valores inferiores a 0,25 (lo que sugiere una arena muy gruesa con gránulos diminutos) o superiores a 15.

- b) Cuando hablamos de porosidad del suelo, nos referimos a la conexión que existe entre el volumen de espacio vacío del suelo y el volumen de la masa del suelo. La información se presenta en forma de porcentaje:

$$n(\%) = \frac{V_v}{V_m} \times 100 \quad (7)$$

Esta relación puede variar desde 0 (que indica que el suelo es bueno y tiene fase sólida) hasta 100 (que indica que no existe área). En términos generales, el rango preciso está entre el 20% y el 95%. Según Rico & Del Castillo (1990), página 150.

- c) La saturación del suelo se puede definir como la relación entre la cantidad de agua presente y el volumen de huecos en el suelo. Además, a menudo se expresa como una proporción del tamaño total:

$$G_w(\%) = \frac{V_w}{V_v} \times 100 \quad (8)$$

- d) Cuando se hace referencia a la humedad del suelo, que a menudo también se denomina contenido de humedad, la relación entre el peso del agua en el suelo y el peso de la fase sólida del suelo es la definición de humedad del suelo. Un porcentaje o conexión es la forma típica de transmitirlo:

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (9)$$

Los valores teóricos oscilan entre 0 y Los niveles de humedad del suelo en la naturaleza presentan una variabilidad significativa.

2.2.14. Granulometría de suelos

Una de las características que caracteriza la suciedad es su tamaño de partícula. Del tamaño de las partículas que componen el suelo se pueden deducir diferentes tipos de suciedad, como rocas, cantos rodados, arena, barro, basura, etc. Como se dijo anteriormente, es de suma importancia determinar cuantitativamente el tamaño de las partículas y comprender el grado en que partículas de diferentes tamaños pueden acomodarse dentro de la sección del suelo. Se afirma que la popularidad de este elemento en la distribución del suelo podría atribuirse al hecho de que es sencillo de utilizar. El objetivo de la prueba es determinar la cantidad y calidad del suelo seco y degradado que queda después de pasar por dos tamices consecutivos con una determinada forma. En cada caso se investiga el grado de conservación de las cualidades de las sustancias. A menudo se utiliza una tasa de comunicación para especificar el nivel de calidad de cada filtro cuando se utiliza en interacción. Para obtener los mejores resultados posibles del



tamizado, el tamaño más grande de tamiz que se puede utilizar es de aproximadamente 0,070 milímetros. Cada vez es más difícil y perjudicial separar las partículas diminutas que están presentes en la basura y las partículas del suelo. Además, para determinar el tamaño de las partículas de residuos y lodos, es necesario utilizar la prueba del tamaño de partículas de sedimentación. Utilizando un Tomahawk semilogarítmico, la curva de tamaño de grano se muestra por motivos de uso práctico. En el punto de apoyo de la abscisa logarítmica es donde se posiciona el tamaño (luz del tamiz), y en el eje que se considera la ordenada directa se muestra la velocidad del paso. Hay situaciones en las que el tamaño más moderado suele colocarse en el lado derecho, pero en la mayoría de las circunstancias, el tamaño más grande se maneja en el lado izquierdo, lo que demuestra una curva descendente de izquierda a derecha. El diseño de la Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASTM) es el sistema que más se utiliza en todo el mundo, especialmente en los Estados Unidos. El número de matrices finas se establece por el número de secciones transversales por pulgada (por ejemplo, un tamiz número 40 tiene cuarenta rejillas por pulgada cuadrada), mientras que los tamices de matrices gruesas se identifican por el tamaño de sus rejillas, que se miden en pulgadas. La relación entre el tamaño de la apertura en una pantalla y el tamaño de la apertura en la pantalla siguiente se denomina relación de apertura entre dos pantallas posteriores. Respecto a Kraemer, Pardillo, Rocci, Romana, Sánchez y Del Val (2004), página 190.

$$\sqrt[4]{2} = 1,189 \quad (10)$$

Al considerar el tamaño de las partículas, el factor distintivo de los distintos tipos de incrustación no es sólo el tamaño de la marca, sino también la magnitud de cada componente de la incrustación. Un examen elemental de la curva granulométrica podría identificar los lugares potenciales donde puede comenzar el ensuciamiento. Se tiene la



capacidad de definir las cualidades que se sustentan en la granularidad determinista, como se afirma en Kraemer, Pardillo, Rocci, Romana, Sánchez y Del Val (2004), página 190.

1. **La porosidad:** Las variaciones en el tamaño del piso se deben al hecho de que un piso irregular tiene una mayor cantidad de espacio vacío por unidad de volumen. Existe una clara correlación entre la evaluación del tamaño de las partículas y el espesor del suelo.
2. **Permeabilidad:** La presencia de partículas de distintos tamaños da lugar a una gran variedad de aberturas, que pueden variar de tamaño a pesar de su grandeza general. La permeabilidad del suelo está directamente influenciada por el valor de apertura observado, ya que determina la velocidad a la que el agua puede fluir a través del material poroso. La técnica de utilizar el suelo como conductos y canales es análoga a la construcción de aberturas.
3. **La resistencia al cizallamiento:** Este término, que también se conoce como ángulo de fricción interna, hace referencia a la adhesión de partículas y a la capacidad de soportar esfuerzos cortantes. El tamaño de las partículas, que es una propiedad intrínseca por encima del umbral de erosión, es el factor principal que determina esta capacidad (Figura 1). La preservación de la presión, que ha sido el elemento más esencial tanto en el presente como en el pasado, es otro aspecto clave externo al sistema. Además de la curva de tamaño de partícula, existen dos indicadores más relevantes: el coeficiente de consistencia (C_u) y el coeficiente de la curva (C_e). Ambos coeficientes forman la curva. La cantidad de luz filtrada que se permite pasar a través del X por ciento de la muestra es la variable que se utiliza en ambos cálculos. Las siguientes son las características que componen el coeficiente de consistencia).



$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (11)$$

La presencia de manchas es otro rasgo distintivo de esta afección. La mayoría de las veces, los suelos que tienen un tamaño de grano consistente, como las arenas marinas o eólicas, tienen estimaciones más bajas de cobre y factores de consistencia inferiores a 2. En contraste, los suelos no homogéneos se ubican en el límite opuesto. El coeficiente de flujo y reflujo se puede describir de la siguiente manera: (Kraemer, Pardillo, Rocci, Romana, Sánchez, Del Val 2004, página 193).

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60}D_{10}} \quad (12)$$

A través de él también se representa adecuadamente, entre otras cosas, la curvatura de la curva granulométrica. En suelos que han sido clasificados adecuadamente, el coeficiente puede variar de uno a tres. En el año 2004, Kraemer, Pardillo, Rocci, Romana, Sánchez y Del Val publicaron el capítulo 193.

2.2.15. Límites de Atterberg

La capacidad de entregar una historia sin sufrir retrasos ni interrupciones es a lo que nos referimos cuando hablamos de versatilidad. Cuando hablamos de adaptación, nos referimos a una adaptación rápida, que es análoga a cómo se puede tocar el violín para siempre. El aspecto peculiar del patrón puede atribuirse principalmente al hecho de que los minerales cargados son capaces de conducir electricidad, lo que a su vez imparte flexibilidad. El terreno se caracteriza por su irregularidad, lo que, junto con la posibilidad de depósitos de arcilla, contribuye a su flexibilidad. Al examinar la cantidad de agua presente, es apropiado pensar en dos estados significativos: suelo completamente seco y suelo completamente



saturado con agua. El primer tipo de suelo tiene una conductividad no plástica independientemente de su espesor, pero el suelo completamente seco es quebradizo y no consigue uniformidad. Hay una secuencia de cambios entre estos dos límites. Así, la cualidad fundamental de la suciedad, en términos de adaptabilidad, depende de su viscosidad, mientras que la humedad juega un papel crucial para lograr una determinada consistencia. Utilice la coherencia o los límites de Atterberg para realizar la evaluación de la flexibilidad. Los límites de Atterberg, se utilizan para cuantificar la plasticidad del suelo en función de su contenido de humedad. Esto es crucial para garantizar dos condiciones de corte constantes: máxima adherencia y un cierto nivel de impresión del suelo. Este fenómeno puede describirse como la manifestación de una fuerza distinta, vista principalmente en los delicados movimientos de la corteza terrestre, que tienden a fracturarse y volverse difíciles de manejar cuando se someten a manipulación. Intente obtener la medición de la humedad y ajústela a unos 2 kilopascales. Las estimaciones de Casagrande se estandarizaron en 1932 a petición suya y creó una herramienta (Para realizar correctamente las pruebas que desarrolló Atberg se utilizó la denominada cuchara Casagrande. El objetivo final es sellar los pliegues que tienen 2 milímetros de ancho y se desarrollan a una distancia de 13 milímetros a lo largo del fondo del suelo. Esto se logrará inclinando continuamente el bol. Una de las características de este corte es que adopta un enfoque autoafirmante, como la humedad del suelo. Tiene una altura de 10 nanómetros. Si la humillación es más profunda que esto, la tierra correrá mientras exista la posibilidad. Se refiere, en la medida de lo posible, al valor de humedad, para el cual la junta se sitúa en torno a 200 kPa. Ahora es difícil imaginar el empleo de tierra para hacer una cámara de aproximadamente 3 mm de ancho sin fracturarse, ya que se caracteriza arbitrariamente como tierra a partir de tierra. Este tipo de humedad es necesaria para que el suelo muestre su adaptabilidad. Estas pruebas se han utilizado de forma regular. En este sentido, son realmente beneficiosos. Pero como tienen obstáculos físicos, necesitan mucho trabajo que debe hacerse en secreto. A partir de este momento se han realizado varios

experimentos basados en la actividad mecánica. Por ejemplo, cuando se coloca un cono convencional sobre el suelo, da la impresión de que la tierra tiene cierta viscosidad. Varias naciones están llevando a cabo estos experimentos y es posible que su uso aumente en los próximos años. Las limitaciones de fluidez (LL), plasticidad (LP), y lista de consistencia (I_c) y suavidad (I_f) se utilizaron en la producción de tres archivos importantes para el propósito de la investigación de suelos.

$$IP = LL - LP \quad (13)$$

$$I_c = \frac{LL - h}{LL - LP} \quad (14)$$

$$I_f = \frac{h - LP}{LL - LP} \quad (15)$$

En la lista de secuencias, la humedad más lejana posible está representada por un valor de 1, y la humedad más lejana posible está representada por un valor de 0 en el registro de consistencia. a través de la mayor distancia.

2.2.16. Suelos granulares y suelos cohesivos

Para reparar algo con mayor o menor precisión, se utilizan las cualidades del suelo. Dicho esto, los suelos granulares y fuertes son dos categorías muy diferentes en la racionalización. Los suelos granulares son el resultado de una modificación real de la roca. Esta alteración marca el inicio del estado de sus partículas (estrechas o no unidas). Tienen cero o muy poca flexibilidad ya que tienen menos sanciones. Como no parecen estar unidos, el bloqueo sólo debería ocurrir cuando entran en contacto entre sí internamente. La granulometría es la principal fuente de sus cualidades. Es posible distinguir entre roca y arena en suelo granular. También generan un cierto grado de formación de grano cuando están



húmedos y tienen una capacidad única para retener la humedad en cepas sensibles. Además, incluso en ángulos de alto factor de presión, el agua que fluye a través de ellos no será turbulenta de la misma manera que lo sería durante una tormenta de viento. Aunque las partículas silíceas o calizas son los tipos más frecuentes de partículas que se encuentran en el suelo granular, también pueden provenir de volcanes. El suelo granular contiene una amplia variedad de partículas. Los minerales arcillosos, por su parte, están compuestos por minerales arcillosos, los cuales están compuestos por cationes metálicos como el sodio (Na), el potasio (K) y el calcio (de contacto), además de silicatos hidratados como el aluminio (AL), hierro (Fe), magnesio (Mg) u otros metales. Los minerales arcillosos son los componentes básicos de los minerales arcillosos. Durante el proceso de transformación química, primero se generan minerales arcillosos. (Bowles 2001, página 33) Su estructura está formada por capas de sílice (SiO_4) que son de estructura octaédrica o tetraédrica.

La síntesis de estas capas proporciona una descripción de cada uno de los muchos minerales que comprende el depósito terrestre. Hay múltiples capas de tetraedros y octaedros giratorios que forman la caolinita, mientras que la montmorillonita está compuesta por módulos tetraédricos de dos capas que tienen un octaedro en su interior, como indica el modelo. En consecuencia, como consecuencia de estas variaciones, su comportamiento es muy variable. Está claro que la montmorillonita es preferible a la caolinita ya que es capaz de retener una mayor cantidad de agua que esta última. El vínculo entre dos capas de tetraedro es más frágil que la conexión entre una capa de tetraedro y la otra capa de octaedro. Esta es la razón por la cual este es el caso. Significativamente más grande que la piedra. Debido a que sus partículas son pequeñas (menos de 0,063 mm), los suelos duraderos suelen tener una superficie explícita elevada. La notable capacidad que poseen para retener agua da como resultado fluctuaciones de volumen provocadas por diferencias de humedad. Los pisos duros tienen el potencial de desarrollar problemas en los bordes opuestos, así como de abultarse y



encogerse. Su principal obstáculo actualmente es la adhesión sin residuos; Sin embargo, con el tiempo, los puntos de contacto internos (aunque menos que el suelo granular) se harán evidentes en su comportamiento. Es crucial tener en cuenta su comportamiento como resultado. tanto en el corto como en el largo plazo. Aunque son algo maleables, los sedimentos son suelos finos que normalmente están formados por partículas que varían en tamaño de 0,060 a 0,002 mm. Los sedimentos no exhiben una flexibilidad considerable. Puedes romper los trozos secos con las yemas de los dedos. A diferencia de la arena, donde los asentamientos permanecerían durante mucho tiempo, pero no tanto como en el barro, la desintegración del viento es necesaria para su crecimiento. (Bowles 2001).

2.2.17. Ensayo de abrasión por medio de la máquina de los Ángeles

- 1. Fundamento.*** - Realizando una prueba de scratch en la máquina Ángeles conseguimos diferenciar entre desgaste total y desgaste mecánico. El desgaste mecánico se caracteriza por el contacto directo entre el anillo de acero y el material giratorio a una frecuencia de 33 ciclos por segundo durante 15 o 30 minutos, según las circunstancias específicas. Debido al enorme tamaño de la roca, el material sufre descomposición como consecuencia de su presencia. La utilización de materiales que sean capaces de soportar daños irreparables es de suma importancia a la hora de crear, colocar y compactar tareas de limpieza, especialmente durante toda la vida útil del asfalto. Debido a las circunstancias de tensión y deformación, la carga de la rueda se transfiere a la superficie del asfalto a través del borde, y el coeficiente de presión vertical es fuerte y constante durante todo el proceso. Al distribuir la tensión acumulada creada por las fuerzas crecientes en el suelo a las fuerzas de los cimientos de la carretera, la construcción con asfalto tiene la capacidad de dispersar la tensión. Por lo tanto, la cantidad total de materiales que se encuentran sobre o cerca del suelo, como materiales de base y tapete negro, debe



ser más segura en comparación con la cantidad total que se utiliza en la capa más baja de la construcción de asfalto (como la subbase), porque la La capa superficial es la responsable de soportar la mayor carga y la máxima carga de tráfico. La durabilidad es excepcional. En 2004, Kraemer, C., Pardillo, M., Rocci, M., Romana, G. Sánchez y V. Del Val publicaron sus hallazgos.

2. **Objetivo.** - Con el fin de determinar el nivel de desgaste general, este método describe un procedimiento que tiene un tamaño inferior a 37,5 mm (1 ½ pulgada) y una dimensión más gruesa de más de 3/4 de pulgada (19 mm). (Kraemer, C., Pardillo, M., Rocci, M., Romana, G. Sánchez, V. Del Val 2004) La evaluación se realiza con la asistencia de la máquina de Los Ángeles.

3. **Material y carga abrasiva a utilizar.** - Para determinar el tamaño de la muestra que se ensayará y el número de círculos que se incluirán, se debe tener en cuenta la magnitud del total de partículas gruesas. Las tablas N°1 y N°2 muestran el enfoque prescrito, junto con las dimensiones del material, la cantidad de rotaciones, el número de transformaciones y la duración de la rotación para cada tabla. El grado seleccionado debe reflejar la calidad inicial de los materiales suministrados para el proyecto.

4. **Procedimiento de ensayo**

- Es importante diferenciar entre los distintos centros de investigación. Para medidas inferiores a 1 ½ pulgadas o superiores a ¾ pulgadas, el enfoque es relativamente similar.
- El material debe someterse a lavado y secado en un horno de temperatura controlada a 105-110°C, seguido de tamizado utilizando la rejilla indicada.

El procedimiento de mezcla depende del valor indicado en la Tabla 1 o en la Tabla 2.

- Esta es una ilustración de una medición que tiene una precisión de un gramo. Además, vale la pena señalar que hay 5 gramos adicionales para tamaños que superan 1 ½ pulgadas y ¾ pulgadas, respectivamente.
- La prueba debe colocarse dentro de la máquina LA, junto con la carga del rack, y la tapa debe cubrirse de la manera más segura posible.
- Para comenzar, debe iniciar el funcionamiento del dispositivo y luego ajustar la cantidad de interrupción que muestra la estrategia. Una vez transcurrido todo el ciclo de rotación, se retira la carga y el material. Al pasar el material a través de un tamiz con un tamaño de malla de 12, se filtra el material.
- Luego de ser lavado, el residuo que queda en el tamiz No. 12 se seca en un horno a una temperatura que se mantiene constante entre 105 y 110 grados centígrados desde el inicio del proceso de secado. El proceso de determinar el peso de muestras que no tienen humedad presente. En 2004, Kraemer, C., Pardillo, M., Rocci, M., Romana, G. Sanchez y V. Del Val publicaron algo.

2.2.18. Estabilización de suelos

El proceso de refuerzo del suelo suele implicar dos ciclos. El primero consiste en aumentar la densidad del suelo comparándolo cuidadosamente. Durante el segundo ciclo del proceso se mezcla un material de grano grueso, que no posee esta cualidad. El ajuste del suelo abarca una variedad más amplia de actividades que la compactación del suelo, ya que incluye cualquier procedimiento destinado a mejorar las características de diseño del suelo, como la construcción. El ajuste del suelo también se conoce como modificación del suelo. En el marco



de las prácticas modernas de desarrollo del suelo, incluyen el proceso de compactación. Con el fin de mejorar la transmisión de la presión de torsión dentro del suelo, se ha utilizado ampliamente la técnica de modificación del suelo en aplicaciones prácticas, particularmente en capas de suelo. Con el fin de satisfacer una variedad de necesidades, como proporcionar resistencia al corte, flexibilidad o compresibilidad, la mejora del suelo toma en consideración una variedad de parámetros, incluida la cantidad de agua y sedimento presentes. En este tipo de circunstancias, es esencial determinar qué materiales de piso son apropiados y determinar las presiones de construcción que son mejores a lo largo de su vida. El método por el cual un material altera su forma en respuesta a la aplicación de cargas o fuerzas se denomina comportamiento de deformación. Es más probable que el problema del volumen inestable se desarrolle como resultado de la adición o pérdida de agua en suelos que tienen un alto contenido de humedad, particularmente en situaciones secas o semiáridas. Manuscrito de Torrente y Sagues de 1974.

2.2.19. Canteras y materiales para construir el afirmado

- 1. Materiales para afirmado.** - Tanto el sitio geográfico como la existencia de manantiales, cerros o canales de agua adyacentes son factores que influyen en la selección del material que se utilizará para la construcción de la vía. Además, el material se elige según si se empleará como capa inferior o capa superficial durante el proceso de construcción. Para determinar si el material es apto o no para su uso en caminos no pavimentados, es fundamental tener en cuenta el tamaño máximo del árido, así como la cantidad de material fino o tierra presente. Piedra, arena y grano fino, así como tierra, son los tres tamaños o tipos distintos de materiales que se utilizan en su construcción. Se logra un resultado defectuoso si hay una sola combinación de estos tres tamaños que no se adapta bien a la situación. Verificar



la necesidad de una cimentación de piedra para soportar el pilote. El uso verificado de este material tiene dos aplicaciones principales: en primer lugar, puede utilizarse como superficie móvil en carreteras sin pavimentar y, en segundo lugar, puede servir como subrasante granular o como contramedida contra una estera contaminada. Debido a su naturaleza delicada, la falta de una sanción adecuada para un siniestro provocó el colapso del lugar de la carrera. En general, las especificaciones adecuadas para la capa inferior incluirán tamaños de piedra mayores y más pronunciados en comparación con la capa superior, junto con niveles muy bajos de limo y partículas pequeñas. La justificación es que la capa inferior debe poseer un alto nivel de resistencia contra el peso y el movimiento de los vehículos y, además, debe tener una calidad duradera. (Braja, 2001).

2. **Fuente de materiales – canteras.** - El seguimiento de un inventario exhaustivo de materias primas con calidades óptimas, que puedan utilizarse inmediatamente, es todo un reto. Por lo tanto, es crucial agitar los materiales para obtener la granulometría deseada en la mayoría de los casos. Normalmente, el material consistirá en la cantidad estándar de material de cantera excavado o sobrante. Alternativamente, puede proceder de rocas fragmentadas y piedras grandes, o puede ser una mezcla de materiales de ambas fuentes, según autorice previamente la dirección. Una cantera es un tipo de explotación minera, a menudo realizada a cielo abierto, en la que se utilizan métodos mecánicos para extraer rocas o minerales con fines de construcción. (Braja, 2001).
3. **Estabilización de vías no pavimentadas.** - Para restablecer el equilibrio del suelo se utilizan diversos métodos, cada uno de ellos con un decantador profesional distinto. Estos decantadores incluyen cal, cloruro sódico, hormigón, black top,



preapoyado, bischofita y otros métodos de precipitación. La amalgama de materiales y la composición del suelo proporcionan soluciones óptimas a determinadas consultas. De acuerdo con el manual del plano de calles sin pavimentar, el límite de carga o CBR (California Bearing Ratio) de los materiales de la subrasante y la capa de confirmación deben calcularse de acuerdo con el plano. No se verificarán cálculos inferiores. Por lo tanto, si los materiales utilizados no se ajustan al estándar de calidad mencionado anteriormente, se realizará la modificación adecuada de las incrustaciones. En este sentido, se puede utilizar suelo con características secundarias como subsuelo de la carretera o vía, mientras que como subsuelo se puede utilizar suelo granular de alta calidad, pero de resistencia limitada (el CBR no es una necesidad esencial para la base). Certificación. La estabilización se puede lograr por medios granulares o mecánicos. Implica combinar dos o más suelos con diferentes propiedades para crear un suelo con granularidad, plasticidad, permeabilidad o impermeabilidad mejoradas. La estabilización también se logra mediante el uso de aditivos que influyen física o químicamente en las cualidades del suelo. (Braja, 2001).

4. **Estabilización química.** - El ajuste químico consiste en la utilización de determinados compuestos sintéticos autorizados para sustituir las partículas metálicas y modificar la composición del suelo durante el reciclado. El plan de ajuste, en colaboración con el experto en equilibrio integral, implica la gestión adecuada de los contaminantes y la identificación del tipo y la cantidad específicos de expertos necesarios para una estrategia de ajuste oportuna (Braja, 2001).

Cuando se trata de la construcción de carreteras y presas de tierra, el cemento se utiliza a menudo como estabilizador del suelo. El hormigón se utiliza con el fin de estabilizar suelos arenosos o limosos. La capacidad de respuesta de los suelos



arcillosos y limosos plásticos se puede reducir o aumentar con la ayuda de hormigón, que se aplica a la cal. El hormigón es un método eficaz para reducir el contenido de humedad de suelos fangosos a un nivel inferior a 45-50 y el índice de plasticidad a alrededor de 18, lo que da como resultado una mejora de aproximadamente 25 unidades en la precisión. 2001, Braja (Braja).

5. **Productos químicos.** - Al modificar el suelo mediante el uso de estabilizadores sintéticos, el ajuste químico del suelo es un enfoque novedoso que se ha desarrollado. Estos estabilizadores son capaces de incorporarse completa y uniformemente al suelo que se va a tratar, y funcionan aprovechando las características específicas del suelo. La incorporación de un estabilizador compuesto al suelo tratado se realiza con la intención principal de mejorar sus características de desempeño durante la fase de construcción y/o gestión. Esto se logra impartiendo cualidades particulares al suelo dentro de un espesor determinado. Óxido de calcio, hidróxido de calcio, cloruro de sodio, cloruro férrico, silicato de sodio, cloruro de magnesio hexahidratado y otros extractos y gomas de plantas son algunos de los materiales componentes que a menudo se utilizan como estabilizadores para carreteras que no están previamente pavimentadas. Cuando se trata de estabilizadores compuestos, el Perú cuenta con estándares profesionales que brindan criterios para determinar si los productos estabilizadores coinciden o no con los atributos que se describen en la documentación profesional del fabricante o comerciante. Se deben tener en cuenta las sugerencias e ideas centrales que se incluyen en estas directrices. Además, las propiedades y el rendimiento de los suelos modificados se han evaluado mediante el uso de metodologías de prueba conocidas. Cuando se trabaja con una variedad de estabilizadores sintéticos, pero evitando la cal y los detritos, es fundamental



tener en cuenta ciertos criterios. El cloruro de sodio, el cloruro de calcio y el cloruro de magnesio son las sales que se utilizan con mayor frecuencia para determinar el equilibrio de las aplicaciones en la calle. Las sales de "Bischofita" de cloruro de calcio y cloruro de magnesio hexahidratado son el objeto de la presente propuesta, que se concentra en las dos últimas de las tres sales mencionadas. Se utiliza cloruro de sodio o sal de mesa como ingrediente adicional para la sedimentación, y a continuación se explica detalladamente la interacción continua que tiene lugar en el ambiente de la calle en ese momento. (2002) Braja (2001).

2.2.20. Drenaje y subdrenaje en las vías

Es imposible exagerar la importancia de implementar medidas de seguridad que recojan, canalicen y drene el agua que tiene el potencial de causar daños a una pista o carretera. El agua supone una amenaza para estas estructuras de varias maneras, como infiltrándose o impregnando la superficie del suelo, sobre todo durante las lluvias torrenciales. Las aguas que fluyen rápidamente causan erosión en las formaciones rocosas y fluirán de forma natural hacia grietas y zonas bajas; Quedan atrapadas allí debido a la obstrucción creada por la línea de costa, a menos que sea necesario redirigirlas a través de un canal hecho por el hombre; Cuando quedan atrapadas, se infiltran a través del suelo, creando una zona sumergida que debilita su capacidad para soportar la presión y aumenta el riesgo de asentamientos, filtraciones de agua y erosión. La presencia de escombros superficiales o subsuperficiales supone un riesgo de congestión de la carretera y compromete la estabilidad del firme, incluida la calidad del revestimiento asfáltico. Las cuestiones relacionadas con los detritos superficiales o subsuperficiales (subfiltración) son muy importantes en la construcción de autopistas y rutas aéreas. Estas cuestiones tienen un impacto significativo en la oportunidad y el rendimiento de estos diseños, así como en el coste de la aplicación de



medidas para salvaguardarlos. Al diseñar y construir carreteras terrestres, es esencial que los arquitectos que tengan experiencia previa en la construcción de carreteras tengan en cuenta las características importantes del seguro contra fugas y hundimientos. Debido a que un mal drenaje de una pista puede tener implicaciones negativas, independientemente de otras consideraciones en las distintas etapas, es probable que los autores de este trabajo también prioricen estos elementos. Esto se debe a que los efectos de un drenaje inadecuado pueden ser perjudiciales. Los ingenieros de caminos experimentados dan prioridad al drenaje y a las precauciones de desagüe como aspectos fundamentales en el diseño y la construcción de terrenos. El autor de este artículo coincide con esta norma, ya que sigue siendo crucial independientemente de otras fases del proceso de diseño y construcción. Si una vía aérea tiene un drenaje inadecuado, se verá rápidamente dañada por el agua, aunque ésta no sea muy contundente. Esta destrucción se producirá independientemente de circunstancias como la intensidad del tráfico u otras consideraciones. ¿Qué medidas pueden adoptarse para solucionar este problema? Sin embargo, a veces puede mitigar las repercusiones de otros defectos de construcción, como la eficacia de los terraplenes. (Juárez, y Rico, 2005).

2.2.21. Aguas superficiales

Los desechos superficiales se utilizan en áreas urbanas para interceptar y gestionar la escorrentía de agua de espacios y estructuras públicas. Esta escorrentía a menudo se origina en la lluvia, pero también puede provenir de arroyos o manantiales. Inundaciones fluctuantes. Dadas las disparidades en las estrategias de conservación recomendadas, es importante reconocer que el dique ahora no está operativo. Cuando se trata del manejo de basura superficial, las dos principales alternativas disponibles para la excavación de calles son las tuberías de drenaje y las alcantarillas. La acequia de drenaje es un canal delgado que discurre paralelo a la carretera y está situado al borde de la acera al pie del cerro. También conocida



como acequia de drenaje. El propósito principal de este sistema es recolectar y drenar el agua que fluye cuesta abajo hacia la carretera de manera efectiva utilizando la fuerza de la gravedad. Debe haber una pequeña inclinación transversal, a veces conocida como sifón, en la superficie limpia para lograr esta categorización del agua. Este sifón debe apuntar explícitamente hacia el desagüe. La zanja suele recorrer toda la excavación, conservando un talud longitudinal que desciende hacia el centro de la calle y depresiones específicas o tramos de bajada, que son lugares donde se puede manejar el agua sin peligro de erosión. El último segmento del cañón exhibiría características atípicas al descender a un profundo desfiladero, resultando en agua extremadamente corrosiva. Por lo tanto, sería beneficioso proteger la región con el diseño propuesto: la mampostería, también conocida como liberación masiva, se refiere al proceso de construcción de estructuras utilizando unidades individuales como ladrillos o piedras. En este contexto, el término "prendas de vestir" no está claro y requiere más aclaración. La alcantarilla debe repararse utilizando materiales impermeables para evitar salpicaduras sobre el asfalto o la superficie del piso. Normalmente, el hormigón es el material preferido debido a su durabilidad, aunque puede resultar costoso. Otros componentes necesarios incluyen mano de obra y un piso de concreto. La idoneidad de la tubería de drenaje depende de la cantidad de lluvia en el área, la longitud de la excavación y la pendiente prevista. Es crucial evaluar exhaustivamente estos factores en cada escenario específico, particularmente cuando se hace imprescindible construir una zanja de diferentes dimensiones a lo largo del segmento cubierto. Dejar una ranura sin revestimiento sólo es posible si está construida con piedras sanas. (Juárez y Rico, 2005).

2.2.22. Aguas subterráneas

Es importante señalar que el agua juega un papel importante en la producción de avalanchas, deslizamientos de tierra y arroyos, según arquitectos que se especializan en



desafíos de diseño territorial para ferrocarriles, carreteras y vías aéreas. Tómelo con frecuencia. Dado que el vínculo entre la temporada de tormentas y la potencia de tales fallas es perfecto, parece mejorar cada año que pasa y, además, presenta signos de efecto, esta sensación es manifiesta y gradualmente se vuelve intuitiva. Esto se debe a que la temporada de tormentas está asociada con la aparición de tales defectos. El alcance de la visibilidad del agua después del hundimiento es lo suficientemente evidente como para que cualquier especialista reconozca que, sin las medidas adecuadas para gestionar este aspecto, puede convertirse en un adversario importante. De todos modos, es peculiar que se malinterpreten los componentes reales responsables de mantener la estabilidad del agua. Las personas que creen que el agua puede causar consecuencias importantes, o aquellos que expresan preocupación por la implementación de una serie de medidas de precaución para mitigar sus efectos perjudiciales, han ido desdibujando constantemente los límites de la tradición, tal como los delimitan las directivas o recomendaciones consuetudinarias. El funcionamiento del agua, incluso en ausencia de paso por determinados objetos. Terzaghi atrajo una atención significativa, y numerosos arquitectos supervisaron proyectos cruciales discutiendo su efecto lubricante mientras se veían obligados a dilucidar la influencia del agua en la estabilidad del suelo. Según Terzaghi, esta explicación es inadecuada por dos razones específicas. El agua, a diferencia del petróleo, debería ser un adversario cuando los minerales del suelo entran en contacto entre sí. En el caso de dos superficies secas de cuarzo, por ejemplo, el coeficiente de fricción se sitúa entre 0,17 y 0,20. Por otra parte, se supone que el coeficiente de fricción aumenta a un valor entre 0,36 y 0,41 cuando el cuarzo está húmedo. Además, la cantidad de agua necesaria para esparcir todo el volumen de aceite en un solo fragmento de tierra es insignificante. Por lo anterior, se puede afirmar que cualquier suelo puede ser utilizado consistentemente, independientemente de si se encuentra o no en un lugar seco. Por el momento, la cantidad adicional de agua no aumentará en modo alguno la relación física que existe entre las partículas. Por el contrario, la asociación entre precipitaciones importantes y



problemas surge en regiones con alta humedad, donde la concentración de hidrógeno en el suelo es moderada. Por el contrario, en las zonas áridas, los efectos negativos se pueden mitigar mojándose. Por lo tanto, es imperativo buscar equipo para actividades acuáticas en otra próspera maravilla natural. Si se produce un aumento significativo de sustancias acuosas en el suelo y la mayoría de los espacios vacíos de la tierra se llenan de aire, el efecto resultante será la eliminación de la presión superficial dentro del sitio, lo que provocará la desaparición completa de todo el suelo. formación. Proporcionan una combinación distintiva y mejoran la durabilidad. Además, el aumento de la concentración de agua contaminada se manifiesta en la amplificación de su masa, lo que afecta a la fiabilidad general de la suciedad. Además, el proceso de cambio de agua puede tener un impacto en la estabilidad del suelo, ya que tiene el potencial de disolver cualquier cemento convencional presente. En el caso del loess, la solidificación de las partículas se produce frecuentemente mediante el uso de un disolvente de carbonato de calcio. A pesar de los tres impactos anteriores, la cuarta consecuencia de que el agua se infiltre y atravesase el suelo suele tener la influencia más significativa en su estabilidad.

En el contexto de un sistema de presión, esto hace referencia a la distancia vertical a la que se mide el nivel del líquido. Un aumento en el coeficiente de presión independiente del agua en el suelo es causado por el flujo de agua, lo que a su vez resulta en una reducción en la protección que cualquier cosa tiene contra la presión de corte. No muy diferente. Este planeta recibe la mayor parte de su suministro de agua de tres fuentes diferentes. Lo más probable es que se trate de agua ficticia, que es una especie de precipitación que se origina en la atmósfera y puede tomar la forma de cualquier cosa, desde lluvia hasta nieve. Además de esto, lo más probable es que haya aguas residuales, que es la sustancia que llena el área entre los desechos del océano y el fondo del lago. Es común que esta agua tenga un olor acre debido a la importante cantidad de suciedad que contiene el agua salada. Por último, pero no



menos importante, está el agua magmática, también conocida como agua juvenil, que se produce por la actividad volcánica, el movimiento del magma o la deposición profunda de vapor de magma.

Esta agua puede poseer una concentración de nutrientes muy superior a la inicialmente prevista a nivel fundamental. Interpretándolo de este modo, es satisfactorio concluir que el 9% de la producción total del volcán consiste en narguile, ilustrando así la noción de abundancia de agua magmática. La posibilidad de proporcionar una cantidad sustancial de vapor al pozo de lava desde una variedad de fuentes superficiales y subterráneas no se toma en consideración en la medida en que debería. (2006) Álvarez, 2000.

2.2.23. Efectos capilares en el subdrenaje

A nivel freático, existe una situación desconcertante que hay que abordar sobre la presencia, propiedad y utilización del agua. El suelo está saturado en una medida significativa a cierta elevación, pero por encima de ésta, su nivel de sumersión es mínimo. Notablemente, la fuerza de la gravedad y la consistencia siguen teniendo un impacto significativo. La inmersión también supuso una estrategia formidable. La fuerza resultante de la tensión superficial es el potencial eléctrico del agua, que genera una presión negativa en los poros. Este potencial se intensifica a medida que disminuye el nivel de caída. En la zona sumergida, el agua sufre una desintegración en las regiones alargadas y estrechas del suelo. Al descender la temperatura, la presión de los humos también se reduce. (Juárez y Rico, 2005).

2.2.24. Principios en el diseño de pavimentos

Desde la antigüedad ha existido la preocupación por garantizar la movilidad de los vehículos de transporte mediante el mantenimiento de la limpieza. La introducción del vehículo fue el factor más importante que condujo a la considerable aparición del asfalto en



su significado actual. Más recientemente, la expansión de la industria aeronáutica ha contribuido aún más a su uso generalizado tal y como lo conocemos hoy en día. Los métodos actuales de desarrollo del asfalto han avanzado rápidamente en términos de carga de corriente sólida, velocidad de conducción, repetición y otros factores. Sin embargo, no se ha producido una mejora general en la obtención de mejores supuestos constantes. La base para apoyar, legalizar y permitir las aplicaciones, englobando todos los datos observacionales excepcionales adquiridos hasta la fecha. Es fundamental reconocer que el interés público de los asentamientos impone una importante limitación a cualquier nación legalizada. Por lo tanto, es importante reconocer que el beneficio público derivado del proyecto de recuperación sirve como factor unificador para que cualquier nación legitime cualquier esfuerzo encaminado a lograr mejoras específicas. Concretamente, en varias zonas, los esfuerzos de recuperación pueden cubrir el cincuenta por ciento de la totalidad de los gastos, vislumbrando el potencial. La importancia del diseño. La función principal del asfalto es distribuir eficazmente la carga sobre el lecho de la carretera, evitando cualquier deformación indeseable. El término "subrasante" se refiere a la capa exterior de una carretera secundaria terminada, que se crea mediante la excavación y el relleno de un proyecto de construcción de carreteras. En la actualidad, existen dos categorías principales de subrasante: rígida y flexible. Normalmente, cualquier suelo ordinario puede utilizarse para los pódicos, con la excepción de los suelos muy orgánicos o aquellos con una elasticidad significativa que pueden causar deformaciones excesivas en las capas superiores.

2.2.25. Funciones de las distintas capas de un pavimento

- 1. El terreno de fundación de la vía.** - Se puede utilizar roca o tierra para construir la región que ocupa una ciudad. La piedra, por otra parte, no es un material apropiado para el asentamiento porque las presiones que se aplican durante la construcción de carreteras son a veces considerablemente menores que las fuerzas



que se requieren para sostener las barreras físicas. La modificación del patrón de la piedra no debería ser un problema sustancial desde la perspectiva de la experiencia mecánica o compositiva del individuo. Cuando la lava es difícil de eliminar, puede causar dificultades que son costosas de solucionar. Cuando la lava se deposita verticalmente o muy cerca de una pendiente ascendente, suele ser difícil eliminarla debido a su alta resistencia a la remoción. Además, se debe verter lava en el corte cuando se utiliza como material que se debe utilizar junto con el asfalto. La aplicación de una capa de barro en el centro tiene como objetivo eliminar cualquier incidencia anormal que pueda seguir ocurriendo en el futuro. El proceso de moldeo por inyección. Es mucho más sencillo que las rocas sedimentarias se erosionen que la roca fundida, ya que la dureza intrínseca de las rocas sedimentarias es sustancialmente menor que la de la roca fundida. Las rocas frágiles, particularmente aquellas que tienen una estructura agrupada, tienden a tener una mayor concentración de este tipo de formaciones. Es fundamental señalar que el agua que se mueve a través de rocas de arcilla, levadura o anhídrita puede ser bastante peligrosa. Esto se debe a que el agua acumula sales de calcio a su paso por estas rocas, lo que tiene el efecto de deteriorar el hormigón que se utiliza en diversas construcciones. ¡Construcción en la carretera! Cuando se trabaja con rocas sedimentarias sólidas, es fundamental encontrar una pendiente pronunciada y algo cercana a la vertical para garantizar la seguridad antes de iniciar el proceso. Sin embargo, la superficie utilizada para el cultivo del suelo ofrece a menudo un soporte adecuado para caminos de tierra, a pesar de que situaciones específicas pueden presentar dificultades en términos de planificación y desarrollo. Hay una serie de elementos que son esenciales para la autonomía y pueden usarse para decidir el mejor resultado posible al que debería enfrentarse un ingeniero civil en la página de resultados de esta sección. Por lo tanto, es



imperativo que el ingeniero evalúe sistemáticamente la disparidad de opciones y seleccione la solución más favorable. Asegúrese de que se mantiene a distancia de ellas.

2. La base y la sub base de un pavimento. - Después de tener en cuenta el planteamiento general y la utilización de categorizaciones y exámenes del suelo en la ejecución de los movimientos de tierras, resulta crucial supervisar eficazmente su estructura. (Fernández, 1982).

a) Condicionantes externos. - Los factores externos más importantes son el grado de protección ambiental que existe actualmente en la región alrededor de la carretera, así como la cantidad de desarrollo que ahora está presente en el área circundante. La elección de conservar un lugar puede basarse en dos escenarios posibles: o se trata de una zona no urbanizada o se controla o se detiene el crecimiento futuro, manteniendo el nivel de urbanización y edificación existente. Ambas características no dependen inherentemente entre sí, ya que la decisión de proteger un lugar puede basarse en cualquiera de estos casos. Hay situaciones en las que se elige la primera opción. En el segundo escenario, se utiliza a los habitantes locales para impedir la construcción de nuevas carreteras, pero en otros escenarios, es un organismo externo el responsable de restringir el crecimiento de dichas carreteras. La obra de García de 1982.

b) Condicionantes internos. - Los límites que dificultan la creación de la obra y que juegan un papel importante durante la ejecución de la obra se denominan limitaciones internas de la obra. En concreto, se rigen por las condiciones climáticas, así como por el cronograma de producción que



establezca la empresa que se ocupa de la tarea. Debido al alto contenido de humedad del suelo, las actividades de movimiento de tierras se detienen durante la temporada de lluvias. Esto se debe a que la actividad se vuelve difícil o quizás imposible de completar con éxito. Además de esto, la propia humedad es una barrera que dificulta el movimiento del engranaje. A la hora de construir presas, es fundamental tener en cuenta una amplia gama de factores para cada tipo de suelo. Estos factores incluyen el método de extracción, la influencia sobre el contenido de humedad del suelo y las posibles formas de crecimiento. Por el contrario, prácticamente todas las obras de construcción deben detenerse cuando la temperatura alcanza los 0 grados centígrados. En cualquier caso, la opción ideal por razones de ingeniería es secar el material durante un tiempo a una temperatura moderada o alta. (Fernández, 1982 íntegramente).

- c) *Formación de explanadas.* - En los países latinoamericanos la vía se conoce como explanada, que es el nombre de la superficie que utiliza la corporación para brindar asistencia. La zona elevada en la base del pavimento se denomina explanada. En la mayoría de las circunstancias, la cimentación está compuesta por el propio suelo o por los restos de roca que sirven de suelo, o al menos, el suelo que se encuentra estable en su lugar original. En algunos casos, la base del pavimento puede ser una losa estructural. Se considera base una profundidad de unos cincuenta centímetros, que tradicionalmente se describe como el punto que es el punto más alto del terraplén o el punto más bajo del corte. Por el momento, los cimientos a menudo se extienden a lo largo de toda la profundidad del material que se encuentra debajo de la plaza, y las actividades que se



requieren podrían potencialmente tener un efecto en el comportamiento del pavimento. La obra de García de 1982.

- d) *Principios en el diseño de pavimentos.* - Una práctica que se remonta a los inicios de la civilización humana es la implementación de proyectos de pavimentación de carreteras con el propósito de facilitar la circulación de los automóviles. Pero el verdadero nacimiento de los pavimentos, tal como los entendemos ahora, se remonta a la llegada de los vehículos y, más recientemente, al sector de la aviación, que ha llevado a la presencia ubicua de los pavimentos tal como los conocemos hoy. Las aceras existen desde hace mucho tiempo. En el libro se analizan una serie de aspectos asociados con una potente corriente eléctrica. Estos aspectos incluyen la capacidad de la corriente para soportar un gran peso, su velocidad mientras es transportada y la frecuencia con la que se repite. Como consecuencia de esto, la tecnología que se utiliza ahora para la construcción de carreteras ha experimentado avances rápidos e importantes, mostrando un patrón único. La desafortunada realidad es que el éxito no siempre se corresponde con el desarrollo de fundamentos teóricos más sólidos. Los criterios se han mejorado con estándares estrictos, se han probado exhaustivamente y se ha otorgado autoridad para aplicar una observación exhaustiva del material que ya está disponible. Reconocer que invertir en el desarrollo de carreteras es crucial para cualquier nación y justifica la necesidad de mejoras adicionales es un paso fundamental que se debe dar. Se puede afirmar que el dinero gastado en obras de pavimentación puede representar hasta el cincuenta por ciento del gasto total en numerosas carreteras. Considere el precio como una representación visual de su importancia en ingeniería. El



principal objetivo del pavimento es transferir efectivamente las tensiones a la subrasante, garantizando así que la subrasante no sufra ninguna deformación y continúe en su estado original. Los movimientos de tierras, que incluyen excavaciones y rellenos realizados con el fin de construir carreteras, se denominan subrasante, que es la superficie última de los movimientos de tierras. Actualmente existen dos clasificaciones principales de suelos, que son suelos rígidos y suelos flexibles. La obra de García de 1982.

2.2.26. Factores que afectan el diseño de los pavimentos

Los elementos clave que influyen en el diseño de los firmes pueden clasificarse en los tres grupos siguientes, independientemente del enfoque elegido y de la calidad del diseño:

- 1. Características de los materiales que constituyen la terracería y la capa subrasante.*** - La composición del suelo y de los cimientos de la carretera o ruta aérea es crucial para determinar el grosor adecuado y el rendimiento del asfalto. Tiene un impacto mínimo en el espesor del asfalto, pero expulsa el asfalto que carece de flexibilidad. Por lo tanto, es imperativo determinar las cualidades del suelo que influirán en la composición del suelo y de la subrasante, si procede. Esto se consigue en última instancia aplicando protocolos y metodologías establecidos en el campo de la mecánica del suelo. En este proyecto en particular, el asfalto es un componente esencial porque no solo juega un papel importante en el suelo y la carretera, sino que también juega un papel en la subbase y las áreas de base. Los componentes mecánicos y de presión de este sistema suelen ser responsables de los problemas de limpieza que experimentan los usuarios. En este artículo, se analiza una técnica para determinar las propiedades del ensuciamiento asfáltico



junto con sus componentes. En los siguientes párrafos, primero brindaremos algunas ideas sobre investigaciones e inspecciones, y luego investigaremos evidencia particular en esta industria que no se haya tenido en cuenta antes. Es posible dividir las técnicas de investigación e inspección de obras en la vía pública en dos categorías distintas, dependiendo del motivo por el cual se implementan. Independientemente de las circunstancias, es de suma importancia reconocer la calidad del material que se utilizó en la construcción del piso. La obtención de materiales se puede realizar principalmente a través de dos medios diferentes: mediante préstamos hipotecarios y mediante anticipos bancarios. En su mayor parte, el material que se utiliza para el dique se adquiere de estratos poco profundos y excavados en dirección paralela a la calzada y a una distancia razonable de la misma. Sin embargo, bajo algunas circunstancias, puede resultar más costoso extraer materiales de lugares en los que se dispone de la cantidad y la calidad requeridas, como en los movimientos de tierra equilibrados longitudinalmente en los que la presa se construye con materiales procedentes de tajos cercanos. Es probable que el actual esclarecimiento del impulso subyacente se perciba como una variación de este último escenario. En el escenario primario, el examen suele centrarse en determinar la cantidad y profundidad de los pozos exteriores, con lo que se excluyen los casos de alteración en los que el terreno puede manipularse. (Rico y Del Castillo 2001).

2. **El clima.** - Las precipitaciones, ya sea por contacto directo o por subida de aguas subterráneas, son el principal componente climático que afecta al asfalto. Además de las filtraciones habituales o los diseños específicos para asfalto, que son insuficientes para la construcción de calles, los proyectistas se enfrentan frecuentemente a la necesidad de diseñar y construir sistemas de drenaje



complementarios. La presencia de hielo en un entorno hostil y en un terreno vulnerable puede provocar numerosos problemas con el asfalto. Las fluctuaciones de temperatura, especialmente en áreas críticas, afectarán significativamente a este concepto, ya que juega un papel crucial en este tipo de diseño. (Rico y Del Castillo 2001).

- 3. *El tránsito.*** - El tráfico genera las acumulaciones a las que quedará expuesto el asfalto. En cuanto a la orientación de las superficies asfálticas, resulta intrigante determinar las dimensiones de estos montículos, la influencia de la presión de inflado de los neumáticos, el área de contacto, el comportamiento y estrategia dentro del vehículo, la frecuencia y cantidad de formaciones de pilotes, y las tasas de aplicación. Una proporción significativa de estas características del montón presentan desafíos importantes o son difíciles de replicar en entornos de laboratorio con fines de investigación, lo que es un factor importante que contribuye a los problemas observados en este sector. Por tanto, se podría extraer la observación general antes mencionada. La investigación sobre asfalto se limita actualmente a etapas experimentales debido a varios factores. Sólo en unos pocos ejemplos, que se mencionarán a continuación, la teoría se ha desarrollado exitosamente de manera aceptable. Esta es una clara limitación del campo, ya que no logra establecer un equilibrio adecuado entre los supuestos teóricos y la evidencia empírica. La cantidad de cargas de asfalto varía mucho, desde 8 toneladas (16.000 lb) por camión hasta 150 toneladas (300.000 lb) para un avión DC-8, lo cual es bastante sustancial. Las presiones de inflado de neumáticos recomendadas para camiones varían de 4 a 6 kg/cm² (aproximadamente 60 a 90 psi), mientras que para camiones pesados pueden llegar hasta 13 a 14 kg/cm² (aproximadamente 200 psi). aviones más pesados. El término "pilas" normalmente



se refiere al concepto de repetición. Se dice que existe redundancia en una carretera o pista cuando ocurren dos pasadas consecutivas del mismo neumático en el mismo lugar. Comúnmente se considera que para que se produzca una repetición de pavimento en las carreteras, deben existir dos ejemplos de un determinado tipo de pavimento. En la Tabla 5, que corresponde a los aeropuertos, se muestra una serie de acciones que debe realizar un avión para que se realice una reproducción continua. Según Rico y Del Castillo (2001)

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Estabilización

La modificación se realiza con la intención de potenciar las cualidades mecánicas del suelo disminuyendo su susceptibilidad a los efectos del agua y las condiciones del tráfico durante todo el proceso. Según Torrente (1974), este cambio supone una mejora importante en las cualidades del suelo, aumentando así su resiliencia y su durabilidad durante un largo período de tiempo.

2.3.2. Estabilización mecánica

Se refiere al proceso de proporcionar estabilidad o soporte a través de medios mecánicos.

El proceso consiste en mejorar las propiedades del suelo sometiendo un volumen significativo de suelo saturado a breves períodos de actividad mecánica, utilizando un dispositivo móvil conocido como compactador. Este método protege eficazmente contra los cortes y se aplica de forma discreta. (Torrente, 1974).

2.3.3. Estabilización por drenaje

Consiste tanto en pasos por tierra como en pasos entubados. Se instalan marcos desviadores y tubos subterráneos para canalizar y evacuar el agua de los alrededores del



edificio; se garantiza que el agua pueda fluir a través de estos canales y desagües desde cualquier dirección; se mantiene una distancia segura de la obra. En cuanto a la durabilidad, resistencia y resiliencia de la carretera, el objetivo es reducir la influencia negativa que tiene el agua en estos aspectos. Quinche, Caraguay, Cartuche, Zúñiga y Serrano (2008) informaron sus hallazgos.

2.3.4. Estabilización química

Los profesionales de la composición explícita suelen utilizar diversos materiales como hormigón, cal, techo negro y hormigón Portland. Esta modificación e invención intenta catalizar una interacción química entre la suciedad y los estabilizadores para provocar alteraciones en la composición y propiedades de la suciedad. Como resultado, la suciedad mostrará una capacidad más pronunciada para soportar cargas y presiones pesadas. (DGCF. 2004).

2.3.5. Estabilización iónica

La estabilización iónica se refiere al proceso de lograr un estado estable en un compuesto iónico.

Apropiado para suelos de textura fina. El principio fundamental consiste en la transferencia de iones sólidos entre el precipitador y las partículas minerales del suelo. A través de este proceso, el agua que ha sido adsorbida se desplaza, los espacios iónicos que antes estaban desocupados se llenan y las partículas activas del suelo finalmente pueden alcanzar su máxima capacidad de absorción de agua. La capacidad máxima de peso de su cuerpo puede aumentar o disminuir. Debido a la carga eléctrica que tiene cada partícula, así como a las partículas que se forman por el agua que las rodea, las partículas se atraen entre sí. Mediante el proceso de creación de contacto entre las partículas, es posible determinar el borde de la pila. Además, tiene la capacidad de aumentar el espesor del pilote aplicando



presión a las partículas. Para obtener el resultado deseado, el resultado ideal debería ser un ajuste más duradero. Publicación de 2003 de Botasso, Fensel y Ricci.

2.3.6. Estabilización con polímeros

Las moléculas grandes conocidas como polímeros se crean cuando se combinan componentes más pequeños, conocidos como monómeros, que son idénticos o distintos. Los homopolímeros se distinguen por estar formados por un único tipo de monómero. Los polímeros se denominan copolímeros cuando están formados por una combinación de monómeros distintos dentro de su composición. La construcción de polímeros reticulados tridimensionales se puede lograr mediante el uso de una variedad de técnicas que se pueden utilizar para unir los componentes principales del polímero característico y el polímero falsificado. Es posible que estas estrategias incluyan el uso de polímeros simples u otras vías. En 2010, Lópe, Hernández, Horta, Coronado y Castaño publicaron sus hallazgos.

2.3.7. Estabilización con enzimas orgánica

Los compuestos son partículas de proteínas que tienen la capacidad de catalizar reacciones de sustancias, lo que provoca su reacción rápida o casi instantánea. Estos compuestos presentan pulsos notablemente transparentes. Las proteínas se caracterizan principalmente por su interacción selectiva con moléculas diseñadas específicamente. Al igual que los átomos de proteínas, están desnaturalizados, no pueden dializarse y pueden hundirse. La principal alteración de las proteínas es la desnaturalización de los catalizadores. Experimentan una pérdida en su estructura tridimensional o consistencia de síntesis, lo que resulta en una pérdida de sus funciones deseadas y una posible alteración de sus complejas propiedades físicas. Por ejemplo, cuando los productos químicos se desnaturalizan, pierden su capacidad de moverse debido a la incapacidad del sustrato para unirse al sitio activo y a la ausencia de residuos de aminoácidos necesarios para el equilibrio de unión del sustrato. (Hernández, 2007).



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Características de la investigación

1. **Enfoque cuantitativo.** - Debido a que está relacionado con las ciencias científicas y físicas, este estudio emplea una metodología lógica que se basa en los resultados cuantitativos de las pruebas de laboratorio.
2. **Nivel experimental.** - Con la inclusión de áridos, el propósito de esta investigación es evaluar los elementos que contribuyen al mejoramiento de las características físicas y mecánicas de los suelos utilizados en la construcción de carreteras.
3. **Tipo tecnológica.** - Mediante el uso de áridos, este tipo de tecnología es capaz de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del material. Se basa en aplicaciones prácticas y conocimientos básicos.

3.2. Metodología de la investigación

3.2.1. Población y muestra

Debido a que se trata de un esfuerzo de estudio de ingeniería enfocado y particular, se presentan las siguientes cualidades para la selección de la población y muestra:



Población	: Carreteras sin pavimentar de la Región Puno.
Muestra	: Carretera Cabanilla – Lampa.
Longitud total	: 28.00 k.
Superficie de rodadura	: De suelo afirmado.
Tipo de muestra	: Muestra no probabilística, intencionada.

3.3. Métodos e instrumentos de la investigación

Se considera:

- La cantera "Micaela Bastidas" es el lugar donde se presta atención a las características físicas y mecánicas de los suelos que allí se encuentran.
- Características físicas y mecánicas de los suelos derivados de la cantera de "Cabanilla".
- Este estudio examina las propiedades físicas, la durabilidad y la resistencia a la abrasión de los áridos procedentes del río "Lampa".
- Este estudio examina las propiedades físicas, la durabilidad y la resistencia al desgaste de los áridos procedentes del río Cabanilla".
- Mejora de la calidad del suelo mediante el proceso de adición y estabilización de áridos.

3.3.1. *Métodos para determinar las características físicas y mecánicas de suelos de la cantera "Micaela Bastidas"*

Se realizarán las siguientes pruebas de laboratorio:

- Evaluación granulométrica.
- Límites de consistencia.
- Clasificación de suelos.
- Consolidación Proctor modificado.



- CBR.

3.3.2. Métodos para determinar las características físicas y mecánicas de suelos de la cantera "Cabanilla".

Se realizarán los siguientes exámenes de laboratorio:

- Evaluación granulométrica.
- Límites de consistencia.
- Clasificación de suelos.
- Consolidación Proctor modificado.
- CBR.

3.3.3. Métodos para determinar las características físicas y resistentes y desgaste de agregados de la cantera rio Lampa

Se determinará lo siguiente:

- Densidad.
- eso después de la compresión y eliminación de la humedad.
- Porcentaje de absorción.
- Porcentaje de humedad.
- Ensayo de abrasión para evaluar el desgaste y resistencia.

3.3.4. Métodos de evaluación de las propiedades físicas, durabilidad y resistencia a la abrasión de los áridos procedentes de la cantera del río Cabanillas.

Se realizarán las siguientes determinaciones:

- Densidad.
- Peso tras compresión y eliminación de humedad.



- Porcentaje de absorción.
- Porcentaje de humedad.
- Ensayo de abrasión para evaluar el desgaste y resistencia.

3.3.5. Métodos para la estabilización de suelos de la cantera “Micaela Bastidas” y agregados del rio Lampa

Se efectuará la determinación de:

- Proporción “A” debe realizarse utilizando una proporción de 75% de estabilización del suelo y 25% de áridos.
- La proporción “B” consiste en un 60% de estabilización del suelo y un 40% de áridos.
- Evaluación de las propiedades mecánicas mejoradas de los suelos.
 - Los límites de consistencia se refieren al rango de contenido de humedad dentro del cual un suelo exhibe ciertas propiedades, tales como su habilidad para ser moldeado o su resistencia a la deformación.
 - Densidad seca se refiere a la densidad de un material cuando está completamente seco, sin ningún contenido de humedad.
 - CBR significa California Bearing Ratio, que es una medida de la resistencia de un material comparando su capacidad portante con la de un material estándar.

3.3.6. Métodos para la estabilización de suelos de la cantera “Cabanilla” y agregados del rio Cabanillas.

Se determinará lo siguiente:

- La proporción de estabilización del suelo, denotada como “A”, está compuesta por un 75% de suelo y un 25% de árido.



- La proporción de estabilización del suelo es del 60% y la proporción de árido es del 40%.
- Evaluación de las propiedades mecánicas mejoradas de los suelos.
- Las limitaciones de consistencia se refieren a los límites dentro de los cuales puede variar la consistencia o textura de una sustancia.
 - Límites de consistencia.
 - Densidad seca.
 - CBR.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Criterios para el proceso de estabilización de suelos para la superficie de rodadura de la carretera Cabanilla – Lampa

Uno de los componentes de un proceso de transición más rápido es el deterioro del tramo de la carretera. En el caso de que el polvo fino se combine con la humedad, se adherirá a la superficie que sea más abrasiva. Si se produce un movimiento brusco de los neumáticos (como en el tráfico), el polvo se desprenderá en seco. Estas pequeñas partículas de polvo son visibles como partículas en suspensión. Las actividades de tráfico provocan la descarga de polvo grueso debido a la pérdida continua de estas partículas. Se trata de un método para la erosión gradual de una superficie, que tiene como resultado el deseado alisamiento de los bordes y la eliminación de baches y ondulaciones. Las causas fundamentales de estos problemas son la congestión del tráfico y las condiciones meteorológicas adversas, como las fuertes lluvias, las carreteras heladas y los efectos del deshielo. El deterioro de la carretera puede observarse en múltiples etapas, empezando por una desintegración gradual que pasó desapercibida, hasta llegar a un colapso debido a complicaciones. A partir de ahí, se puede confirmar que la carretera se ha deteriorado por

completo, lo que hace necesaria una restauración integral o la reconstrucción de la carretera utilizando soluciones técnicas alternativas.

4.1.1. Defectos comunes en la carretera Cabanilla – Lampa

El Cuerpo de Ingenieros de EE.UU. abordó exhaustivamente los problemas más conocidos de las carreteras sin pavimentar. Publicaron un informe titulado “Maintenance of Unpaved Roads (Special Report 87-15)” en 1987, que posteriormente se actualizó en el Informe 92-96. La evaluación del alcance y la gravedad de las malformaciones sirvió de base para este estudio. Estas malformaciones se clasificaron en siete condiciones o preocupaciones distintas, como se mostrará en los siguientes párrafos:

1. **Sección transversal impropia.** - Cuando esto ocurre, es más probable que la vía se deteriore por problemas de extensión y filtración. Para evitarlo, debe aplicarse una pendiente transversal adecuada que permita que el agua superficial drene rápidamente de la zona.

Figura 2

Sección transversal impropia



Nota: Catálogo centroamericano de daños a pavimentos viales. Diciembre 2010.

2. **Drenaje inadecuado.** - En lugar de ser generada por desechos superficiales o por falta de componentes de percolación profunda, la existencia de agua superficial recolectada en el escenario probablemente se atribuya, en la mayoría de los casos, a la falta de mantenimiento de las obras de drenaje.

Figura 3.

Drenaje inadecuado



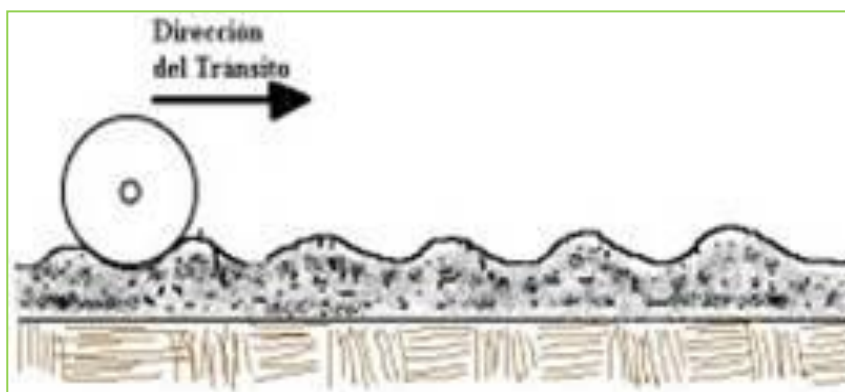
Nota: Catálogo centroamericano de daños a pavimentos viales. Diciembre 2010.

3. **Ondulaciones.** - Pueden reconocerse por las deformaciones que se producen en la superficie en movimiento, que pueden ocurrir tanto en tramos normales como cuando hay tráfico presente.

A su ubicación original contribuyeron una serie de problemas, entre ellos la continua actividad de vehículos, la falta de multas, la insuficiencia de la capacidad de carga, una mala pendiente y capas granulares de baja calidad. Estas variables fueron las responsables de su posición inicial.

Figura 4

Ondulaciones



Nota: Catálogo centroamericano de daños a pavimentos viales. Diciembre 2010.

4. **Exceso de polvo.** - La causa de este problema es que la mezcla tiene una concentración extremadamente alta de una cantidad muy pequeña del material base o capa de partículas, que se ha agotado.

Debido a la influencia que tiene el cambio en el equilibrio de la mezcla de polímeros en una variedad de factores, incluida la población, la salud y los gastos de funcionamiento y mantenimiento del vehículo, el dolor que se experimenta es el resultado de este cambio.

Figura 5

Exceso de polvo



Nota: Catálogo centroamericano de daños a pavimentos viales. Diciembre 2010.

5. **Baches.** - La causa son los factores que la acompañan: La ausencia de capas protectoras, las deficiencias en el ensamblaje de los componentes, la ausencia de partículas de lámina en la disposición de la alfombra móvil, la realización de pruebas insuficientemente minuciosas y la falta de atención a los cruces son algunos de los problemas detectados.

Figura 6

Baches

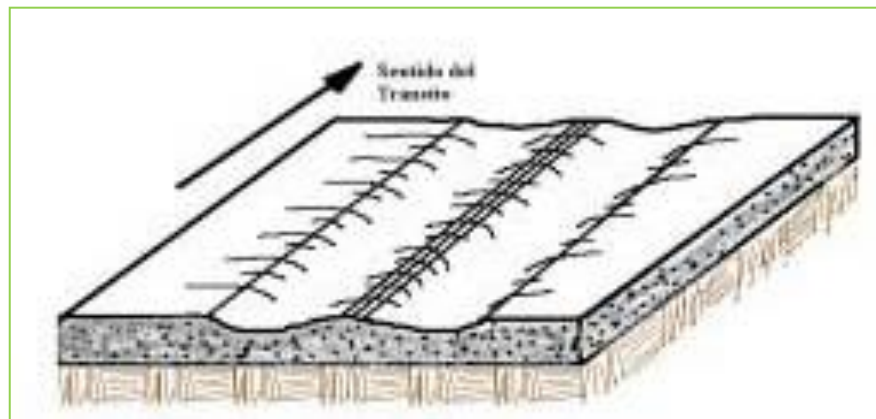


Nota: Catálogo centroamericano de daños a pavimentos viales. Diciembre 2010.

- 6. *Surcos de rueda o ahuellamientos.*** - Obstáculos como este se encuentran en una dirección paralela al eje de la carretera. Los casos en los que tienen un umbral de apoyo bajo y/o una torsión continua de la cimentación o superficie son los factores que propician su incidencia.

Figura 7

Ahuellamientos



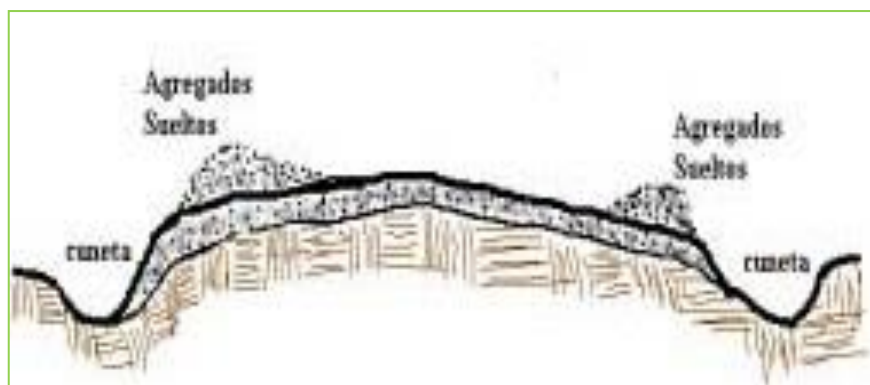
Nota: Catálogo centroamericano de daños a pavimentos viales. Diciembre 2010.

- 7. *Segregación de agregados.*** - El continuo movimiento de los automóviles por la carretera es el origen de estos ruidos. Como consecuencia de esto, el agregado

grueso cae principalmente en el borde del faldón y se coloca cerca de la ranura de la rueda. Una de las razones principales de esto es que la combinación de materiales no tiene ningún aglutinante en su composición.

Figura 8

Pérdida de agregados



Nota: Catálogo centroamericano de daños a pavimentos viales. Diciembre 2010.

Se evaluaron siete factores para determinar el estado del camino sin pavimentar. Estos factores incluyeron los siguientes: la forma del punto más alto de la carretera, el estado de la superficie de la carretera, cualquier deformación de la superficie, cualquier falla específica de la superficie, la eficiencia del sistema de drenaje de la carretera, cualquier daño causado por el medio ambiente. y cualquier señal que indique problemas futuros.

4.2. Cualidades físicas y mecánicas de las superficies de la cantera “Micaela Bastidas” de Lampa

En el transcurso de esta investigación se realizaron los siguientes análisis en el laboratorio:

- Evaluación granulométrica del suelo.
- Límites de consistencia.
- Consolidación.

- CBR.

A continuación, puede encontrar un desglose de los distintos exámenes.

1. Evaluación granulométrica del suelo de la cantera "Micaela Bastidas" de Lampa

Los datos obtenidos del ensayo se observan a detalle:

Tabla 1

Resultados del Evaluación granulométrica del suelo de la cantera "Micaela Bastidas" de Lampa

N°	Ubicación	Calicata	Características			MTC
			D ₁₀	C _u	C _c	EG – 2013 C _u
1	Cantera "M. B"	1	0.00	0.00	0.00	1 - 3
2	Cantera "M. B"	2	0.00	0.00	0.00	1 - 3
3	Cantera "M. B"	3	0.00	0.00	0.00	1 - 3
Promedio			0.00	0.00	0.00	1 - 3

Nota: Elaboración Propia.

Análisis y discusión de resultados

- Según los requerimientos, las calidades granulométricas de los suelos que se extraen de la cantera "Micaela Bastidas", en Lampa, no cumplen con los criterios que son necesarios.
- No se especifica el coeficiente de uniformidad (C_u) ni el coeficiente de seguridad, ni se define el diámetro efectivo (D₁₀). Tampoco están definidos.
- Por otro lado, el MTC sugiere que los valores sugeridos deberían estar entre 1 y 3.

2. El suelo de la cantera "Micaela Bastidas" en Lampa tiene restricciones específicas de consistencia

Los datos obtenidos de las pruebas se observan a detalle:

Tabla 2

Datos obtenidos del ensayo límites de consistencia del suelo de la cantera "Micaela Bastidas" de Lampa

N°	Ubicación	Calicata	Propiedades			MTC
			LL (W%)	LP (W%)	Ip (W%)	EG – 2013
1	Cantera "M. B"	1	32.20	20.15	11.20	< 7.00
2	Cantera "M. B"	2	36.40	23.14	10.70	< 7.00
3	Cantera "M. B"	3	31.36	24.06	10.71	< 7.00
Promedio			33.32	22.45	10.87	< 7.00

Nota: Elaboración Propia.

Análisis y discusión de resultados

- El MTC recomienda que el índice de plasticidad (Ip) se fije en un valor máximo del siete por ciento.
- El índice de plasticidad (Ip) tiene un valor medio de 10,87%, lo que muestra un nivel muy significativamente superior a la media.
- Aumentar la cantidad de suelos granulares y al mismo tiempo disminuir la cantidad de suelos finos es algo que se reconoce ampliamente como el mejor curso de acción.

3. Organización de suelos en la cantera "Micaela Bastidas" de Lampa

A continuación, se muestran los resultados de las pruebas:

Tabla 3

Datos obtenidos de clasificación de suelos de la cantera "Micaela Bastidas" de Lampa

N°	Ubicación	Calicata	Propiedades		MTC EG – 2013
			SUCS	AASHTO	
1	Cantera "M. B"	1	SC	A - 6	A – 3
2	Cantera "M. B"	2	SC	A - 6	A – 3
3	Cantera "M. B"	3	SC	A - 6	A – 3
Promedio			SC	A - 6	A – 3

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de datos obtenidos

- La clasificación del suelo recomendada por el MTC y la AASHTO es A-3.
- Los resultados de las pruebas indican que los suelos caen en la categoría SC de la clasificación SUCS y la categoría A - 6 de la clasificación AASHTO.
- Por ende, es necesario mejorar las propiedades granulométricas de la sección de suelo grueso.

4. Se realizaron pruebas de compactación en suelos obtenidos de la cantera "Micaela Bastidas" en Lampa, utilizando el método Proctor modificado

A continuación, se muestran los resultados de las pruebas:

Tabla 4

Dato obtenido del ensayo de compactación proctor modificado de los suelos de la cantera "Micaela Bastidas" de Lampa

N°	Ubicación	Calicata	Propiedades		MTC EG – 2013
			Ds (gr/cm ³)	COA (W%)	
1	Cantera "M. B"	1	1.68	9.15	1.90
2	Cantera "M. B"	2	1.75	9.61	1.90
3	Cantera "M. B"	3	1.85	9.30	1.90
Promedio			1.76	9.35	> 1.90

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- Según el MTC, el valor máximo de densidad seca debe ser superior a 1,90 gramos por centímetro cúbico.
- Debido a la abundancia de suelos finos, la densidad seca máxima (Ds) tiene un valor promedio de 1,76 g/cm³, que se encuentra en el extremo inferior del espectro.
- Como resultado del aumento del porcentaje de partículas gruesas, se puede mejorar la densidad seca máxima (Ds) del suelo de cantera.

5. Prueba de California Bearing Ratio (CBR) fue realizada en los suelos de la cantera "Micaela Bastidas" en Lampa

A continuación, se muestran los resultados de la prueba:

Tabla 5

Dato obtenido del ensayo de Relación Soporte California (CBR) de los suelos de la cantera "Micaela Bastidas" de Lampa

N°	Ubicación	Calicata	Propiedades		MTC
			CBR (95%)	CBR (100%)	EG – 2013
1	Cantera "M. B"	1	28.60	37.20	> 50.00
2	Cantera "M. B"	2	25.70	34.10	> 50.00
3	Cantera "M. B"	3	26.10	31.60	> 50.00
Promedio			26.80	34.30	> 50.00

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados.

- El MTC recomienda un valor de CBR superior al 50,00% al 100%.
- El valor medio obtenido para el CBR al 100% es del 34,30%.
- La adición de suelos gruesos puede mejorar el valor CBR.



4.3. Idea de estabilización de suelos de la cantera “Micaela Bastidas” mediante la incorporación de agregados del río Lampa

Para lograr este objetivo, el proceso de estabilización se llevará a cabo combinando suelos y agregados cumpliendo con los requisitos que se enumeran a continuación.

- Se realiza la prueba de limitaciones de consistencia.
- Implementar una versión modificada de la técnica Proctor para realizar una prueba de compactación.
- Se realiza la prueba CBR.
- La mezcla estabilizadora está compuesta por un setenta y cinco por ciento de suelos de la región "Micaela Bastidas" y un veinticinco por ciento de agregados del río Lampa. • La composición está compuesta por sesenta por ciento de suelos de la región "Micaela Bastidas" y cuarenta por ciento de agregados derivados del río Lampa.

4.3.1. Estabilización de suelos de la cantera de suelos “micaela bastidas” con adición de agregados del río lampa en proporción 75% - 25%

Para lograr estabilidad, el enfoque toma en consideración las siguientes especificaciones:

- Se considera fracción en peso el 75% de la tierra que proviene de la cantera “Micaela Bastidas”.
- Los áridos provenientes del río Lampa tienen un porcentaje en peso del veinticinco por ciento.
- Las pruebas están diseñadas para encontrar el máximo nivel de consistencia.
- Para realizar los estudios de compacidad del material se utilizó la técnica de Proctor modificada.
- Prueba CBR (CBR).

Las pruebas se describen a detalle.

1. Ensayo de límites de consistencia de mezcla de suelos de la cantera "Micaela Bastidas" y agregados del río Lampa en proporción del 75% y 25%.

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

En términos de peso, el terreno de la cantera "Micaela Bastidas" supone el 75% del peso total, mientras que el material del río Lampa supone el 25% del peso total.

Los datos obtenidos se señalan a detalle.

Tabla 6

Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de cantera "Micaela Bastidas" y agregados del río Lampa en proporción del 75% - 25% respectivamente

N°	Ubicación	Calicata	Indic. Plas. Suelo (%)	Caract. Mezcla 75% - 25%			MTC EG – 2013 (Ip)
				LL (W%)	LP (W%)	Ip (W%)	
1	Cantera "M. B"	1	10.87	32.35	21.60	10.75	< 7.00
2	Cantera "M. B"	2	10.87	30.65	24.30	6.35	< 7.00
3	Cantera "M. B"	3	10.87	30.75	21.60	9.15	< 7.00
Promedio			10.87	31.25	22.50	8.75	< 7.00

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- El MTC recomienda un índice de plasticidad inferior a 7,00%.
- El índice de plasticidad medio (Ip) del suelo estabilizado con una proporción de áridos del 75% - 25% es del 8,75%.
- El índice de plasticidad (Ip) del suelo disminuyó de 10.87% a 8.75% después de agregar 25% de agregado.

2. *Ensayo de compactación por el método Proctor modificado sobre una mezcla de suelo obtenida de la cantera "Micaela Bastidas", combinada con agregados del río Lampa en una proporción de 75% de mezcla de suelo y 25% de agregados.*

Se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- La tierra procedente de la cantera "Micaela Bastidas" constituye el 75% del peso total.
- El peso del árido procedente del río Lampa constituye el 25% del peso total.

Los datos obtenidos se señalan a detalle.

Tabla 7

Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de cantera "Micaela Bastidas" y agregados del río Lampa en proporción del 75% - 25% respectivamente

N°	Ubicación	Calicata	Ds de suelo	Ds con 25% agr	MTC
			DS (gr/cm ³)	DS (gr/cm ³)	EG – 2013 (gr/cm ³)
1	Cantera "M. B"	1	1.755	2.00	> 1.90
2	Cantera "M. B"	2	1.755	2.03	> 1.90
3	Cantera "M. B"	3	1.755	2.05	> 1.90
Promedio			1.755	2.08	> 1.90

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- El MTC recomienda que el valor máximo de densidad seca (Ds) sea superior a 1,90 gramos por centímetro cúbico.
- La densidad seca recomendada para la estabilización de suelos mediante el uso de una combinación suelo-agregado en una proporción de 75% y 25% es de 2,03 gr/cm³, que es el valor medio de la densidad seca máxima en promedio.

3. *Ensayo CBR (California Bearing Ratio) sobre una combinación de suelos obtenidos de la cantera "Micaela Bastidas" y agregados provenientes del río Lampa. La mezcla consistió en 75% de suelo y 25% de agregados.*

- Se tomaron en consideración los siguientes criterios:
- Se estima que el terreno de la cantera "Micaela Bastidas" representa el 75% del peso total, mientras que el material del río Lampa representa el 25% del peso total del material.

Los datos obtenidos se señalan a detalle.

Tabla 8

Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de cantera "Micaela Bastidas" y agregados del río lampa en proporción del 75% - 25% respectivamente

N°	Ubicación	Calicata	CBR Suelo	CBR Con 25% Ag.	MTC EG – 2013 (100%)
			CBR (100%)	CBR (100%)	
1	Cantera "M. B"	1	34.30	48.20	> 50.00
2	Cantera "M. B"	2	34.30	49.70	> 50.00
3	Cantera "M. B"	3	34.30	44.60	> 50.00
Promedio			34.30	47.50	> 50.00

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- El MTC ha aumentado el valor del CBR hasta casi el 50,00% al 100%.
- El valor medio obtenido mediante la incorporación de áridos en una proporción del 75% y 25% para la estabilización del suelo es del 47,50%, lo que representa una mejora sustancial.



4.3.2. Estabilización de suelos de la cantera de suelos “Cabanilla” con agregados del río Cabanillas en proporción 60% - 40%

En cuanto al procedimiento de estabilización, se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- En cuanto al peso del terreno, la cantera “Micaela Bastidas” supone el sesenta por ciento del total.
- Los áridos que provienen del río Lampa representan el cuarenta por ciento del peso total.
- Las pruebas están diseñadas para encontrar el máximo nivel de consistencia.
- Los experimentos utilizan una versión modificada de la técnica Proctor para compactar.
- Prueba CBR (CBR).

Las pruebas se describen a detalle:

1. Ensayo de límites de consistencia de mezcla de suelos de la cantera “Micaela Bastidas” y agregados del río Lampa en proporción del 60% y 40%.

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios

- Un total del sesenta por ciento del peso total está compuesto por la tierra que se extrajo de la cantera "Micaela Bastidas".
- El cuarenta por ciento del peso total está compuesto por el material del río Lampa.

Los datos obtenidos se señalan a detalle.

Tabla 9

Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de cantera "Micaela Bastidas" y agregados del río Lampa en proporción del 60% - 40% respectivamente

N°	Ubicación	Calicata	Indic. Plas. Suelo (%)	Caract. Mezcla 60% - 40%			MTC EG - 2013 (Ip)
				LL (W%)	LP (W%)	Ip (W%)	
1	Cantera "M. B"	1	10.87	27.30	21.60	5.70	< 7.00
2	Cantera "M. B"	2	10.87	25.70	22.10	3.60	< 7.00
3	Cantera "M. B"	3	10.87	32.80	20.89	11.91	< 7.00
Promedio			10.87	26.60	21.53	7.07	< 7.00

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- El MTC recomienda un índice de plasticidad inferior a 7,00%.
- 7,07 por ciento es el índice de plasticidad (Ip) promedio del suelo que ha sido estabilizado con una proporción agregada del sesenta por ciento al cuarenta por ciento.
- El índice de plasticidad (Ip) del suelo pasó de 10,87% a 7,07% con la adición del cuarenta por ciento de agregado del valor anterior.

2. Ensayo de compactación en Proctor modificado de mezcla de suelos de la cantera "Micaela Bastidas" y agregados del río Lampa en proporción del 60% y 40%.

Se tienen en cuenta las especificaciones:

- En peso, el material procedente del río Lampa supone el cuarenta por ciento del peso total.
- El suelo de la cantera "Micaela Bastidas" supone el sesenta por ciento del peso total.

Los datos obtenidos se señalan a detalle:

Tabla 10

Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de cantera "Micaela Bastidas" y agregados del río Lampa en proporción del 60% - 40% respectivamente

N°	Ubicación	Calicata	Ds de suelo	Ds con 25% agr	MTC
			DS (gr/cm ³)	DS (gr/cm ³)	EG – 2013 (gr/cm ³)
1	Cantera "M. B"	1	1.755	2.10	> 1.90
2	Cantera "M. B"	2	1.755	2.03	> 1.90
3	Cantera "M. B"	3	1.755	2.11	> 1.90
Promedio			1.755	2.08	> 1.90

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- El MTC recomienda que el valor máximo de densidad seca (Ds) sea superior a 1,90 gramos por centímetro cúbico. Para la estabilización del suelo se recomienda una combinación de suelo y agregado con una proporción de sesenta por ciento de suelo y cuarenta por ciento de agregado.
 - La densidad seca que se propone para esta mezcla es de doscientos ocho gramos por centímetro cúbico, que es el valor medio de la densidad seca máxima.
3. *Ensayo CBR (California Bearing Ratio) sobre una combinación de suelos obtenidos de la cantera "Micaela Bastidas" y áridos procedentes del río Lampa. La mezcla consistió en 60% de suelo y 40% de agregados%*

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios

- La tierra procedente de la cantera "Micaela Bastidas" supone el sesenta por ciento del peso total.
- El material proveniente del nacimiento del río Lampa representa el cuarenta por ciento del peso total.

Los datos obtenidos se señalan a detalle.

Tabla 11

Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de cantera "Micaela Bastidas" y agregados del río Lampa en proporción del 60% - 40% respectivamente

N°	Ubicación	Calicata	CBR Suelo	CBR Con 25% Ag.	MTC
			CBR (100%)	CBR (100%)	EG – 2013 (100%)
1	Cantera "M. B"	1	34.30	55.10	> 50.00
2	Cantera "M. B"	2	34.30	50.20	> 50.00
3	Cantera "M. B"	3	34.30	52.20	> 50.00
Promedio			34.30	52.50	> 50.00

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- El MTC ha aumentado el valor del CBR hasta casi el 50,00% al 100%.
- El valor medio alcanzado en el proceso de estabilización del suelo utilizando una mezcla de 60% y 40% de áridos es de 52,50%, lo que representa una mejora significativa.

4. *Es necesario determinar la proporción adecuada de estabilización del suelo para la cantera "Micaela Bastidas" y los agregados del río Lampa*

Para cumplir con este objetivo, se presenta a continuación una visión concisa de los diversos ensayos realizados:

Tabla 12

Resumen de datos obtenidos de ensayos del proceso de estabilización de suelos de la cantera "Micaela Bastidas" y agregados del río Lampa

N°	Caract. De suelos	Límites de consistencia	Densidad máx.	CBR
		Ip (W%)	DS (gr/cm ³)	100%
1	MTC (EG – 2013)	< 7.00	> 1.90	> 50.00
2	Suelos sin adición	10.87	1.76	34.30
3	Prop. de estab. Suelo 75% - agreg. 25%	8.75	2.03	47.50
4	Prop. de estab. Suelo 60% - agreg. 40%	7.07	2.08	52.50

Nota: Elaboración Propia.



Evaluación y discusión de resultados

- La densidad máxima seca de la roca en la cantera "Micaela Bastidas" ha aumentado de 1,76 gr/cm³ a 2,03 gr/cm³ como consecuencia de la adición de un 25% de áridos a los suelos de la cantera.
- La densidad máxima seca de los sedimentos de la cantera "Micaela Bastidas" ha aumentado de 1,76 gr/cm³ a 2,08 gr/cm³ como consecuencia de la adición del cuarenta por ciento de áridos a los suelos de la cantera.
- La adición de un 25% de áridos a los suelos de la cantera "Micaela Bastidas" ha resultado en una mejora del 100% del California Bearing Ratio (CBR) de 34,30% a 47,50%.
- La adición de un 40% de áridos a los suelos de la cantera "Micaela Bastidas" ha supuesto una mejora del 100% CBR del 34,30% al 52,50%.
- La proporción óptima para la estabilización de los suelos de la cantera "Micaela Bastidas" es de 60% suelos y 40% áridos.

4.4. Propiedades físicas y mecánicas de la cantera de suelos "Cabanilla"

Las pruebas de laboratorio que se realizaron para esta evaluación son las siguientes:

- También se incluye el análisis granulométrico del suelo.
- Hay limitaciones a la coherencia.
- Esta es una consolidación.
- Es el CBR.

El detalle de las pruebas se señala a continuación.

1. *Evaluación granulométrica del suelo de la cantera "Cabanilla".*

Los datos obtenidos del ensayo se muestran a continuación:

Tabla 13

Datos obtenidos de la Evaluación granulométrica del suelo de la cantera "Cabanilla"

N°	Ubicación	Calicata	D ₁₀	Propiedades		MTC EG – 2013 C _u
				C _u	C _c	
1	Cant. "Cabanilla"	1	0.00	0.00	0.00	1 - 3
2	Cant. "Cabanilla"	2	0.00	0.00	0.00	1 - 3
3	Cant. "Cabanilla"	3	0.00	0.00	0.00	1 - 3
Promedio			0.00	0.00	0.00	1 - 3

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- Se ha determinado que las cualidades granulométricas de los suelos obtenidos de la cantera "Cabanilla" situada en Cabanillas no cumplen con los requisitos que son necesarios.
- No se especifica el coeficiente de uniformidad (C_u) ni el coeficiente de seguridad, ni se define el diámetro efectivo (D₁₀). Tampoco están definidos.
- Por otro lado, el MTC sugiere que los valores sugeridos deberían estar entre 1 y 3.

2. Determinación de las limitaciones de consistencia del suelo de la cantera "Cabanilla"

A continuación, se muestran los resultados del ensayo:

Tabla 14

Datos obtenidos del ensayo límites de consistencia del suelo de la cantera "Cabanilla"

N°	Ubicación	Calicata	Propiedades			MTC EG – 2013
			LL (W%)	LP (W%)	Ip (W%)	
1	Cant. "Cabanilla"	1	34.60	20.15	14.45	< 7.00
2	Cant. "Cabanilla"	2	36.40	22.14	14.26	< 7.00
3	Cant. "Cabanilla"	3	34.66	21.67	12.99	< 7.00
Promedio			35.22	21.32	13.90	< 7.00

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- El MTC recomienda que el índice de plasticidad (I_p) se fije en un valor máximo del siete por ciento.
- En cuanto al índice de plasticidad (I_p), el valor promedio es de 13,90%, el cual se considera considerablemente alto.
- Se reconoce que debe reducirse la cantidad de suelos finos y aumentar la de suelos granulares.

3. Categorización del suelo en la cantera "Cabanilla"

A continuación, se muestran los resultados de las pruebas:

Tabla 15

Datos obtenidos de clasificación de suelos de la cantera "Cabanilla"

N°	Ubicación	Calicata	Propiedades		MTC
			SUCS	AASHTO	Sugerido
1	Cant. "Cabanilla"	1	GC	A - 2 - 6	A - 3
2	Cant. "Cabanilla"	2	GC	A - 2 - 6	A - 3
3	Cant. "Cabanilla"	3	GC	A - 2 - 6	A - 3
Promedio			GC	A - 2 - 6	A - 3

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- La clasificación del suelo recomendada por el MTC y la AASHTO es A - 1.
- según los resultados de los ensayos, los suelos se clasifican como pertenecientes a la categoría GC de la clasificación SUCS y categoría A - 2 - 6 de la clasificación AASHTO.
- Por lo tanto, es necesario mejorar las propiedades granulométricas de la sección de suelo grueso.

4. Se realizaron experimentos de compactación Proctor con suelos obtenidos de la cantera "Cabanilla"

A continuación, se muestran los resultados de la prueba:

Tabla 16

Dato obtenido del ensayo de compactación Proctor modificado de los suelos de la cantera "Cabanilla"

N°	Ubicación	Calicata	Propiedades		MTC
			Ds (gr/cm ³)	COA (W%)	EG – 2013 Ds
1	Cantera "M. B"	1	1.68	9.25	1.90
2	Cantera "M. B"	2	1.75	10.10	1.90
3	Cantera "M. B"	3	1.67	11.55	1.90
Promedio			1.70	10.30	> 1.90

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- Según el MTC, el valor máximo de densidad seca debe ser superior a 1,90 gramos por centímetro cúbico.
- Debido al predominio de suelos finos, la densidad seca máxima (Ds) tiene un valor promedio de 1,70 g/cm³, lo que significa que se considera baja.
- Como resultado del aumento de la cantidad de partículas gruesas, se puede mejorar la densidad seca máxima (Ds) del suelo de cantera.

5. Se ha realizado el ensayo California Bearing Ratio (CBR) en los suelos de la cantera "Cabanilla"

Los datos obtenidos de la prueba se señalan a detalle:

Tabla 17

Datos obtenidos del ensayo de Relación Soporte California (CBR) de los suelos de la cantera "Cabanilla"

N°	Ubicación	Calicata	Propiedades		MTC
			CBR (95%)	CBR (100%)	EG – 2013 CBR
1	Cantera "M. B"	1	24.60	31.50	> 50.00
2	Cantera "M. B"	2	25.70	28.30	> 50.00
3	Cantera "M. B"	3	24.70	27.20	> 50.00
Promedio			25.00	29.00	> 50.00

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- El MTC recomienda un valor de CBR superior al 50,00% al 100%.
- El valor medio obtenido para el CBR al 100% es del 29,00%.
- La adición de suelos gruesos puede mejorar el valor CBR.

4.5. Propuesta de estabilización del suelo de la cantera "Cabanilla" mediante la incorporación de rocas procedentes del río Cabanillas

Para lograr este objetivo, el proceso de estabilización incluirá la combinación de suelos y agregados de acuerdo con los requisitos que se describen a continuación.

- Se realiza la prueba de limitaciones de consistencia.
- Una versión modificada del probador de compactación Proctor.
- Prueba de Rankine para consolidación de los datos.
- El setenta y cinco por ciento de la mezcla de estabilización está compuesta por suelos de la comarca de Cabanilla, mientras que el veinticinco por ciento está formado por áridos del río Cabanillas.



4.5.1 Estabilización de suelos de la cantera de suelos “Cabanilla” con adición de agregados del río Cabanillas en proporción 75% - 25%.

A la hora de determinar la técnica de estabilización se tienen en cuenta las siguientes especificaciones:

- El setenta y cinco por ciento de la tierra que sale de la cantera "Cabanilla" está compuesta por agua.
- El veinticinco por ciento de los áridos extraídos del río Cabanillas son de fracción en peso.
- Evaluaciones para que se pueda determinar el límite de consistencia.
- Ensayos de compacidad utilizando una versión modificada del prototipo.
- Prueba CBR (CBR).

Las pruebas se observan seguidamente.

- 1. Se realizó un ensayo de límites de consistencia sobre una mezcla de suelos obtenidos de la cantera “Cabanilla” y áridos procedentes del río Cabanillas, con una composición de 75% de suelo y 25% de áridos.*

Se han tenido en cuenta los siguientes criterios

- Los terrenos de la cantera “Cabanilla” constituyen el 75% del peso total.
- La proporción en peso de áridos procedentes del río Cabanillas es del 25%.

Los resultados se muestran a continuación.



Tabla 18

Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de Cantera "Cabanilla" y agregados del río Cabanillas en proporción del 75% - 25% respectivamente

N°	Ubicación	Calicata	Indic. Plas. Suelo (%)	Caract. Mezcla 75% - 25%			MTC EG – 2013 (Ip)
				LL (W%)	LP (W%)	Ip (W%)	
1	Cantera "Cabanilla"	1	13.90	27.90	21.55	6.35	< 7.00
2	Cantera "Cabanilla"	2	13.90	29.10	20.70	8.40	< 7.00
3	Cantera "Cabanilla"	3	13.90	29.28	22.91	6.37	< 7.00
Promedio			13.90	28.76	21.72	7.04	< 7.00

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

Según las recomendaciones del MTC el índice de plasticidad debe ser inferior al 7,00%.

- El índice de plasticidad promedio (Ip) de suelos que han sido estabilizados con agregados en una proporción del 75% al 25% es de 7,04%.
- Antes de la adición de áridos, el índice de plasticidad (Ip) del suelo era de 13,90%. Este fue el valor inicial. El índice de Plasticidad, por su parte, aumentó hasta el 7,04% con la incorporación del 25% del agregado.

Se realizó un ensayo de compactación por el método Proctor modificado sobre una combinación de suelos obtenidos de la cantera "Cabanilla", combinados con áridos procedentes del río Cabanillas en una proporción de 75% de suelo y 25% de áridos

Se tienen en cuenta las especificaciones siguientes:

- El setenta y cinco por ciento del peso total lo componen las tierras que se extraen de la cantera de "Cabanilla".
- El veinticinco por ciento del peso total está compuesto por áridos que se extraen.

Los datos se señalan a detalle.

Tabla 19

Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de Cantera "Cabanilla" y agregados del río Cabanillas

N°	Ubicación	Calicata	Ds de suelo	Ds con 25% agr	MTC
			DS (gr/cm ³)	DS (gr/cm ³)	EG – 2013 (gr/cm ³)
1	Cantera "Cabanilla"	1	1.70	2.05	> 1.90
2	Cantera "Cabanilla"	2	1.70	2.15	> 1.90
3	Cantera "Cabanilla"	3	1.70	1.86	> 1.90
Promedio			1.70	2.02	> 1.90

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- El MTC recomienda un valor máximo de densidad seca (Ds) superior a 1,90 gr/cm³.
- La densidad seca sugerida para la estabilización de suelos utilizando una combinación suelo-agregado en una proporción de 75% y 25% es de 2,02 gr/cm³, que es el valor promedio de la densidad seca máxima.

2. *Se ha realizado un ensayo CBR utilizando una mezcla de suelos obtenidos de la cantera "Cabanilla" y áridos procedentes del río Cabanillas, con una relación de composición de 75% de suelo y 25% de áridos.*

Se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- La tierra procedente de la cantera de "Cabanilla" constituye el 75% del peso total.
- La proporción en peso de áridos procedentes del río Cabanillas es del 25%.

Los datos obtenidos se señalan a detalle:

Tabla 20

Datos obtenidos del CBR en mezcla de suelos de cantera "Cabanilla" y agregados del río Cabanillas en proporción Del 75% y 25%

N°	Ubicación	Calicata	CBR Suelo	CBR Con 25% Ag.	MTC
			CBR (100%)	CBR (100%)	EG – 2013 (100%)
1	Cantera "Cabanilla"	1	29.00	48.60	> 50.00
2	Cantera "Cabanilla"	2	29.00	49.10	> 50.00
3	Cantera "Cabanilla"	3	29.00	48.70	> 50.00
Promedio			29.00	48.80	> 50.00

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- El MTC ha aumentado el valor del CBR por encima del 50,00% al 100%.
- El valor medio alcanzado en el proceso de estabilización de suelos con la incorporación de áridos en una proporción del 75% y 25% es del 48,80%, lo que supone una mejora significativa.

4.5.2 Para su estabilización se mezclarán suelos procedentes de la cantera "Cabanilla" y áridos del río Cabanillas en una proporción de 60% y 40%.

En cuanto al procedimiento de estabilización, se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- Existe un sesenta por ciento en peso de tierra que procede de la cantera "Cabanilla".
- El cuarenta por ciento de los áridos proceden del río Cabanillas, medido en peso.
- Estas pruebas, conocidas como pruebas de límite de consistencia, están diseñadas para identificar la mayor cantidad de deformación que un material puede soportar sin dejar de conservar su integridad estructural.
- Ensayos de compactación realizados por el método Proctor modificado.

- Ensayo CBR.

Las pruebas se señalan seguidamente.

1. Ensayo de límites de consistencia de mezcla de suelos de la cantera "Cabanilla" y agregados del río Cabanillas en proporción del 60% y 40%.

Se tienen en cuenta las siguientes bases:

- Proporción del suelo de la cantera "Cabanilla" en el 60% en peso.
- Proporción de agregado del río Cabanillas es del 40% en peso.

Los datos obtenidos se señalan seguidamente:

Tabla 21

Datos obtenidos de estabilización por mezcla de suelo de cantera "Cabanilla" y agregados del río Cabanillas en proporción del 60% - 40% respectivamente

N°	Ubicación	Calicata	Indic. Plas. Suelo (%)	Caract. Mezcla 60% - 40%			MTC EG – 2013 (Ip)
				LL (W%)	LP (W%)	Ip (W%)	
1	Cantera "Cabanilla"	1	13.90	27.10	21.30	5.80	< 7.00
2	Cantera "Cabanilla"	2	13.90	26.40	22.10	4.30	< 7.00
3	Cantera "Cabanilla"	3	13.90	29.90	21.10	8.80	< 7.00
Promedio			13.90	27.80	21.50	6.30	< 7.00

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- El MTC recomienda un índice de plasticidad inferior a 7,00%.
- El índice de plasticidad medio (Ip) del suelo estabilizado utilizando una relación 60% - 40% de áridos es de 6,30%.
- El Índice de Plasticidad (Ip) del suelo aumentó de 13.90% a 6.30% después de agregar 40% de agregados.



2. *Se ha realizado un ensayo de compactación por el método Proctor modificado sobre una combinación de suelo obtenido de la cantera "Cabanilla" y áridos procedentes del río Cabanillas, en una proporción de 60% de suelo y 40% de áridos.*

Se han tenido en cuenta los siguientes criterios

- El 60% del peso total lo componen las tierras que se extraen de la cantera de "Cabanilla".
- El 40% del peso total está compuesto por áridos que se extraen del río Cabanillas.

Los datos obtenidos se señalan seguidamente:

Tabla 22

Datos obtenidos de compactación en Proctor modificado de mezcla de suelos de cantera "Cabanilla" y agregados del río Cabanillas en proporción del 60% - 40%

N°	Ubicación	Calicata	Ds de suelo	Ds con 25% agr	MTC
			DS (gr/cm ³)	DS (gr/cm ³)	EG – 2013 (gr/cm ³)
1	Cantera "Cabanilla"	1	1.70	2.00	> 1.90
2	Cantera "Cabanilla"	2	1.70	2.03	> 1.90
3	Cantera "Cabanilla"	3	1.70	2.10	> 1.90
Promedio			1.70	2.05	> 1.90

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- El MTC recomienda que el valor máximo de densidad seca (Ds) sea superior a 1,90 gramos por centímetro cúbico.
- Para efectos de estabilización de suelos, la densidad seca recomendada es de 2,05 gr/cm³, que es el valor promedio de la densidad seca máxima. Esto

se debe a que la combinación suelo-agregado que se utiliza tiene una proporción de 60% y 40%.

3. Se ha realizado un ensayo CBR utilizando una mezcla de suelos obtenidos de la cantera "Cabanilla" y áridos procedentes del río Cabanillas, con una proporción de 60% de suelo y 40% de áridos.

Se han tenido en cuenta los siguientes criterios

- Los terrenos de la cantera "Cabanilla" constituyen el 60% del peso total.
- La proporción en peso de áridos procedentes del río Cabanillas es del 40%.

Los datos obtenidos se señalan a continuación.

Tabla 23

Datos obtenidos del CBR en mezcla de suelos de cantera "Cabanilla" y agregados del río Cabanillas en proporción del 60% y 40%

N°	Ubicación	Calicata	CBR Suelo	CBR Con 25% Ag.	MTC EG – 2013 (100%)
			CBR (100%)	CBR (100%)	
1	Cantera "Cabanilla"	1	29.00	54.90	> 50.00
2	Cantera "Cabanilla"	2	29.00	53.70	> 50.00
3	Cantera "Cabanilla"	3	29.00	53.70	> 50.00
Promedio			29.00	54.10	> 50.00

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- El MTC ha aumentado el valor del CBR hasta casi el 50,00% al 100%.
- El valor medio conseguido en la estabilización de suelos con la adición de áridos en una proporción del 60% y 40% es del 54,10%, lo que supone una mejora importante.

4. *Se seleccionará la proporción adecuada de materiales de estabilización de suelos procedentes de la cantera "Cabanilla" y áridos procedentes del río "Cabanillas".*

Para cumplir este objetivo, se presenta a continuación una visión concisa de los distintos experimentos realizados:

Tabla 24

Resumen de datos obtenidos de ensayos del proceso de estabilización de suelos de la cantera "Cabanilla" y agregados del río "Cabanillas"

N°	Caract. De suelos	Límites de consistencia	Densidad máx.	CBR
		Ip (W%)	DS (gr/cm ³)	100%
1	MTC (EG – 2013)	< 7.00	> 1.90	> 50.00
2	Suelos sin adición	13.90	1.70	28.95
3	Prop. de estab. Suelo 75% - agreg. 25%	7.04	2.02	48.80
4	Prop. de estab. Suelo 60% - agreg. 40%	6.30	2.05	54.10

Nota: Elaboración Propia.

Evaluación y discusión de resultados

- La densidad máxima seca de la roca en la cantera "Cabanilla" ha aumentado de 1,70 gr/cm³ a 2,02 gr/cm³ como consecuencia de la adición de un 25% de áridos a los suelos de la cantera.
- Se ha producido un aumento de la densidad seca máxima (de 1,70 gr/cm³ a 2,05 gr/cm³) como consecuencia de la incorporación del cuarenta por ciento de áridos a los suelos de la cantera de "Cabanilla".
- Se logró un aumento del cien por ciento en el California Bearing Ratio (CBR) de 28.95% a 48.80% como consecuencia de la incorporación de un 25% de agregado a los suelos de la cantera "Cabanilla".
- La incorporación del cuarenta por ciento de áridos a los suelos de la cantera de "Cabanilla" ha supuesto un incremento del California Bearing Ratio



(CBR) del cien por cien, que ha pasado del veintinueve punto nueve por ciento a los cincuenta y cuatro puntos diez por ciento.

- Se ha determinado que el mejor porcentaje para la estabilización de los suelos en la cantera "Cabanilla" es el sesenta por ciento de suelos y el cuarenta por ciento de áridos.



CONCLUSIONES

Primera.- Las pruebas de laboratorio realizadas en las canteras seleccionadas revelaron las siguientes características físicas y mecánicas: - La cantera de suelo "Micaela Bastidas" presentaba una pobre gradación en su evaluación granulométrica. Presentaba un índice de plasticidad (Ip) de 10,87%, lo que la clasificaba como A - 6 según la clasificación de suelos de la AASHTO. La densidad seca máxima (Ds) se midió en 1,76 gr/cm³ y el CBR al 100% se determinó en 34,30%. - El suelo de cantera "Cabanilla" también presentó mala gradación en su evaluación granulométrica. Presentó un índice de plasticidad (Ip) de 13,90% y fue clasificado como A - 2 - 56 según la clasificación de suelos AASHTO. La densidad seca máxima se midió en 1,70 gr/cm³ y el CBR al 100% se determinó en 29,00%. Según los resultados de las pruebas, es evidente que los suelos en su estado original no son aconsejables y requieren mejoras si se quieren utilizar.

Segunda.- Las pruebas de laboratorio de la cantera de áridos seleccionada revelaron los siguientes resultados sobre sus cualidades mecánicas, incluidos el desgaste y la resistencia: Todos los agregados provenientes de la cantera del río Lampa tienen las siguientes características: un peso específico másico de 2.65, una absorción de 1.3%, una humedad de 7.50 por ciento, una resistencia de 63.00 por ciento y una tasa de desgaste de 37.00 por ciento. Un peso específico de 2,68, una absorción de 2,10%, una humedad de 8,30%, una resistencia de 65,00% y una tasa de desgaste de 35,00% son las características de los áridos que se compran en la cantera del Río Cabanillas. Tanto los áridos del río Lampa como los del río Cabanillas resultaron ser de alta ley, tal y como demuestran los resultados de las pruebas.



Tercera.- Los suelos de cantera con una alta concentración de partículas finas pueden estabilizarse añadiendo áridos en proporciones específicas. Se ensayaron diferentes proporciones para la estabilización de suelos en la cantera "Micaela Bastidas" utilizando áridos de la cantera del río "Lampa". El objetivo de estas pruebas era identificar qué porcentaje era el más beneficioso. Se empleó una proporción de 75% de suelo y 25% de agregado, mientras que se usó otra proporción de 60% de suelo y 40% de agregado. Se descubrió que la proporción de sesenta por ciento de suelo y cuarenta por ciento de agregados producía las cualidades mecánicas óptimas. Del mismo modo, en la cantera "Cabanilla", la estabilización del suelo se llevó a cabo utilizando áridos procedentes de la cantera fluvial "Cabanillas". Se ensayaron dos proporciones: 75% suelo - 25% áridos y 60% suelo - 40% áridos. Una vez más, la relación 60% suelo - 40% áridos resultó con las mejores características mecánicas.



RECOMENDACIONES

- Primera.** - Para efectos de determinar las cualidades físicas y mecánicas de los suelos, se requiere que las instalaciones autorizadas realicen pruebas de laboratorio.
- Segunda.** - Es importante realizar ensayos de laboratorio en instalaciones certificadas para determinar las propiedades físicas, la durabilidad y la resistencia a la abrasión de los áridos.
- Tercera.** - Es imperativo controlar sistemáticamente la calidad de los suelos y los áridos durante todo el proceso de estabilización del firme en la construcción de carreteras sin pavimentar.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Añón, L., Beviá, J. F. (2000), *Manual de Carreteras vol. 2: Construcción y Mantenimiento*, Edición. Enrique Ortiz e Hijos.
- Botasso, H. Fensel, E. Ricci, L. (2003). *Estabilizantes iónicos de suelos para la construcción*. Centro de Investigaciones Viales, edit. LEMaC, UTN. La Plata, Argentina.
- Bowles, Joseph. 1982. *Propiedades Geofísicas de los Suelos*. Capítulo 2, Mc.Graw-Hill, Colombia.
- Dirección General De Caminos y Ferrocarriles. (DGCF). (2004). *Norma Técnica de estabilizadores químicos*. Edit. DGC. Lima, Perú.
- Hernández, R. (2007). *Estabilizantes Enzima*, edic. UA. Mérida, Venezuela.
- Jiménez Salas. T. (1975) "*Geotecnia y Cimientos*" Tomos: I, II y III. Edición. Rueda. Madrid.
- Juárez Badillo y Rico Rodríguez "*Mecánica*" de Suelos" (Tomo I).
- López, T. Hernández, J. Horta, J. Coronado, A. Castaño, V. (2010). *Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas*. Edit. UAQ. México.
- Ministerio De Fomento (2004) *Recomendaciones para el Proyecto y Construcción del Drenaje Subterráneo en Obras de Carretera*.
- Ministerio De Obras Públicas.1987. *Estudio de Suelos y Materiales de las Carreteras*. Puerto Salgar-Puerto Boyacá.
- Navarro, J., Jonte, M.A., y Castro, E. (1996) *Emisión de Sedimentos en Taludes de Carreteras. Impactos sobre las Aguas, en Libro de Actas del I Congreso Regional del Agua. Junta de Castilla y León, Confederación*. Hidrográfica del Duero, Iberdrola. Valladolid.



- P.K., Robertson. *Clasificación de suelos usando la prueba de penetración estándar del cono holandés eléctrico.*
- Peek, Ralph, E. Hanson, Walter y H. Thornburn, Thomas. 1982. *Ingeniería de Cimentaciones*, Capítulo I, Limusa México.
- Quinche, W. Caraguay, W. Cartuche, A. Zúñiga, A. Serrano, R. (2008). *Estabilización de suelos para su uso en vías terrestres*. Edit. UTPL. Ecuador.
- Rico, Alfonso y Del Castillo, H. (1990) *La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres*, Tomo 1, Obras Complementarias de Drenaje.
- Rico, Alfonso y Del Castillo, H. (1990) *La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres*, Tomo 2, Obras Complementarias de Drenaje.
- Terzaghi y Peck. (1978) "*Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica*" Edición. "El Ateneo". Bs.As. Segunda Edición.
- Torrente, M. Sagües, L. (1974). *Estabilización de suelos – suelo/cemento*. Barcelona, España.



ANEXOS



Anexo 1: Matriz de Consistencia

TITULO: ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA – LAMPA DE LA REGIÓN PUNO

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿Cómo será el proceso de estabilización por combinación de suelos con fines de diseño de superficie afirmada de la carretera Cabanilla – Lampa de la Región Puno?</p>	<p>OBJETIVOS GENERAL: Desarrollar la estabilización por combinación de suelos con fines de diseño de superficie afirmada de la carretera Cabanilla – Lampa de la Región Puno</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL: El firme de la vía que une Cabanilla y Lampa será estabilizado mediante el uso de una tecnología adecuada que involucra la combinación de suelos y áridos. De esta manera se asegurará la conformidad con los resultados requeridos, de acuerdo con los requisitos de Métodos de la norma EG – 2013.</p>	<p>CARACTERISTICA: Características de suelos y agregados de canteras</p>	<p>TECNICA E INDICADORES:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Características físicas y mecánicas de los suelos cantera “Micaela Bastidas” y “Cabanilla” ➤ Características físicas, resistencia y desgaste de agregados río “Cabanillas” y “Lampa” ➤ Diseño del afirmado de la carretera Cabanilla – Lampa 	<p>LINEA DE INVESTIGACION: Tecnología de la construcción – P17</p> <p>CAMPO TEMATICO: Carreteras</p> <p>TIPO DE INVESTIGACION: Cuantitativo</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACION: Experimental</p>
<p>PROBLEMAS ESPECIFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la cantera Micaela Bastidas y Cabanilla, con aplicación de la norma EG – 2013 del Ministerio de Transporte y Comunicaciones? 2. ¿Cómo son las características mecánicas de desgaste y resistencia de los agregados del río “Lampa” y río “Cabanilla”? 3. ¿Cuál será la combinación de suelos para su estabilización con fines de diseño de superficie afirmada de la carretera Cabanilla – Lampa? 	<p>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar las características físicas y mecánicas del suelo en la cantera “Micaela Bastidas” y “Cabanilla”, con aplicación de la norma EG – 2013 del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2. Determinar las características mecánicas de desgaste y resistencia de los agregados del río “Lampa” y río “Cabanilla”. 3. Determinar la combinación de suelos para su estabilización con fines de diseño de superficie afirmada de la carretera Cabanilla – Lampa. 	<p>HIPOTESIS ESPECIFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Los suelos de las canteras “Micaela Bastidas” y “Cabanilla” tienen propiedades físicas y mecánicas que se encuentran dentro de las especificaciones de normas con métodos delineadas en la norma EG – 2013. 2. Los áridos de los ríos “Lampa” y “Cabanilla” deberán cumplir las normas en cuanto a sus cualidades mecánicas, entre las que se incluye la resistencia al desgaste y al desgaste. Métodos que se describen en la norma EG – 2013. 3. La estabilización del firme de la carretera Cabanilla – Lampa consistirá en la combinación de suelos de cantera y áridos mediante una metodología adecuada. Este proceso tiene como objetivo lograr resultados específicos que cumplan con las especificaciones Métodos señaladas en la norma EG – 2013 	<p>INTERES: Superficie afirmada</p>	<p>INSTRUMENTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Norma EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Equipos de laboratorio 	<p>POBLACION: materiales extruidos de la cantera de Micaela Bastidas, la cantera de Cabanilla y del Río Lampa para carreteras sin pavimentar de la Región de Puno.</p> <p>MUESTRA: Los suelos granulares de la cantera de Micaela Bastidas, la cantera de Cabanilla y del río Lampa en la Carretera Cabanilla – Lampa.</p>



Anexo 2: Ensayos 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

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO

SOLICITANTE : Bach. JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO

MUESTRA : CANTERA MICAELA BASTIDAS - M-1

UBICACIÓN : CARRETERA CABANILLA - LAMPA

LUGAR : DISTRITO DE CABANILLAS - PROVINCIA DE LAMPA - REGIÓN PUNO

FECHA : 08 DE ABRIL DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	251.30
SUELO SECO + TARRO	gr	235.60
PESO DEL TARRO	gr	18.60
PESO DEL AGUA	gr	15.70
PESO DEL SUELO SECO	gr	217.00
HUMEDAD %	%	7.24

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
TARRO N°		A	B	1	2
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	37.11	34.63	17.10	16.55
SUELO SECO + TARRO	gr	30.20	28.30	15.71	15.18
PESO DEL TARRO	gr	8.65	8.91	8.63	8.55
PESO DEL AGUA	gr	6.91	6.33	1.39	1.37
PESO DEL SUELO SECO	gr	21.55	19.39	7.08	6.63
HUMEDAD %	%	32.06	32.65	19.63	20.66
N° DE GOLPES		24	24		

LÍMITE LÍQUIDO % :	32.20	LÍMITE PLÁSTICO % :	20.15
---------------------------	--------------	----------------------------	--------------

ÍNDICE PLÁSTICO % : **12.05**

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

UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL

MIGUEL ARNALDO YANATORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00297437



TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO

SOLICITANTE : Bach. JOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO

MUESTRA : CANTERA MICAELA BASTIDAS - M-2

UBICACIÓN : CARRETERA CABANILLA - LAMPA

LUGAR : DISTRITO DE CABANILLAS - PROVINCIA DE LAMPA - REGIÓN PUNO

FECHA : 08 DE ABRIL DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	156.30
SUELO SECO + TARRO	gr	145.50
PESO DEL TARRO	gr	15.00
PESO DEL AGUA	gr	10.80
PESO DEL SUELO SECO	gr	130.50
HUMEDAD %	%	8.28

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LIQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARRO N°		C	D	3	4	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	38.46	37.98	16.95	16.88	
SUELO SECO + TARRO	gr	31.55	29.17	15.15	15.28	
PESO DEL TARRO	gr	8.70	8.88	8.60	8.70	
PESO DEL AGUA	gr	6.91	8.81	1.80	1.60	
PESO DEL SUELO SECO	gr	22.85	20.29	6.55	6.58	
HUMEDAD %	%	30.24	43.42	27.48	24.32	
N° DE GOLPES		25	25			
LÍMITE LIQUIDO %		36.83		LÍMITE PLÁSTICO %		25.90
ÍNDICE PLÁSTICO %			10.93			

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

UANCV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO
 M.S.C.A.
 JEFATURA
 JULIANA

Mgtr. ARNALDO YANATORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00297437



TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO

SOLICITANTE : Bach. JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO

MUESTRA : CANTERA MICAELA BASTIDAS - M-3

UBICACIÓN : CARRETERA CABANILLA - LAMPA

LUGAR : DISTRITO DE CABANILLAS - PROVINCIA DE LAMPA - REGIÓN PUNO

FECHA : 08 DE ABRIL DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	180.60
SUELO SECO + TARRO	gr	168.70
PESO DEL TARRO	gr	20.30
PESO DEL AGUA	gr	11.90
PESO DEL SUELO SECO	gr	148.40
HUMEDAD %	%	8.02

LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
TARRO N°		E	F	5	6
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	37.01	36.07	16.62	16.25
SUELO SECO + TARRO	gr	30.60	28.67	15.08	14.88
PESO DEL TARRO	gr	8.50	8.45	8.20	8.10
PESO DEL AGUA	gr	6.41	7.40	1.54	1.37
PESO DEL SUELO SECO	gr	22.10	20.22	6.88	6.78
HUMEDAD %	%	29.00	36.60	22.38	20.21
N° DE GOLPES		20	20		
LÍMITE LÍQUIDO %		31.93	LÍMITE PLÁSTICO %	21.30	
ÍNDICE PLÁSTICO %		10.63			

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

UANCV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 Ing. ARNALDO YANA TORRES
 CIF 103257

B. N° 006-00297437



TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO

SOLICITANTE : Bach. JOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO

MUESTRA : 60% CANTERA MICAELA BASTIDAS - 40% AGREGADO RIO LAMPA - M-1

UBICACIÓN : CARRETERA CABANILLA - LAMPA

LUGAR : DISTRITO DE CABANILLAS - PROVINCIA DE LAMPA - REGIÓN PUNO

FECHA : 08 DE ABRIL DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	231.50
SUELO SECO + TARRO	gr	210.30
PESO DEL TARRO	gr	17.50
PESO DEL AGUA	gr	21.20
PESO DEL SUELO SECO	gr	192.80
HUMEDAD %	%	11.00

LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LÍQUIDO			
TARRO N°		Q	W
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	36.56	33.91
SUELO SECO + TARRO	gr	30.28	28.41
PESO DEL TARRO	gr	8.00	8.10
PESO DEL AGUA	gr	6.28	5.50
PESO DEL SUELO SECO	gr	22.28	20.31
HUMEDAD %	%	28.19	27.08
N° DE GOLPES		22	22

LÍMITE PLÁSTICO	
1	2
17.29	16.59
15.71	15.18
8.61	8.54
1.58	1.41
7.10	6.64
22.25	21.23

LÍMITE LÍQUIDO % : 27.21 **LÍMITE PLÁSTICO %** : 21.74

ÍNDICE PLÁSTICO % : 05.47

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

UANCV - FICP
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00297437



TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO

SOLICITANTE : Bach. JOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO

MUESTRA : 60% CANTERA MICAELA BASTIDAS - 40% AGREGADO RIO LAMPA - M-2

UBICACIÓN : CARRETERA CABANILLA - LAMPA

LUGAR : DISTRITO DE CABANILLAS - PROVINCIA DE LAMPA - REGIÓN PUNO

FECHA : 08 DE ABRIL DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	180.10
SUELO SECO + TARRO	gr	165.30
PESO DEL TARRO	gr	14.97
PESO DEL AGUA	gr	14.80
PESO DEL SUELO SECO	gr	150.33
HUMEDAD %	%	9.85

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
TARRO N°		E	R	3	4
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	35.11	36.00	18.60	17.98
SUELO SECO + TARRO	gr	31.02	29.23	16.15	17.02
PESO DEL TARRO	gr	8.50	8.55	8.50	8.48
PESO DEL AGUA	gr	4.09	6.77	2.45	0.96
PESO DEL SUELO SECO	gr	22.52	20.68	7.65	8.54
HUMEDAD %	%	18.16	32.74	32.03	11.24
N° DE GOLPES		24	24		

LÍMITE LIQUIDO % : **25.32** **LÍMITE PLÁSTICO %** : **21.63**

ÍNDICE PLÁSTICO % : **03.69**

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

UANCV / FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00297437



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

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO

SOLICITANTE : Bach. JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO

MUESTRA : 60% CANTERA MICAELA BASTIDAS - 40% AGREGADO RIO LAMPA - M-3

UBICACIÓN : CARRETERA CABANILLA - LAMPA

LUGAR : DISTRITO DE CABANILLAS - PROVINCIA DE LAMPA - REGIÓN PUNO

FECHA : 08 DE ABRIL DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	140.30
SUELO SECO + TARRO	gr	129.47
PESO DEL TARRO	gr	15.80
PESO DEL AGUA	gr	10.83
PESO DEL SUELO SECO	gr	113.67
HUMEDAD %	%	9.53

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LIQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
TARRO N°		T	Y	5	6
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	37.08	36.11	16.67	16.19
SUELO SECO + TARRO	gr	30.58	28.71	15.15	14.92
PESO DEL TARRO	gr	8.53	8.48	8.19	8.08
PESO DEL AGUA	gr	6.50	7.40	1.52	1.27
PESO DEL SUELO SECO	gr	22.05	20.23	6.96	6.84
HUMEDAD %	%	29.48	36.58	21.84	18.57
N° DE GOLPES		20	20		

LÍMITE LIQUIDO % : 32.15 **LÍMITE PLÁSTICO %** : 20.20

ÍNDICE PLÁSTICO % : 11.95

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

UANCY - FIGP
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 JEFATURA
 Mgtr. ARNALDO YANATORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00297437



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO

SOLICITANTE : Bach. JOHEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO

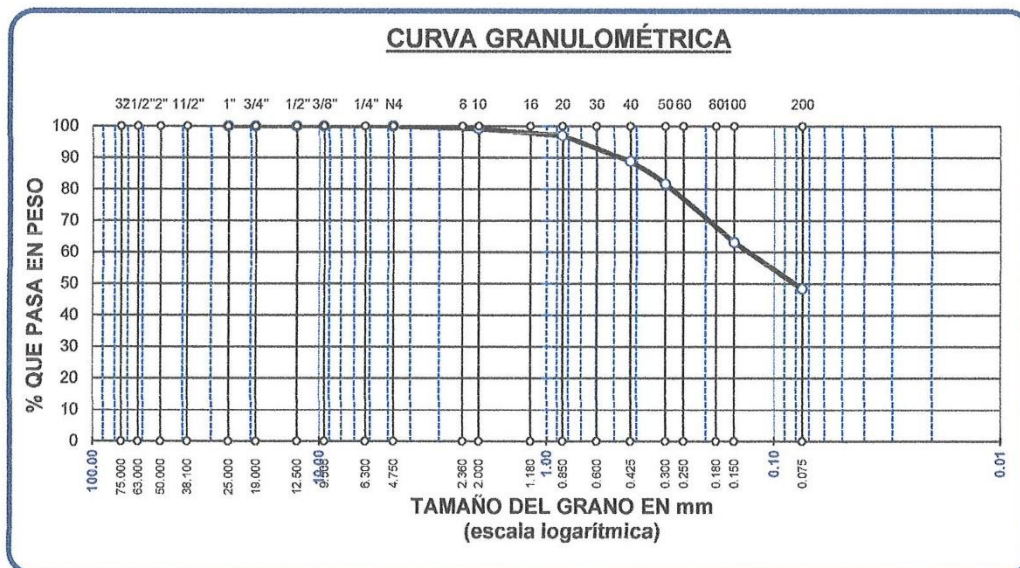
MUESTRA : CANTERA MICAELA BASTIDAS - M-1

UBICACIÓN : CARRETERA CABANILLA - LAMPA

LUGAR : DISTRITO DE CABANILLAS - PROVINCIA DE LAMPA - REGIÓN PUNO

FECHA : 08 DE ABRIL DEL 2024

TAMICES ASTM	ABER. mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000					P.I.= 200.00
2 1/2"	63.000					P.L.= 103.32
2"	50.000					P.P.= 96.68
1 1/2"	38.100					% W = 7.24
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	L.L.= 32.20
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L.P.= 20.15
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	I.P.= 12.05
1/4"	6.300					CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	D10= ---- Cu= ----
No8	2.360					D30= ---- Cc= ----
No10	2.000	1.66	0.83	0.83	99.17	D60= 0.13
No16	1.180					CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	4.26	2.13	2.96	97.04	SUCS : SC
No30	0.600					ASSTHO : A-6
No40	0.425	16.48	8.24	11.20	88.80	OBSERVACIONES:
No50	0.300	14.27	7.14	18.34	81.67	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	37.10	18.55	36.89	63.12	
No200	0.075	29.55	14.78	51.66	48.34	
BASE		96.68	48.34	100.00	0.00	
TOTAL		200.00	100.00			
% PERDIDA		48.34				



UANCV - FICP
 DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO
 M.S.C.A.
 DE INVESTIGACIÓN
 JULIACA

Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00297437



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO

SOLICITANTE : Bach. JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO

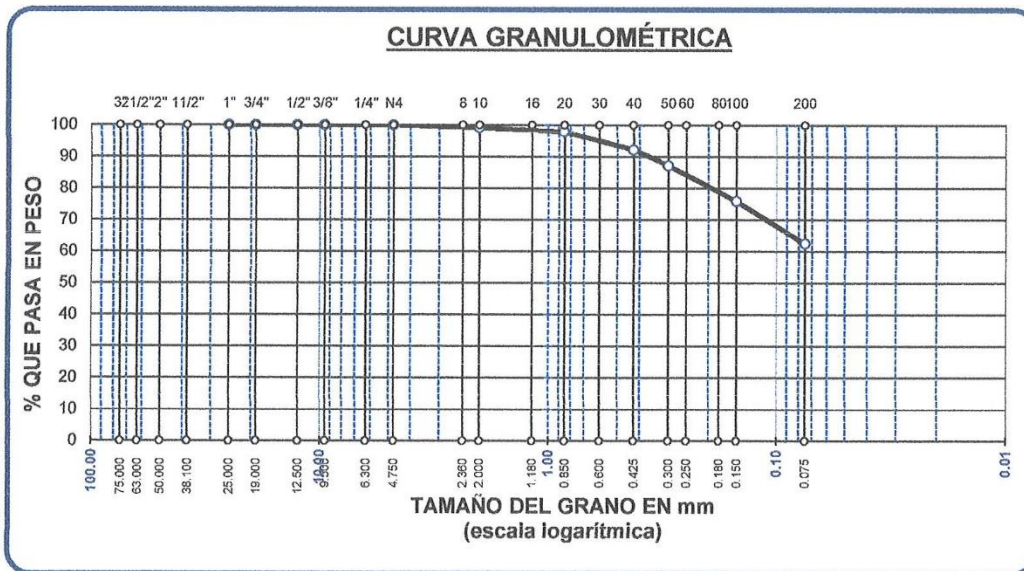
MUESTRA : CANTERA MICAELA BASTIDAS - M-2

UBICACIÓN : CARRETERA CABANILLA - LAMPA

LUGAR : DISTRITO DE CABANILLAS - PROVINCIA DE LAMPA - REGIÓN PUNO

FECHA : 08 DE ABRIL DEL 2024

TAMICES ASTM	ABER. mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000					P.I.= 250.00
2 1/2"	63.000					P.L.= 93.91
2"	50.000					P.P.= 156.09
1 1/2"	38.100					% W= 8.28
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	L.L.= 36.83
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L.P.= 25.90
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	I.P.= 10.93
1/4"	6.300					CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	D10= ---- Cu= ----
No8	2.360					D30= ---- Cc= ----
No10	2.000	2.10	0.84	0.84	99.16	D60= ----
No16	1.180					CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	3.18	1.27	2.11	97.89	SUCS : SC
No30	0.600					ASSTHO : A-6
No40	0.425	14.25	5.70	7.81	92.19	OBSERVACIONES:
No 50	0.300	12.66	5.06	12.88	87.12	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	28.10	11.24	24.12	75.88	
No200	0.075	33.62	13.45	37.56	62.44	
BASE		156.09	62.44	100.00	0.00	
TOTAL		250.00	100.00			
% PERDIDA		62.44				



UANCY - FICP
 CIP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 Mgr. ARNALDO YANATORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00297437



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO

SOLICITANTE : Bach. JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO

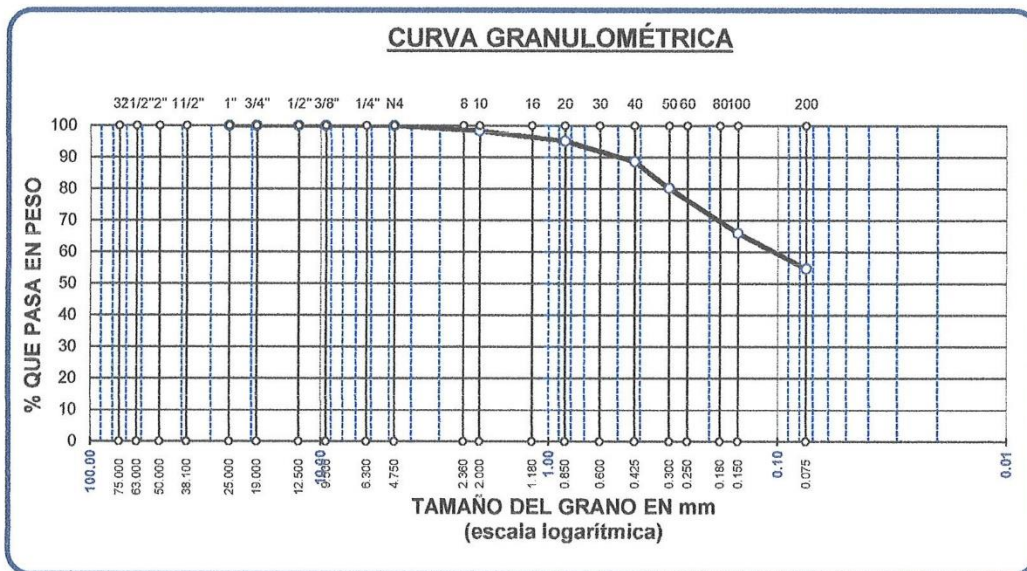
MUESTRA : CANTERA MICAELA BASTIDAS - M-3

UBICACIÓN : CARRETERA CABANILLA - LAMPA

LUGAR : DISTRITO DE CABANILLAS - PROVINCIA DE LAMPA - REGIÓN PUNO

FECHA : 08 DE ABRIL DEL 2024

TAMICES ASTM	ABER. mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000					P.I.= 250.00
2 1/2"	63.000					P.L.= 113.23
2"	50.000					P.P.= 136.77
1 1/2"	38.100					% W = 8.02
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	L.L.= 31.93
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L.P.= 21.30
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	I.P.= 10.63
1/4"	6.300					CHARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	D10= --- Cu= ---
No8	2.360					D30= --- Cc= ---
No10	2.000	4.15	1.66	1.66	98.34	D60= 0.11
No16	1.180					CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	8.11	3.24	4.90	95.10	I.G. = :
No30	0.600					SUCS : SC
No40	0.425	16.17	6.47	11.37	88.63	ASSTHO : A-6
No 50	0.300	21.10	8.44	19.81	80.19	OBSERVACIONES:
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	35.60	14.24	34.05	65.95	
No200	0.075	28.10	11.24	45.29	54.71	
BASE		136.77	54.71	100.00	0.00	
TOTAL		250.00	100.00			
% PERDIDA		54.71				



UANCV - FICP
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C. JEFATURA
 Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00297437



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

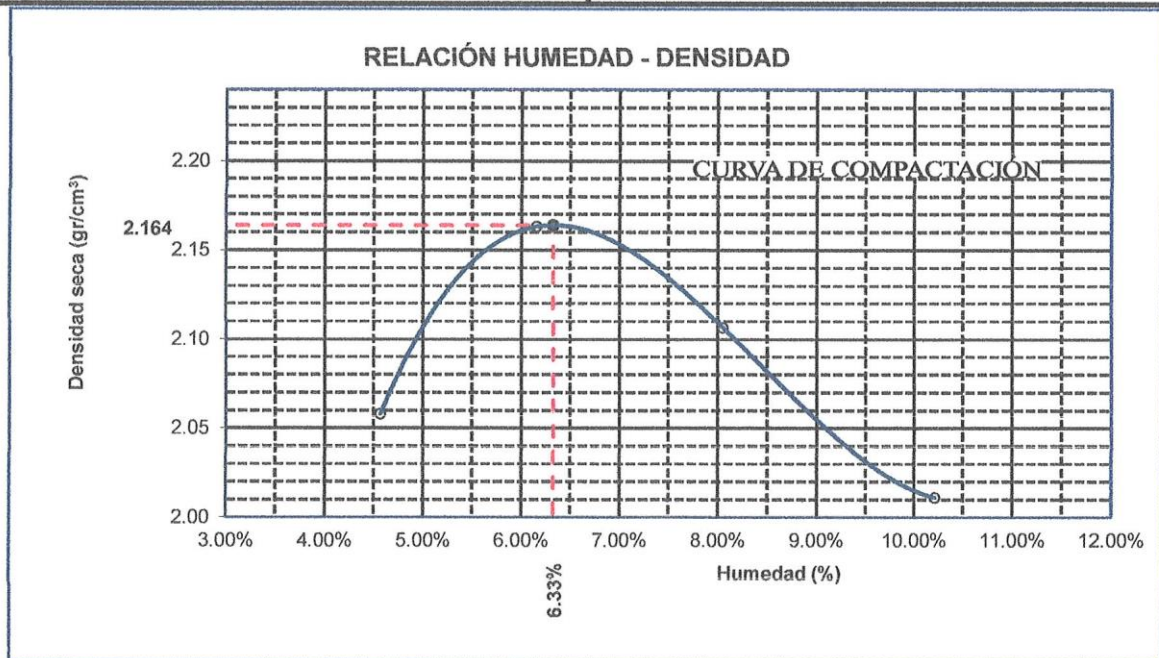
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO
SOLICITANTE	: Bach. JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO
MUESTRA	: TERRENO NATURAL
UBICACIÓN	: CARRETERA CABANILLA - LAMPA
LUGAR	: DISTRITO DE CABANILLA - PROVINCIA DE LAMPA - REGIÓN PUNO
FECHA	: 02 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2079 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10403	10703	10661	10537
Peso del Molde	gr.	5929	5929	5929	5929
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4474	4774	4732	4608
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2.152	2.296	2.276	2.216

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	287.17	295.22	283.47	272.32	285.22	284.44	274.63	268.13
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	277.32	284.03	270.80	258.65	265.82	269.20	255.14	246.44
Peso del Agua	gr.	9.85	11.19	12.67	13.67	19.40	15.24	19.49	21.69
Peso de la Capsula	gr.	50.10	51.12	50.48	50.20	52.01	52.55	48.65	49.06
Peso del Suelo Seco	gr.	227.22	232.91	220.32	208.45	213.81	216.65	206.49	197.38
% de Humedad	%	4.34%	4.80%	5.75%	6.56%	9.07%	7.03%	9.44%	10.99%
Promedio de Humedad	%	4.57%		6.15%		8.05%		10.21%	
Densidad del Suelo Seco	%	2.058		2.163		2.106		2.011	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	2.164 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	6.33%



UANCY - FIOP
INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.
JEFATURA
MAYACA-2000
Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

B. N° 006-00297437



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



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO
SOLICITANTE	: Bach. JOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO
MUESTRA	: TERRENO NATURAL
UBICACIÓN	: CARRETERA CABANILLA - LAMPA
LUGAR	: DISTRITO DE CABANILLA - PROVINCIA DE LAMPA - REGIÓN PUNO
FECHA	: 02 DE MAYO DEL 2024

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

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10848	10390	10936	10673	11121	10972
Peso del Molde	gr.	7277	7277	6745	6745	6724	6724
Peso del Suelo Humedo	gr.	3571	3113	4191	3928	4397	4248
Volumen del Suelo	cc.	2115.67	2115.67	2257.29	2257.29	2116.65	2116.65
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.688	1.471	1.857	1.740	2.077	2.007

Capsula No	No	4									
Suelo Humedo + Capsula	gr.	285.20	290.31	324.00	260.38	296.38	316.58	308.24	322.78	282.75	
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	269.14	271.29	304.98	244.00	276.36	295.63	285.21	299.03	262.15	
Peso del Agua	gr.	16.06	19.02	19.02	16.38	20.02	20.95	23.03	23.75	20.60	
Peso de la Capsula	gr.	35.76	33.56	37.14	40.74	40.07	41.04	38.67	39.94	39.87	
Peso del Suelo Seco	gr.	233.38	237.73	267.84	203.26	236.29	254.59	246.54	259.09	222.28	
% de Humedad	%	6.88%	8.00%	7.10%	8.08%	8.47%	8.23%	9.34%	9.17%	9.27%	
Promedio de Humedad	%	7.44%			7.10%			8.27%			9.25%
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.571			1.374			1.715			1.837

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/04/2024	09:45: a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0
29/04/2024	09:45: a.m.	24:00:00	0.63	0.02	0.01	0.50	0.01	0.01	0.26	0.01	0.01
30/04/2024	09:45: a.m.	48:00:00	0.68	0.02	0.01	0.58	0.01	0.01	0.29	0.01	0.01
1/05/2024	09:45: a.m.	72:00:00	0.81	0.02	0.02	0.60	0.02	0.01	0.33	0.01	0.01
2/05/2024	09:45: a.m.	96:00:00	0.90	0.02	0.02	0.63	0.02	0.01	0.32	0.01	0.01

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.63	00:30		11.30	73.1	3.7		18.10	102	5.2		34.90	173	8.8	
1.27	01:00		22.40	120.2	6.1		27.80	143	7.2		66.10	306	15.5	
1.91	01:30		27.80	143.1	7.2		35.20	175	8.8		98.30	442	22.4	
2.54	02:00	70.31	33.80	168.6	8.5		43.10	208	10.5		118.40	528	26.7	
3.81	03:00		46.80	223.8	11.3		58.60	274	13.8		148.50	655	33.1	
5.09	04:00	105.00	53.70	253.1	12.8		69.10	318	16.1		169.30	744	37.6	
6.35	05:00		59.20	276.4	14.0		77.30	353	17.9		185.80	814	41.1	
7.62	06:00		67.40	311.2	15.7		82.80	377	19.0		204.20	892	45.1	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA

Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

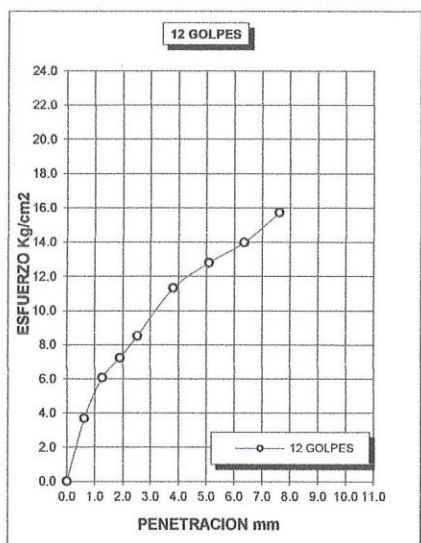
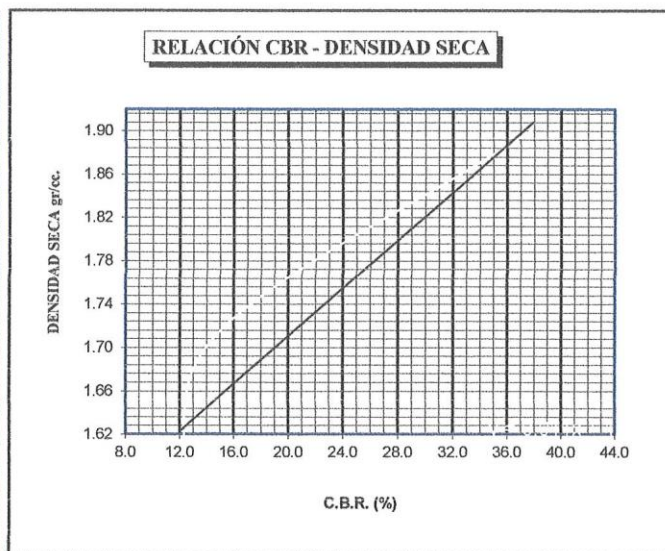
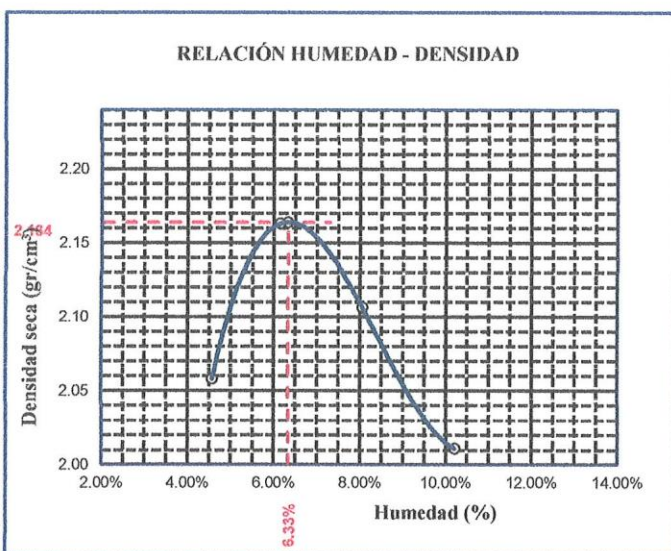
B. N° 006-00297437



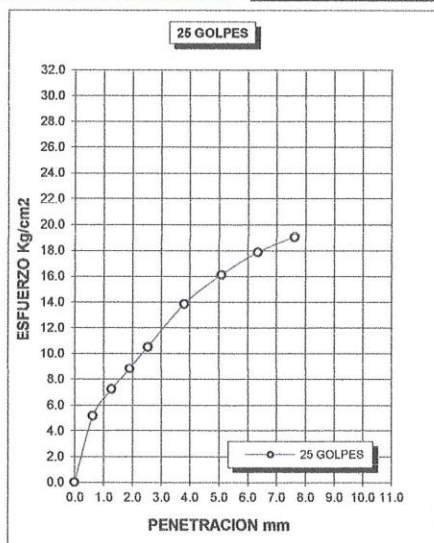
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



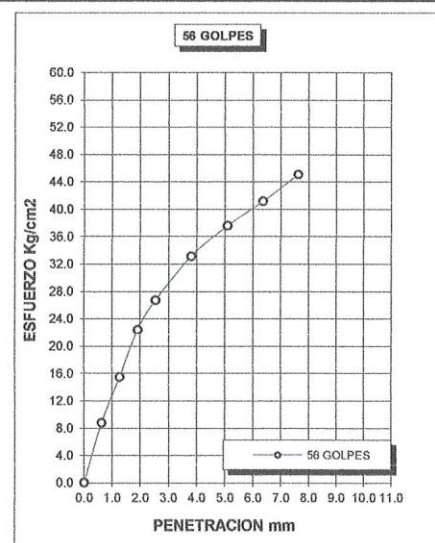
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE	: : Bach. JOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 2.164
MUESTRA	: TERRENO NATURAL	HUMEDAD OPTIMA (%) 6.33%
UBICACIÓN	: CARRETERA CABANILLA - LAMPA	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 37.94
LUGAR	: DISTRITO DE CABANILLA - PROVINCIA DE LAMPA - REGIÓN PUNO	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 14.96
FECHA	: : 02 DE MAYO DEL 2024	CLASIFICACIÓN : SC
		AASHTO : A-6
		EMBEBIDO : 4 DIAS



CBR 12



CBR 15



CBR 38

UANCV - FICP
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 DEPARTAMENTO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 JULIACA - PUNO
 Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00297437



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

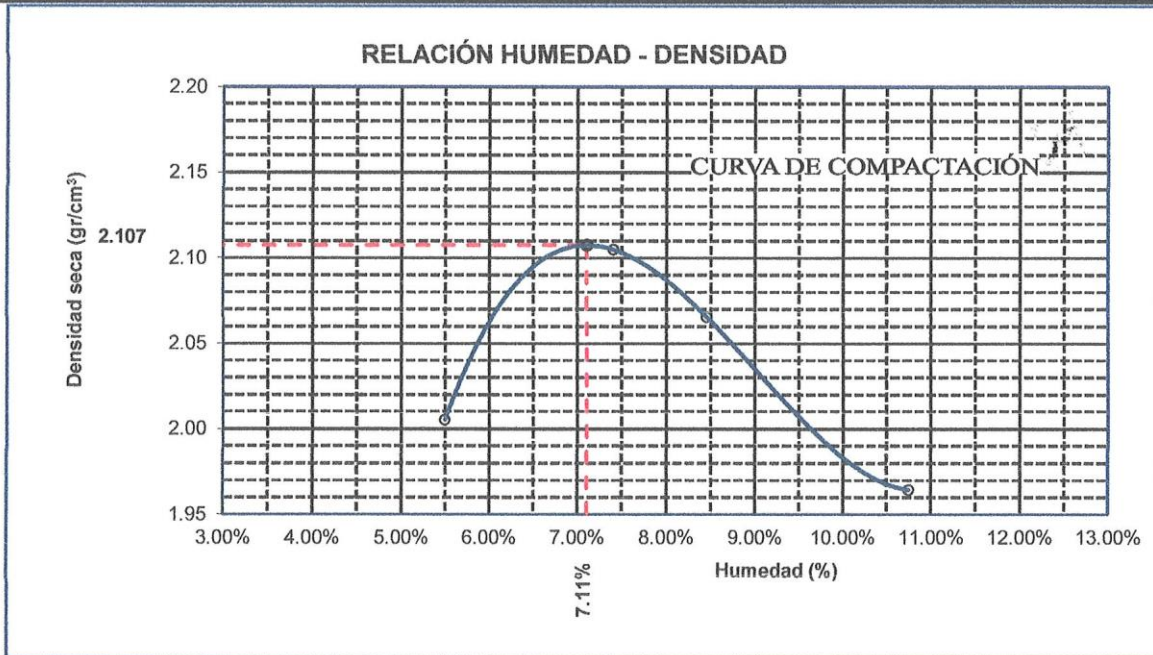
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO
SOLICITANTE	: Bach. JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO
MUESTRA	: CON 75% DE CANTERA MICAELA BASTIDAS - 25% AGREGADO RIO LAMPA
UBICACIÓN	: CARRETERA CABANILLA - LAMPA
LUGAR	: DISTRITO DE CABANILLA - PROVINCIA DE LAMPA - REGIÓN PUNO
FECHA	: 02 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2079 cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10327	10629	10586	10452
Peso del Molde	gr.	5929	5929	5929	5929
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4398	4700	4657	4523
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2.115	2.261	2.240	2.176

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	280.36	287.10	270.11	265.10	278.32	284.78	276.48	273.39
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	268.23	275.02	255.20	250.30	260.27	266.88	256.04	250.38
Peso del Agua	gr.	12.13	12.08	14.91	14.80	18.05	17.90	20.44	23.01
Peso de la Capsula	gr.	51.62	51.12	52.30	51.97	50.18	51.60	52.08	49.80
Peso del Suelo Seco	gr.	216.61	223.90	202.90	198.33	210.09	215.28	203.96	200.58
% de Humedad	%	5.60%	5.40%	7.35%	7.46%	8.59%	8.31%	10.02%	11.47%
Promedio de Humedad	%	5.50%		7.41%		8.45%		10.75%	
Densidad del Suelo Seco	%	2.005		2.105		2.065		1.964	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.107 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	: 7.11%



UANCV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 Mgr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00297437



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



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO
SOLICITANTE	: Bach. JOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO
MUESTRA	: CON 75% DE CANTERA MICAELA BASTIDAS - 25% AGREGADO RIO LAMPA
UBICACIÓN	: CARRETERA CABANILLA - LAMPA
LUGAR	: DISTRITO DE CABANILLA - PROVINCIA DE LAMPA - REGIÓN PUNO
FECHA	: 02 DE MAYO DEL 2024

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

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10850	10740	11017	10935	11725	11610
Peso del Molde	gr.	6745	6745	6724	6724	7277	7277
Peso del Suelo Humedo	gr.	4105	3995	4293	4211	4448	4333
Volumen del Suelo	cc.	2257.29	2257.29	2116.65	2116.65	2115.67	2115.67
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.819	1.770	2.028	1.989	2.102	2.048

Capsula No	No	4																	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	255.23	283.69	302.17	243.25	235.40	239.87	289.36	272.12	269.52									
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	236.00	261.68	278.78	220.98	218.39	221.13	265.29	248.35	246.15									
Peso del Agua	gr.	19.23	22.01	23.39	22.27	17.01	18.74	24.07	23.77	23.37									
Peso de la Capsula	gr.	36.92	37.45	35.47	34.68	36.98	36.20	34.78	35.47	35.64									
Peso del Suelo Seco	gr.	199.08	224.23	243.31	186.30	181.41	184.93	230.51	212.88	210.51									
% de Humedad	%	9.66%	9.82%	9.61%	11.95%	9.38%	10.13%	10.44%	11.17%	11.10%									
Promedio de Humedad	%	9.74%			9.61%			10.67%			10.13%			10.80%			11.10%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.657			1.615			1.833			1.806			1.897			1.843		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/04/2024	09:50: a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0
29/04/2024	09:50: a.m.	24:00:00	0.53	0.01	0.01	0.39	0.01	0.01	0.30	0.01	0.01
30/04/2024	09:50: a.m.	48:00:00	0.59	0.01	0.01	0.43	0.01	0.01	0.33	0.01	0.01
1/05/2024	09:50: a.m.	72:00:00	0.62	0.02	0.01	0.46	0.01	0.01	0.35	0.01	0.01
2/05/2024	09:50: a.m.	96:00:00	0.64	0.02	0.01	0.49	0.01	0.01	0.37	0.01	0.01

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.63	00:30		9.20	64.2	3.2		24.80	130	6.6		53.80	253	12.8	
1.27	01:00		19.00	105.8	5.3		37.20	183	9.3		86.20	391	19.8	
1.91	01:30		26.20	136.3	6.9		48.80	232	11.7		118.20	527	26.6	
2.54	02:00	70.31	30.10	152.9	7.7		59.20	276	14.0		133.40	591	29.9	
3.81	03:00		39.40	192.4	9.7		72.60	333	16.8		163.60	720	36.4	
5.09	04:00	105.00	45.90	220.0	11.1		82.40	375	18.9		181.70	796	40.3	
6.35	05:00		51.40	243.3	12.3		91.10	412	20.8		199.30	871	44.0	
7.62	06:00		55.20	259.4	13.1		99.20	446	22.6		213.40	931	47.1	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

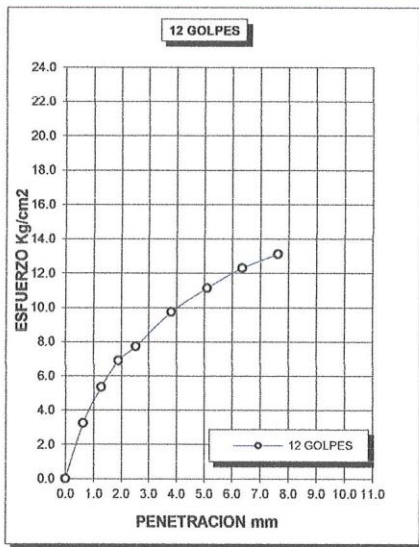
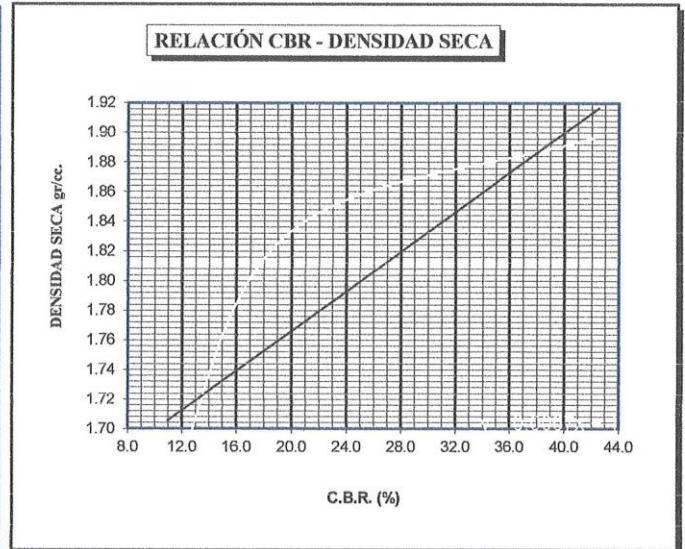
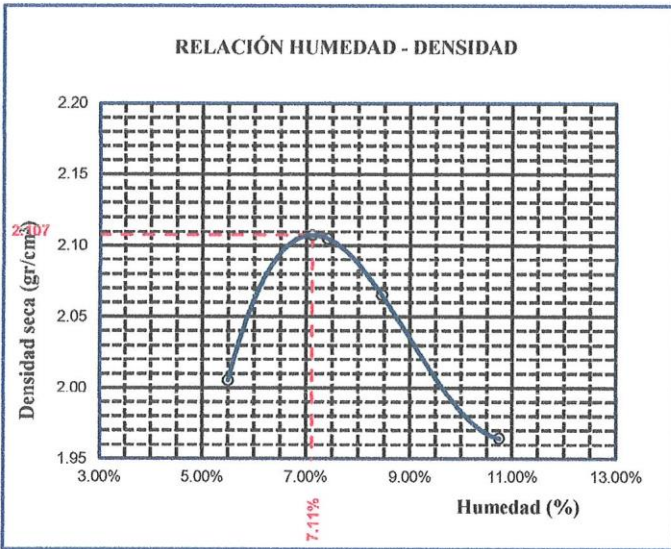


UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

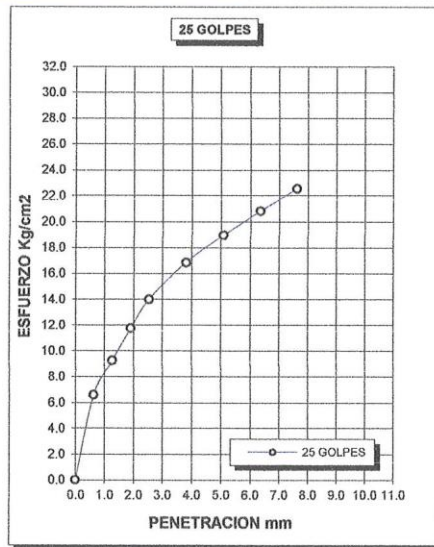
B. N° 006-00297437



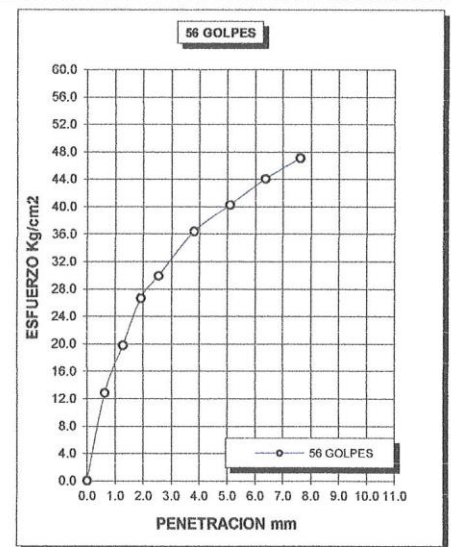
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITANTE	: : Bach. JOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.)	2.107
MUESTRA	: 75% CANTERA "MB" - 25" A. RIO LAMPA	HUMEDAD OPTIMA (%)	7.11%
UBICACIÓN	: CARRETERA CABANILLA - LAMPA	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	42.51
LUGAR	: DISTRITO DE CABANILLA - PROVINCIA DE LAMPA - REGIÓN PUNO	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	19.87
FECHA	: : 02 DE MAYO DEL 2024	CLASIFICACIÓN :	
		AASHTO	:
		EMBEBIDO	: 4 DIAS



CBR 11



CBR 20



CBR 43

UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
Mg. ARNALDO VANA PIRRES
CIF 103257

B. N° 006-00297437



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

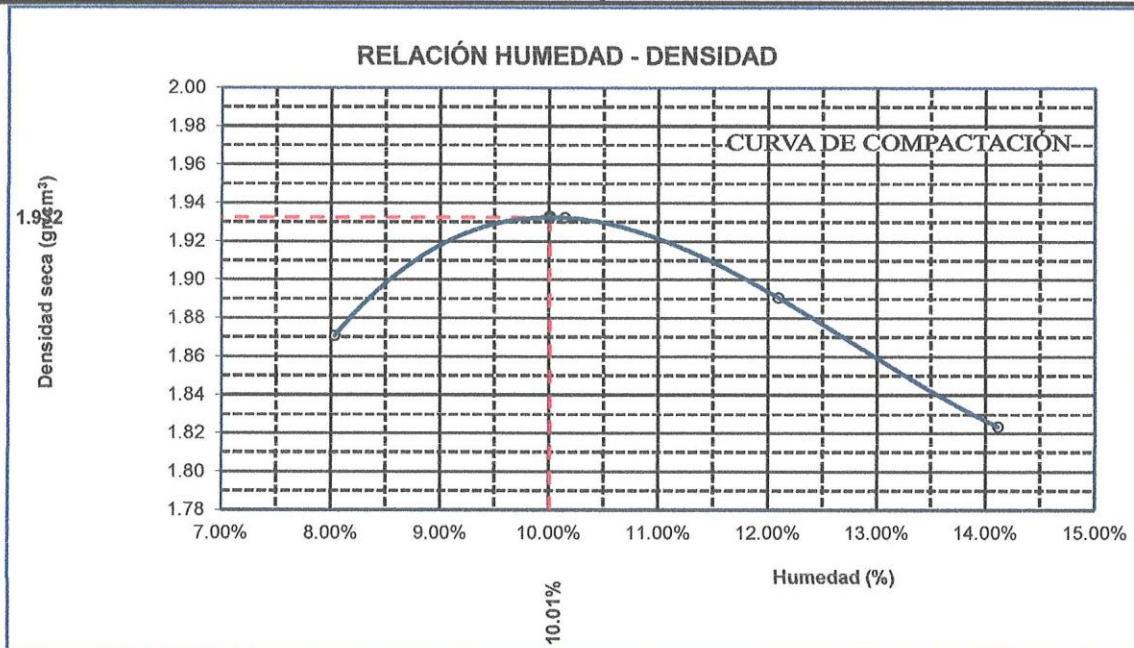
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO
SOLICITANTE	: Bach. JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO
CANTERA	: CON 60% CANTERA MICAELA BASTIDAS - 40% AGREGADO RIO LAMPA
UBICACIÓN	: CARRETERA CABANILLA - LAMPA
LUGAR	: DISTRITO DE CABANILLA - PROVINCIA DE LAMPA - REGIÓN PUNO
FECHA	: 02 DE MAYO DEL 2024

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2105 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10235	10461	10442	10361
Peso del Molde	gr.	5982	5982	5982	5982
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4253	4479	4460	4379
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2.021	2.128	2.119	2.081

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	414.42	410.01	478.06	462.80	434.48	462.71	442.28	469.15
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	387.17	382.06	438.47	422.91	392.04	417.08	392.04	417.08
Peso del Agua	gr.	27.25	27.95	39.59	39.89	42.44	45.63	50.24	52.07
Peso de la Capsula	gr.	40.12	42.05	39.22	38.57	40.12	41.11	42.05	42.00
Peso del Suelo Seco	gr.	347.05	340.01	399.25	384.34	351.92	375.97	349.99	375.08
% de Humedad	%	7.85%	8.22%	9.92%	10.38%	12.06%	12.14%	14.35%	13.88%
Promedio de Humedad	%	8.04%		10.15%		12.10%		14.12%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.871		1.932		1.891		1.823	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.932 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	10.01%



UANCV - FICP
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C.A. JEFATURA
Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

B. N° 006-00297437



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO
SOLICITANTE	: Bach. JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO
CANTERA	: CON 60% CANTERA MICAELA BASTIDAS - 40% AGREGADO RIO LAMPA
UBICACIÓN	: CARRETERA CABANILLA - LAMPA
FECHA	: 02 DE MAYO DEL 2024

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

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10766	10590	10960	10810	11061	10987
Peso del Molde	gr.	6740	6740	6691	6691	6750	6750
Peso del Suelo Humedo	gr.	4026	3850	4269	4119	4311	4237
Volumen del Suelo	cc.	2113.99	2113.99	2101.36	2101.36	2116.88	2116.88
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.904	1.821	2.032	1.960	2.036	2.002

Capsula No	No										
Suelo Humedo + Capsula	gr.	279.25	296.53	289.26	316.28	309.50	266.87	284.50	290.47	314.78	
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	246.68	262.27	266.32	282.23	276.57	245.91	259.06	264.09	289.76	
Peso del Agua	gr.	32.57	34.26	22.94	34.05	32.93	20.96	25.44	26.38	25.02	
Peso de la Capsula	gr.	36.81	37.53	39.55	38.43	40.32	39.34	39.19	39.34	41.46	
Peso del Suelo Seco	gr.	209.87	224.74	226.77	243.80	236.25	206.57	219.87	224.75	248.30	
% de Humedad	%	15.52%	15.24%	10.12%	13.97%	13.94%	10.15%	11.57%	11.74%	10.08%	
Promedio de Humedad	%	15.38%	10.12%	13.95%	10.15%	11.65%	10.08%				
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.651	1.654	1.783	1.780	1.824	1.818				

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/04/2024	9:10: a.m.	0	198.00	0.00	0	9.00	0	0	100.00	0	0
29/04/2024	9:10: a.m.	24:00:00	200.00	0.05	0.04	10.00	0.03	0.02	101.00	0.03	0.02
30/04/2024	9:10: a.m.	48:00:00	205.00	0.18	0.15	13.00	0.10	0.09	102.00	0.05	0.04
1/05/2024	9:10: a.m.	72:00:00	206.00	0.20	0.17	15.00	0.15	0.13	103.00	0.08	0.07
2/05/2024	9:10: a.m.	96:00:00	208.00	0.25	0.22	16.00	0.18	0.15	104.00	0.10	0.09

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.63	00:30		20.80	113.4	5.7		28.90	148	7.5		46.80	224	11.3	
1.27	01:00		39.60	193.2	9.8		45.20	217	11.0		88.70	402	20.3	
1.91	01:30		49.60	235.7	11.9		61.80	287	14.5		119.70	533	27.0	
2.54	02:00	70.31	61.80	287.4	14.5		78.90	360	18.2		160.20	705	35.6	
3.81	03:00		80.00	364.7	18.4		98.10	442	22.3		195.50	855	43.2	
5.09	04:00	105.00	94.10	424.5	21.5		115.20	514	26.0		223.70	975	49.3	
6.35	05:00		100.90	453.4	22.9		129.20	574	29.0		244.50	1063	53.7	
7.62	06:00		110.70	495.0	25.0		145.60	643	32.5		259.00	1124	56.8	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

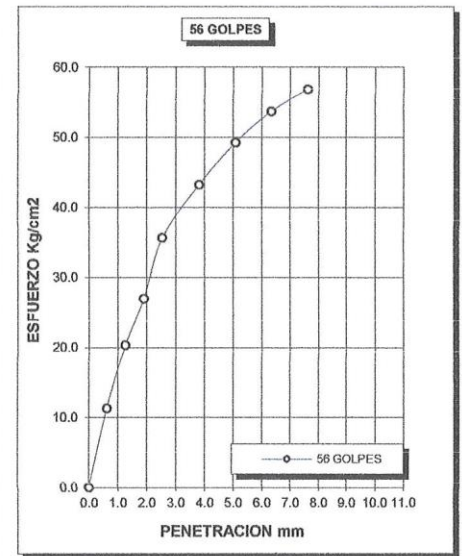
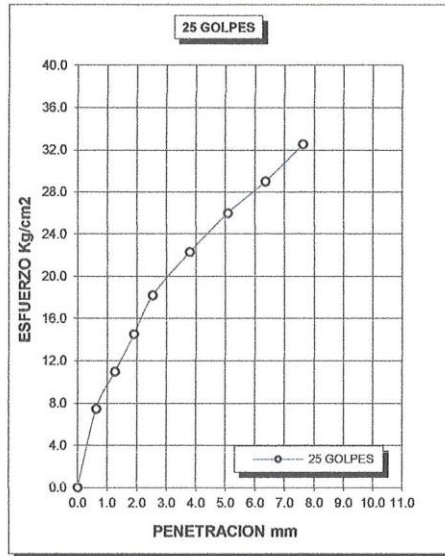
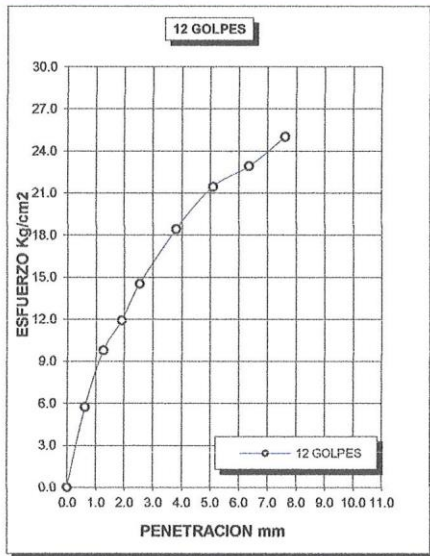
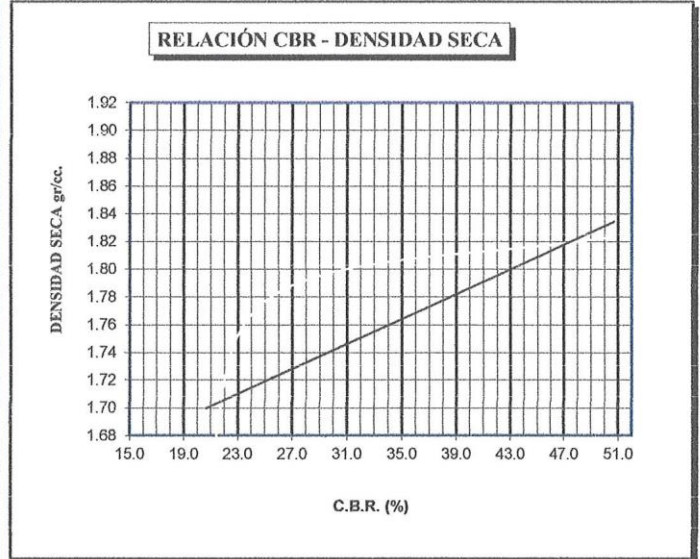
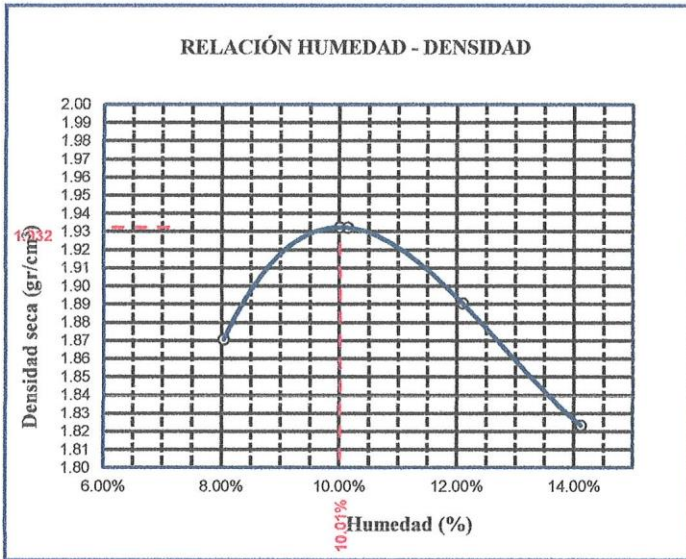
UANCV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO
 M.S.C.A.
 JEFEATURA
 Ing. ARNALDO YANATORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00297437



TESIS :	ESTABILIZACIÓN DE LA SUPERFICIE AFIRMADA MEDIANTE COMBINACIÓN DE SUELOS DE LA CARRETERA CABANILLA - LAMPA DE LA REGIÓN PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE :	Bach. JHOEL CRISTIAN ESCOBAR VIZCACHO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 1.932
MUESTRA :	CON 60% CANTERA "MB" - 40% A. RIO LAMPA	HUMEDAD OPTIMA (%) 10.01%
UBICACIÓN :	CARRETERA CABANILLA - LAMPA	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 50.69
FECHA :	02 DE MAYO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 25.88
		CLASIFICACIÓN : SC
		AASHTO : A-6
		EMBEBIDO : 4 DIAS



UANCV FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEPATUN
Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

B. N° 006-00297437



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 24-09-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: Joel Cristian Escobar Vizcacho

Dirección: Av. Heroes del Cenepa 133

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73299102

Teléfono: 988978354 email: joelcristianescobar@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: Ingenierías y Ciencias Puras

Escuela Profesional o Mención: Ingeniería Civil

Título o Grado Académico a optar: Ingeniero Civil

Asesor: Dr. Arnaldo Yana Torres

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: Estabilización de la Superficie Afirmada mediante Combinación de Suelos de la Carretera Cobani-La Lampa de la Región Puno

Palabras claves, (3 a 5 términos): Superficie Afirmada, estabilización, cantera, agregados, ensayos

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

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré 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 Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
 No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: Tecnología de la Construcción - P17


Firma de Autor



huella digital

24 de Setiembre del 2024

Fecha